

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

E' - 15' 2-6
FR 9 000533

INSTITUT DE PROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE

DEPARTEMENT D'ANALYSE DE SURETE



RAPPORT DAS/616

MOYENS DE CALCUL DES CONSEQUENCES
ADIOLOGIQUES DU CENTRE TECHNIQUE DE CRISE DE
INSTITUT DE PROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE

CRABOL B.* , MANESSE D.* , ROBEAU D.**

2ND INTERNATIONAL WORKSHOP ON REAL TIME
COMPUTING OF THE ENVIRONMENTAL
CONSEQUENCES OF AN ACCIDENT RELEASE TO
ATMOSPHERE FROM A NUCLEAR INSTALLATION
Luxembourg, 16-19 mai, 1989

RAPPORT DAS/616

MOYENS DE CALCUL DES CONSEQUENCES
RADIOLOGIQUES DU CENTRE TECHNIQUE DE CRISE DE
L'INSTITUT DE PROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE

CRABOL B.* ,MANESSE D.* ,ROBEAU D.**

2ND INTERNATIONAL WORKSHOP ON REAL TIME
COMPUTING OF THE ENVIRONMENTAL
CONSEQUENCES OF AN ACCIDENT RELEASE TO
ATMOSPHERE FROM A NUCLEAR INSTALLATION
Luxembourg, 16-19 mai, 1989

* DAS/SASC

** DPS

Juillet 1989

Moyens de calcul des conséquences radiologiques
du Centre Technique de Crise de l'Institut de Protection
et de Sûreté Nucléaire

B. CRABOL(*), D. MANESSE(*), D. ROBEAU(**)

- (*) IPSN/Département d'Analyse de Sûreté
BP N° 6 - 92265 FONTENAY-AUX-ROSES Cédex, FRANCE
- (**) IPSN/Département de Protection Sanitaire
BP N° 6 - 92265 FONTENAY-AUX-ROSES Cédex, FRANCE

RESUME

L'Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire (IPSN) a mis en place, pour le cas de situations d'urgence sur les installations nucléaires, un Centre Technique de Crise (CTC) dont le but est de fournir aux pouvoirs publics l'analyse technique des événements et, principalement, toute information sur leur évolution prévisible, notamment en termes de prévision de rejet de produits radioactifs dans l'environnement et de leurs conséquences radiologiques. Le fonctionnement du CTC repose sur le travail de quatre cellules, responsables respectivement de la direction du CTC, de la réception des informations provenant de l'installation accidentée, du diagnostic et du pronostic sur l'état de cette installation et enfin de l'évaluation des conséquences radiologiques. La cellule en charge du calcul des conséquences radiologiques s'appuie, du point de vue météorologique, sur les moyens locaux et sur la Météorologie Nationale, notamment en matière de prévision, pour rassembler les données nécessaires au calcul des transferts atmosphériques d'abord autour du site accidenté, ensuite aux échelles régionale et transfrontière. Pour le calcul des doses, cette cellule dispose de plusieurs outils : abaques opérationnels et codes de calcul de modèle "panache" ou de modèle "à bouffées" SIROCCO, ce dernier pouvant traiter toutes les cinétiques de rejet et toutes les séquences de conditions météorologiques. Les choix se sont fixés en priorité sur des outils éprouvés et simples d'emploi, dans l'optique des premières heures de la crise où l'on ne disposera à la fois que de peu d'informations sûres et de peu de temps pour répondre aux demandes. L'effort a, en conséquence, porté sur la facilité d'utilisation de ces outils, exploités à l'aide d'un système de menus interactifs, et sur la présentation des résultats. Cette présentation est complétée par des images provenant de banques de données informatisées dont le but principal est de faciliter l'interprétation des résultats. Ces banques de données (dont certaines sont en cours d'élaboration) comprennent notamment les plans de masse des installations nucléaires, la distribution de la population autour des sites, de l'occupation agricole des sols, Tous ces outils sont développés et exploités sur des ordinateurs organisés en réseau propre au CTC.

1 - INTRODUCTION

La gestion d'un accident nucléaire nécessite la mise en place rapide, tant au niveau local qu'au niveau national, d'une organisation de crise permettant de prendre les décisions nécessaires à la protection de la population. L'Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire du Commissariat à l'Energie Atomique a, pour ces situations, constitué un Centre Technique de Crise (CTC), dont le rôle est d'apporter un appui technique aux autorités de sûreté, en particulier le Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires du Ministère chargé de l'Industrie / 1 /. Le fonctionnement du CTC repose sur le travail de quatre cellules, respectivement chargées de la direction du CTC, de la réception et de la transmission des informations provenant de/ou partant vers l'extérieur, du diagnostic et du pronostic sur l'état de l'installation accidentée et enfin de l'évaluation des conséquences radiologiques dans l'environnement (cf. schéma d'organisation de la figure 1). Cette dernière cellule, la "Cellule Conséquences Radiologiques" (CCR), joue un rôle important dans toutes les phases de l'accident. Dans la phase "menace" (entre le moment où l'accident s'est produit et celui où le rejet dans l'environnement devient inévitable), elle doit fournir une prévision des conséquences radiologiques dans l'environnement permettant d'orienter les contre-mesures à court terme (Plan Particulier d'Intervention). Elle doit ensuite fournir des éléments techniques pour la prise de décisions concernant les suites à donner aux dispositions prises dans le cadre du PPI et les contre-mesures à appliquer pour un plus long terme (par exemple, restrictions relatives à la consommation ou à la commercialisation de produits alimentaires), la réhabilitation des terrains contaminés et la gestion des déchets qui en résultent (Plan d'Actions Post-Accidentel).

La réalisation de cette mission repose sur la conjonction de quatre éléments :

- une organisation basée sur le travail d'experts dont le domaine de compétence couvre l'ensemble des disciplines physiques, biologiques et sanitaires concernées lors d'un accident nucléaire,

- des liaisons directes avec les autres partenaires impliqués dans l'organisation de crise, permettant le dialogue et le recueil d'informations,
- des moyens de calculs du transfert de la contamination dans l'environnement ,
- des banques de données informatisées.

2 - SCHEMA D'ORGANISATION DE LA CELLULE

La Cellule regroupe de 5 à 10 experts. Il est fait appel à eux, en tant que de besoin, en fonction des domaines spécifiques à traiter durant les différentes phases de l'accident. Ces experts sont formés au travail en situation de crise par des exercices régulièrement organisés avec l'exploitant et les pouvoirs publics.

Durant la phase "menace", la composition type de la Cellule est de 5 personnes :

- un animateur responsable du travail de la Cellule et assurant le lien avec les autres Cellules, en particulier la Cellule chargée de l'évaluation de l'installation qui doit fournir une prévision de rejet de produits de fission à l'atmosphère,
- un spécialiste "météorologie" chargé de recueillir les prévisions météorologiques,
- deux spécialistes de calcul des conséquences radiologiques,
- un secrétaire technique gérant les informations arrivant à/ou partant de la Cellule et tenant un journal de bord, particulièrement utile pour tirer les enseignements de l'exercice.

En phase post-accidentelle, la Cellule est plus fournie, elle comprend, en plus des personnes ci-dessus :

- un expert en hydrogéologie,
- un spécialiste en agronomie,
- un spécialiste de l'environnement du site,
- un ou deux experts en matière de réhabilitation des sols.

La relève des équipes est prévue lorsqu'il s'agit de gérer une situation s'étalant sur plusieurs jours.

3 - LIAISONS DIRECTES AVEC L'EXTERIEUR

Des liaisons directes (par audioconférence, messagerie MINITEL, télécopieurs, liaisons d'ordinateur à ordinateur), permettant le dialogue ou le recueil des informations nécessaires au travail de la cellule, sont établies avec différents partenaires :

- 1) le site accidenté, pour la connaissance de la situation météorologique locale, les mesures d'activité à la cheminée durant le rejet et des mesures faites dans l'environnement immédiat.
- 2) les équipes de crise de l'exploitant lorsqu'une réflexion commune sur des points particuliers s'avère nécessaire,
- 3) la Météorologie Nationale, qui a un rôle particulièrement important à jouer pour la fourniture des éléments nécessaires au calcul des conséquences à courte distance (quelques dizaines de km autour du site) durant la phase prévisionnelle et, à plus long terme, pour la fourniture des trajectoires à moyenne et longue distance.

Pendant la phase "menace", les prévisions météorologiques sur et autour du site accidenté sont établies par la Météorologie Nationale à l'aide du modèle PERIDOT. Ce modèle tourne quotidiennement sur la France et une partie de l'Europe de l'Ouest, avec une maille de 35 km de côté, donnant par pas de 6 h jusqu'à 36 h d'échéance, les prévisions de vent, précipitations et stabilité de l'atmosphère. Le prévisionniste du Service

Météorologique Interrégional (SMIR) concerné est consulté sur le résultat du modèle PERIDOT et peut rectifier ou adapter cette prévision au site accidenté. Cette façon de procéder assure la cohérence avec les informations météorologiques des autres partenaires de la crise, notamment le préfet qui a auprès de lui un représentant du SMIR.

Les trajectoires, prévues ou analysées, à échelles régionale et transfrontière, sont calculées respectivement à partir des résultats des modèles PERIDOT et EMERAUDE de la Météorologie Nationale.

Une convention est en cours de négociation entre l'IPSN et la Météorologie Nationale pour recevoir directement, via une liaison entre les ordinateurs de la Météorologie et du CTC, ces informations sous forme de messages chiffrés. De plus, le CTC dispose, à l'heure actuelle, du produit METEOTEL fournissant, sous forme d'images, les prévisions et observations synoptiques sur la France (en particulier, les images données par le réseau de radars de pluie couvrant le territoire).

Pendant la phase de rejet, les données météorologiques du site accidenté sont reçues actuellement via les messages "environnement" de l'exploitant et le seront prochainement directement sur l'ordinateur du CTC.

4 - MOYENS DE CALCUL DES CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT

Pour le champ proche (quelques dizaines de km autour du site), trois moyens de calcul des conséquences de rejets atmosphériques dans l'environnement ont été développés. Ces moyens sont volontairement simples et d'utilisation aisée, notamment dans l'optique des premières heures de la crise où l'on ne disposera à la fois que de peu d'informations fiables et de peu de temps pour répondre aux demandes. Ils sont tous trois basés sur le principe de la modélisation gaussienne (panache ou à bouffées) et utilisent les écarts-types de dispersion atmosphérique de DOURY / 2 /, fonction du temps de transfert et établis pour deux classes de stabilité (diffusion normale et diffusion faible).

Le premier de ces moyens, utilisé pour les contre-mesures à court terme, consiste en un jeu d'abaques opérationnels de coefficients de transfert

atmosphérique et surfacique, correspondant à toutes les situations météorologiques possibles et établis pour les gaz et les aérosols (avec des valeurs moyennes de vitesses de dépôt sec et de taux de lavage par la pluie). Ces abaques ont une ouverture angulaire qui tient compte d'une incertitude de $\pm 15^\circ$ sur la direction du vent. Ils autorisent une utilisation manuelle et permettent, par une simple multiplication des coefficients de transfert par l'activité rejetée (par isotope ou par famille) et par le facteur de conversion de dose voulue, l'estimation des zones susceptibles d'être contaminées.

Le second moyen est un code basé sur la méthode classique de panache gaussien, fournissant les doses intégrées pour des conditions météorologiques fixes et une source constante.

Le troisième moyen est le code SIROCCO / 3 /, du type "à bouffées gaussiennes". Ce code permet de traiter toutes les cinétiques de rejet et toutes les conditions météorologiques, éventuellement variables dans le temps, y compris les vents faibles ou nuls et permet le calcul des doses intégrées et des débits de doses. Les bouffées sont automatiquement générées par le code en fonction des paramètres d'entrée du calcul. La concentration en un point, à un instant donné, est calculée en sommant la contribution de toutes les bouffées en ce point. Ce code ne permet actuellement que le traitement des accidents sur un REP. Les produits de fission pour un coeur de REP sont regroupés par familles (11 au total). Les facteurs de conversion de doses pour chaque famille, fonction du taux de combustion au moment de l'arrêt du réacteur et du temps de refroidissement depuis la chute des barres, sont automatiquement recherchés par le code dans un fichier préétabli. Le même type de fichier est en cours de réalisation pour les autres types de réacteurs français. Une version du code traitant des rejets isotope par isotope est aussi en cours de développement. Elle utilisera les données contenues dans un fichier déjà constitué concernant près de 600 isotopes.

Les résultats (dose par irradiation externe due au panache ou au dépôt, dose par inhalation à différents organes, dose efficace) sont calculés d'une part sur une grille de points fixes permettant, par un post-traitement, un tracé de courbes iso-valeurs, d'autre part sur les communes situées sous le vent du rejet et, éventuellement, en des points particuliers demandés par l'utilisateur.

Une version SIROCCO-LD est développée pour traiter les conséquences à moyenne et longue distances. Basée sur le même principe que SIROCCO, elle utilisera en données d'entrée les trajectoires fournies par la Météorologie Nationale.

Ces outils (sauf le dernier, dont l'intégration dans le système est en cours) sont implantés sur l'ordinateur VAX 8530, dédié au CTC. Leur utilisation est facilitée par un menu interactif d'entrée des données. Les sorties de résultats se présentent sous forme, soit de tableaux de chiffres, soit de courbes isovaleurs (concentration, dépôts, doses) jusqu'à 30 km de la source. La superposition de ces résultats sur des images provenant des banques de données décrites ci-dessous est faite à l'aide d'un logiciel réalisé à cet effet.

Des codes de transfert de la contamination par les eaux de surface (en particulier contamination de la rivière par dépôt direct et par ruissellement des eaux sur le bassin versant en cas de pluie - code ELIXIR -) et par les eaux souterraines - code METIS - peuvent être utilisés en cas de crise. Leur mise en oeuvre (en particulier le code METIS qui n'est pas accessible depuis le VAX 8530) sera toutefois plus longue que celle des codes de transfert atmosphérique.

5 - BANQUES DE DONNEES

En plus des fichiers déjà mentionnés concernant les caractéristiques des familles isotopiques de coeurs de REP ou du fichier par isotope, des banques de données informatisées ont été, ou vont être, élaborées dans le cadre d'un projet en cours à l'IPSN. Ce projet a pour but de faciliter l'obtention :

- de données d'entrée dans les codes de calcul (notamment les codes de transfert par la voie eau),
- de fonds de cartes sur lesquels les courbes iso-doses ou iso-activités issues, soit des codes de calcul, soit des mesures sur le terrain, pourront être superposées, rendant ainsi plus aisée l'interprétation sanitaire des conséquences de l'accident et la prise de décisions par les autorités.

Un logiciel devra, de plus, permettre des traitements simples de ces données, tels que le calcul de la surface délimitée par un contour donné, le tracé de courbes iso-valeurs à partir d'un nuage de points.

Le premier travail a porté sur le fichier INSEE des populations dont le traitement par un module informatique développé à l'IPSN permet une représentation graphique comme celle montrée sur la figure 2 ci-jointe. Les communes sous le vent du rejet, dans un angle dépendant de la direction et de la vitesse du vent dans un rayon de 30 km autour du site, sont automatiquement sélectionnées par le système.

Du point de vue cartographique, les plans de masse des installations, les points de mesure dans l'environnement, les réseaux routiers, les réseaux hydrographiques, les nappes souterraines vulnérables et les points sensibles seront digitalisés et pourront être visualisés à la demande, de façon plus ou moins détaillée suivant l'échelle concernée (locale, régionale, nationale).

Pour la contamination éventuelle des eaux de consommation, des données sur les débits des rivières, les maillages des bassins versants ainsi que l'emplacement des prises d'eau des stations de traitement devront pouvoir être facilement accessibles.

Enfin, des données sur l'occupation agricole des sols, le bétail, les pratiques alimentaires des animaux, seront rassemblées (ce travail est étroitement lié au projet RESSAC mené à l'IPSN sur la Réhabilitation des Sols et des Surfaces après un Accident).

6 - CONCLUSION

Pour répondre à sa mission d'aide aux pouvoirs publics en cas d'accident nucléaire, l'IPSN s'est doté d'un Centre Technique de Crise capable de répondre aux demandes qui lui seront faites, tant durant la phase "menace" que dans la phase post-accidentelle. Pour l'évaluation des conséquences radiologiques et le conseil aux autorités, des moyens

importants ont été mis en oeuvre ou sont en cours d'élaboration. Ils reposent :

- sur le travail d'experts auxquels il est fait appel en fonction des besoins durant les différentes phases de l'accident,

- sur des liaisons directes avec les autres partenaires de la crise pour le dialogue et le recueil d'informations (en particulier, l'installation accidentée, la Météorologie Nationale),

- sur des moyens de calcul (manuels ou informatisés) du transfert de la pollution dans l'environnement (voie air et voie eau),

- enfin, sur des banques de données, notamment cartographiques, facilitant le travail de la cellule et l'interprétation des résultats, notamment par les autorités ayant en charge la prise de décisions.

REFERENCES

- / 1 / SCHERRER J., EVRARD J.M., NEY J.
"Organisation technique des autorités de sûreté en cas d'accident dans une installation nucléaire".
AIEA-SM-280/82, 1985.
- / 2 / DOURY A.
"Une méthode de calcul pratique et générale pour la prévision numérique des pollutions véhiculées par l'atmosphère".
Rapport CEA-R-4280, rév. 1, 1976.
- / 3 / CRABOL B., MANESSE D., BOUSCATIE F.
"Le programme de calcul des conséquences mis au point pour le Centre Technique de Crise de l'IPSN". Atelier sur les méthodes d'évaluation en temps réel des conséquences radiologiques d'accidents nucléaires, Luxembourg, 15-19 avril 1985.

CENTRE TECHNIQUE DE CRISE DE L'IPSN A FONTENAY-AUX-ROSES

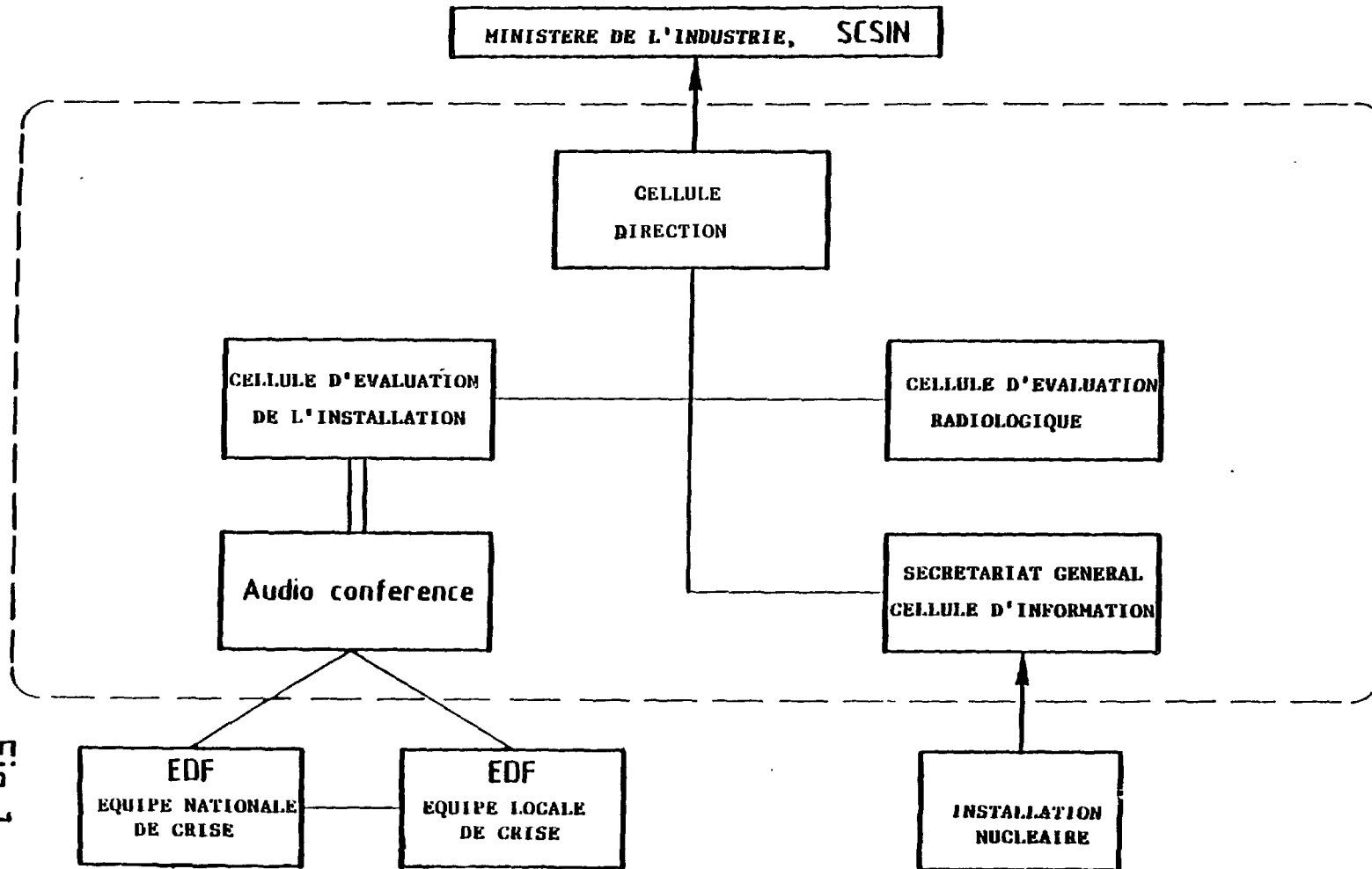
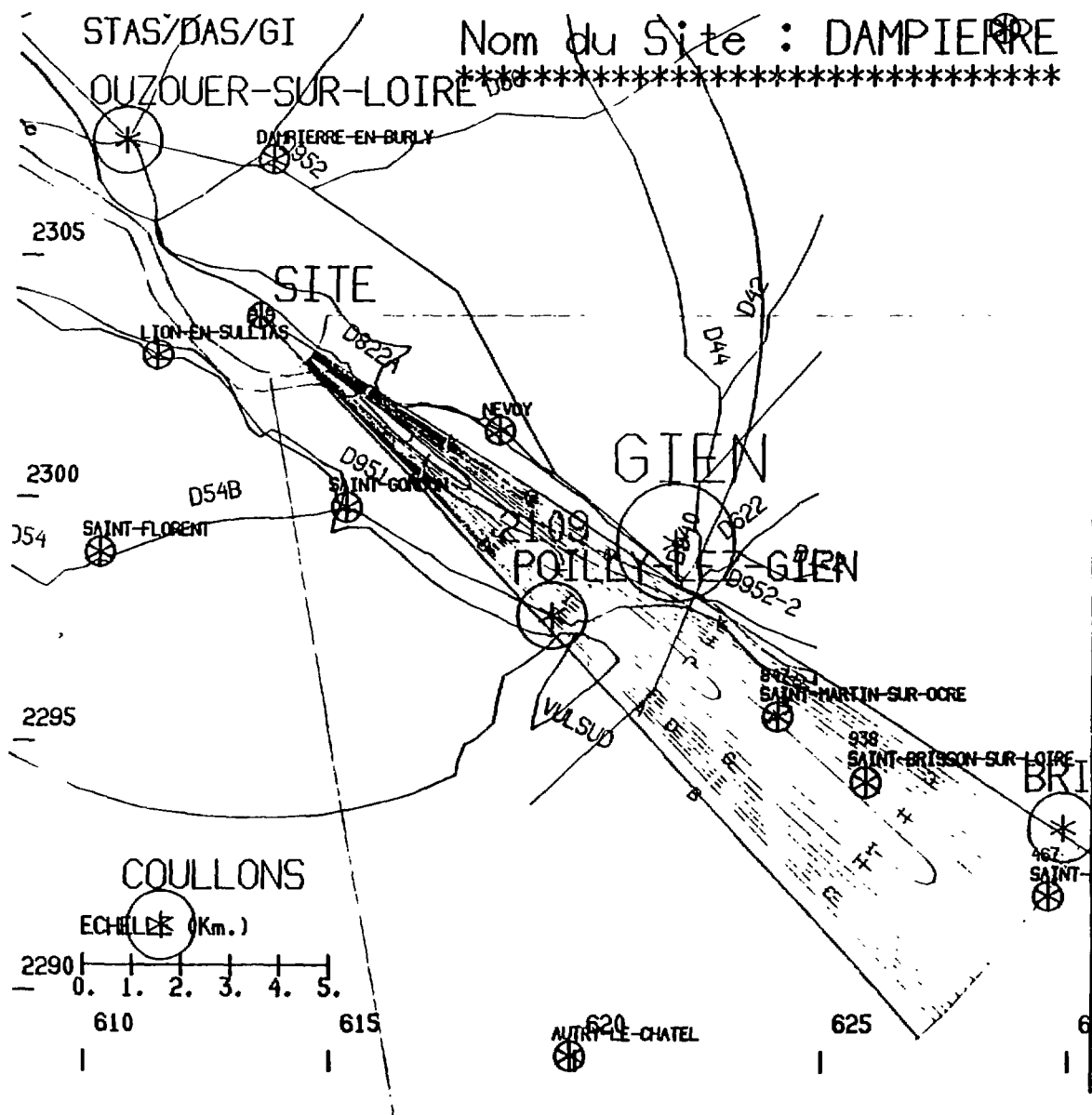


Fig. 1



Nom du Site : DAMPIERRE

01/02/89

DEPO

Depot total
(activite surfacique
(Bq/m2)

SITE : DAMPIERRE
CHEMINEE / 900MW ELEC
SOURCE : X = 613 Y 2304
(coordonnees Lambert en km.)

Code : SIROCCO
Accident le 01/02/ a 10:00
Situation le 01/02/ a 15.00

FIG. 2

DESTINATAIRES**DIFFUSION CEA**

M. le Haut Commissaire
 DCS
 DDSN
 IPSN
 OSSN : M. GUILLEMARD
 DRSN : M. LIVOLANT
 DRSN : M. PELCE
 DAS/DIR
 DAS/SASICC
 DERS Cadarache
 SES Cadarache
 SERE Cadarache
 SESRU Cadarache
 SRSC Valduc
 SEMAR
 DPS/FAR + DPS/DOC : Mme BEAU
 DPT/FAR
 DSMN/FAR
 CDSN/FAR : Mme PENNANEAC'H
 UDIN/VALRHO
 DEDR Saclay
 DERPE/DIR Saclay
 DRP Cadarache
 DTE Cadarache
 DMT Saclay
 DMECN/DIR Cadarache
 Service Documentation Saclay : Mme COTTON (3 ex.)
 DERS/DOC/Cadarache : Mme REY

DIFFUSION HORS CEA

Secrétariat Général du Comité Interministériel de la Sécurité Nucléaire
 Conseil Général des Mines : M. DE TORQUAT
 Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires : M. LAVERIE (+ 3 ex.)
 Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires - FAR
 Monsieur le Président du G.P.d. : M. GUILLAUMONT
 Monsieur le Président du G.P.u. : M. MUXART
 Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières : M. LEVY
 FRAMATOME : M. le Directeur Général
 NOVATOME : M. le Directeur Technique
 TECHNICATOME : M. le Directeur Général
 TECHNICATOME : Service Documentation
 COGEMA : M. le Directeur de la Branche Enrichissement
 M. le Directeur de la Branche Retraitement
 EDF / L'inspecteur général de sûreté et de sécurité nucléaires : M. TANGUY
 EDF / SEPTEN (2 ex.)
 EDF / SPT
 VIENNA INTERNATIONAL CENTRE LIBRARY : Mrs ROSLYN M. STIRLING
 M. HOHLEFELDER) Bundes Ministerium für UMWELT, NATURSCHUTZ
 M. BREEST) und REAKTORSICHERHEIT - BONN (RFA)
 M. KREWER - Bundes Ministerium für Forschung und Technologie - BONN (RFA)
 M. BIRKHOFER - Gesellschaft für Reaktorsicherheit - KOLN (RFA)
 M. JAHNS - Gesellschaft für Reaktorsicherheit - KOLN (RFA)
 M. HAUBER - U.S.N.R.C. - WASHINGTON (E.U.)
 M. BECKJORD - U.S.N.R.C. - WASHINGTON (E.U.)

.../...

M. J.S. MACLEOD - Nuclear Installations Inspectorate - LONDON (G.B.)
M. J. BRAMMAN - International Collaboration Branch UKAEA (G.B.)
M. J.G. TYROR - SRD - UKAEA (G.B.)
M. GONZALES - Consejo de Seguridad Nuclear - MADRID (ESPAGNE)
M. José DE CARLOS - Consejo de Seguridad Nuclear - MADRID (ESPAGNE)
M. C. BORREGO - Département de l'Environnement - Université d'AVEIRO (PORTUGAL)
M. E. HELLSTRAND - STUDSVIK ENERGITEKNIK AB -
Nuclear Division, Safety and System Analysis - NYKOPING (SUEDE)
M. NASCHI - Direttore Centrale della Sicurezza Nucleare e della Protezione Sanitaria -
ENEA - ROMA (ITALIE)
M. P. VANNI - Direttore relazioni esterne e informazione -
ENEA - ROMA (ITALIE)
M. LIN CHENGGE - National Nuclear Safety Administration (CHINE)
M. MA FUBANG, Director of the Nuclear Electricity Office - MIN (CHINE)
M. Itsuro MISUMI - MITI (JAPON)
M. KENICHI MURAKAMI - Science & Technology Agency -
Director of the Nuclear Safety Bureau (JAPON)
M. HIROSHI HIROI - Science & Technology Agency - Nuclear Safety Bureau (JAPON)
M. FUKETA - JAERI - Center of Safety Research (JAPON)
M. JAE CHOON LIM - Director of the Nuclear Reactor Division (COREE)
M. Mohamed KARBID - Secrétaire général du Ministère de l'Energie et des Mines (MAROC)

M. DE GALASSUS (Attaché près de l'Ambassade de France aux Etats-Unis)
M. DURAND (Attaché Energie près de l'Ambassade de France en Corée)
M. MORIETTE (Attaché près de l'Ambassade de France au Japon)
M. LALERE (Conseiller nucléaire auprès de l'Ambassade de France en Chine)

COPIE (SANS P.J.)

SRDE
LEFH
BAIN
GCSR
SASR
SACP
SAEP
SGNR
SAREP
SAPN
SASLU
SASLU/VALRHO
SEC
SAET
SAED
STAS
SASC
SAEG
SAM
SPI

M. GOURIEVIDIS (Conseiller Nucléaire près de l'Ambassade de France en RFA)