

La sûreté nucléaire et les méthodes probabilistes (*)

par Pierre TANGUY,
Chef du Département de Sûreté Nucléaire
du C.E.A.

Après un rappel des principes de la méthodologie « classique » concernant la sûreté nucléaire, l'auteur définit l'approche probabiliste telle que le Dr Farmer l'a élaborée. Il commente ensuite les règles fondamentales qui ont présidé à l'élabo-

ration du rapport Rasmussen ainsi que les principales conclusions de ce rapport. Il s'attache enfin à définir les perspectives d'évolution — possible et souhaitable — de la méthode probabiliste en matière de sûreté nucléaire.

I. Introduction.

Cette conférence constitue une présentation générale de la question qui sera développée dans les articles suivants. Bien qu'elle ne se réfère qu'aux réacteurs nucléaires, et même essentiellement aux réacteurs à eau ordinaire, parce que ce sont ces derniers qui ont fait l'objet des études probabilistes les plus importantes (rapport Rasmussen), il est important de souligner en commençant que les méthodes probabilistes s'appliquent également à la sûreté des autres installations nucléaires, comme les usines de retraitement de combustible irradié, et que d'ailleurs les transports de combustible irradié ont fait l'objet, bien avant les réacteurs, d'analyses probabilistes des risques correspondants.

II. Méthodologie de la Sûreté Nucléaire.

Je commencerai par un rappel des principes de la méthodologie « classique » (c'est-à-dire non probabiliste) utilisée en sûreté nucléaire. Sous des appellations différentes — méthodes des barrières, défense en profondeur, progressivité de la sûreté, ... — il apparaît en fait un consensus général sur un certain nombre de concepts, que je présenterai rapidement en m'appuyant sur le schéma du PWR présenté sur la figure 1 (1).

Principe fondamental : il faut assurer le confinement des produits dangereux, essentiellement les produits de fission.

Méthode : on interpose entre ces produits et le public des « barrières » en série. Très schématiquement il y en a trois : la gaine en zircaloy du crayon combustible, l'enveloppe en acier du circuit primaire de refroidissement, l'enceinte de confinement qui englobe la totalité du circuit primaire.

(*) Le texte de M. Tanguy n'a pas été écrit pour publication mais pour servir de base à un exposé oral. Nous l'avons gardé tel quel car il nous est apparu qu'en l'occurrence, cela ne nuisait en rien à la clarté et à la cohérence des développements.

Il ne faut d'ailleurs pas se laisser abuser par cette schématisation, la réalité est plus complexe ; c'est ainsi par exemple que l'oxyde d'uranium lui-même joue un certain rôle dans le confinement des produits de fission, différent suivant la température de l'oxyde, son état (solide, liquide ou même vaporisé).

L'analyse de sûreté procède barrière par barrière suivant trois stades :

- **la prévention** : tout doit être fait depuis le choix du matériau de la barrière (gaine par exemple) et la définition de ses conditions de fonctionnement jusqu'à l'exploitation des systèmes prévus pour la maintenir dans ces conditions (circuit de refroidissement par exemple) pour garantir son intégrité dans tous les modes de fonctionnement prévisibles ;

- **la surveillance** : on doit vérifier en permanence que tous les paramètres intervenant dans la prévention restent dans les limites fixées, que la surveillance soit directe sur la barrière (détection de rupture de gaine par exemple) ou plus ou moins indirecte (température de sortie du réfrigérant par exemple) ;

- **l'action** : si les paramètres ci-dessus sortent des limites prescrites, on doit mettre en œuvre des dispositifs correctifs, soit par action automatique, soit par consignes.

Dès cet examen, il est nécessaire dans l'établissement de la liste des modes de fonctionnement prévisibles de formuler des hypothèses sur les défauts, erreurs, malfunctions, etc. qui constituent toute une gamme depuis les incidents que l'on peut presque appeler « normaux » parce que l'expérience montre qu'il s'en produit de semblables sur toute installation quelle qu'elle soit, jusqu'aux accidents exceptionnels.

En plus, l'analyse est complétée par l'étude proprement dite des accidents, qui a notamment pour objectif de vérifier que les barrières sont réellement indépendantes. La liste des accidents à prendre en compte résulte d'une discussion entre constructeurs et autorités de sûreté qui s'approfondit avec l'expérience acquise.

Il est important de remarquer ici que les notions de probabilités, même si elles n'apparaissent pas explicitement, sont déjà sous-jacentes dans cette approche :

- dans les hypothèses de fonctionnement prises en compte, où on retient en fait les plus probables ;
- dans le choix des défauts hypothétiques envisagés, avec ou non simultanités et coïncidences.

Cette notion de probabilité apparaît d'ailleurs sous une forme rustique dans la classification américaine des accidents en neuf classes, depuis ceux dont on attend une fréquence élevée jusqu'aux plus improbables.

(1) La figure 2, relative à un réacteur rapide, montre un schéma analogue dans le principe.

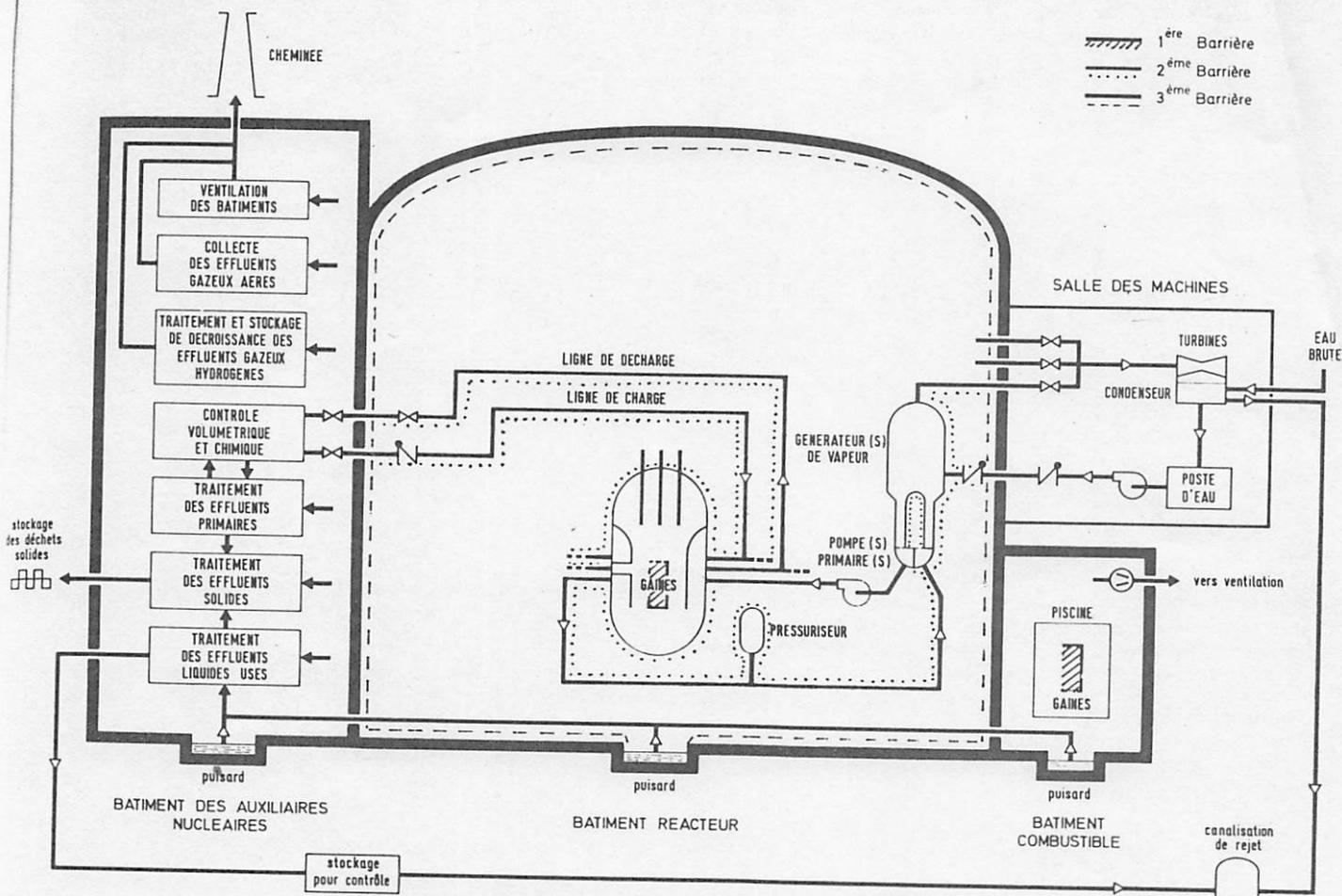


Fig. 1. — Réacteur à eau pressurisée : schématisation des principales barrières.

Mais le point essentiel à ce stade est qu'on ne relie pas cette notion de probabilité d'un accident à l'importance de ses conséquences. Ainsi, dans la réglementation américaine l'accident le plus grave pris en compte, dit accident de dimensionnement, doit avoir des conséquences limitées (par exemple exposition inférieure à 25 rem) indépendamment de sa probabilité d'occurrence. Au-delà (accident de classe 9) on dit que l'accident n'est plus « crédible », c'est-à-dire que sa probabilité est suffisamment faible, mais on ne calcule plus les conséquences.

Pour conclure cette première partie, disons que l'approche « classique » de la sûreté se présente sous forme d'une méthode cohérente et complète, permettant un dialogue commode entre les deux partenaires (constructeurs et organismes de sûreté) dans laquelle les notions de probabilités ne sont pas explicitées, ce qui laisse ouverte la possibilité de conflit sur les événements à prendre ou non en compte, sans moyen de jugement objectif, donc avec recours aux arguments d'autorité.

III. L'approche probabiliste de Farmer.

La « doctrine Farmer » a été présentée, pour la première fois par son auteur, le Dr Farmer, responsable de la sûreté nucléaire à l'U.K.A.E.A. (2) en 1967 au cours d'une conférence de l'A.I.E.A. (3). Son originalité ne réside pas à proprement parler dans l'introduction de probabilités quantifiées : des évaluations de la fiabilité des équipements

étaient déjà utilisées dans le nucléaire, et étaient courantes dans d'autres industries (aéronautique, électronique) ; on doit cependant indiquer que Farmer est à l'origine de la généralisation des études de fiabilité dans le nucléaire, et qu'il a constitué au sein de l'U.K.A.E.A. une équipe qui est devenue rapidement l'une des plus remarquables dans le monde.

L'originalité réside dans la courbe présentée par Farmer, et reproduite en figure 3, qui définit un critère d'acceptation d'un réacteur nucléaire en fonction à la fois des conséquences des accidents et de leur probabilité d'occurrence.

Le principe est simple à comprendre : j'accepte de construire une installation dont je sais qu'elle peut avoir un accident conduisant, disons à un mort, si je pense que la fréquence attendue de cet accident sera de l'ordre de un tous les dix ans, mais je n'accepte de construire une installation sur laquelle un accident pourrait causer la mort de 1 000 personnes que si je peux démontrer que la probabilité d'un tel accident est équivalente à un sur un million d'années.

Il est bien évident qu'exposé ainsi un tel principe soulève d'énormes difficultés. Ceux d'entre vous qui ont lu le rapport Rasmussen savent qu'il s'étend longuement sur la notion d'acceptation du risque, par les pouvoirs publics d'un côté, par le public lui-même de l'autre, et que l'approche ne peut

(2) U.K.A.E.A. : United Kingdom Atomic Energy Authority.

(3) A.I.E.A. : Agence Internationale de l'Énergie Atomique.

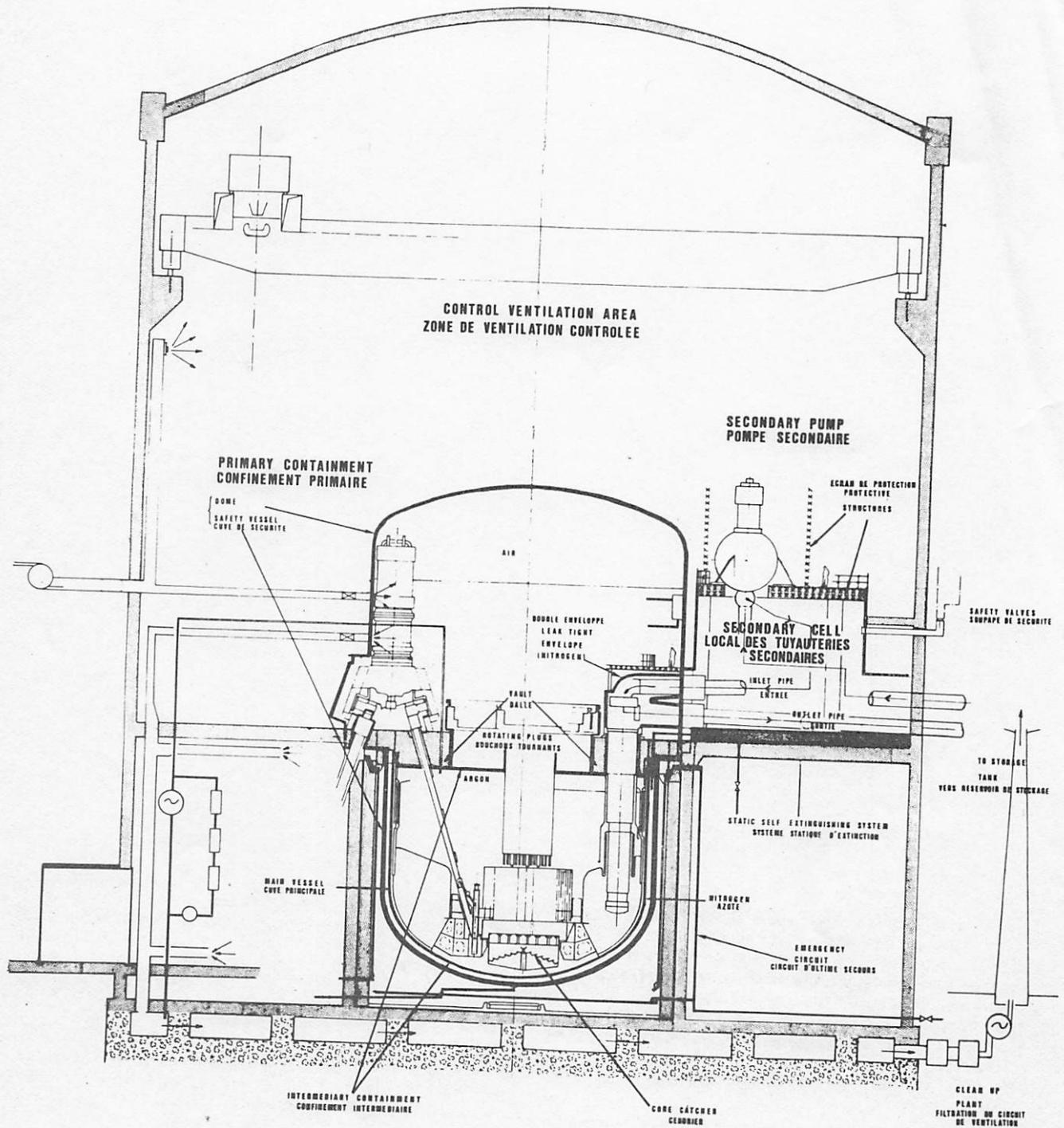


Fig. 2. — Le confinement de Super-Phenix.

être entièrement rationnelle. Je pense que c'est un sujet sur lequel nous reviendrons au cours de cette journée, et notamment dans la table ronde.

Farmer lui-même n'a d'ailleurs pas raisonné en termes de morts, mais de rejets de radioactivité, en rapportant ces rejets à une seule unité, par souci de simplification mais aussi parce que c'est le corps le plus significatif en cas d'accident, le curie d'iode 131. Le même raisonnement peut évidemment être fait en sommant tous les radionuclides, éventuellement pondérés pour tenir compte de leurs nuisances radiologiques respectives.

La courbe divise le plan en deux zones : vers le bas, c'est la zone « autorisée », c'est-à-dire que dans cette zone un accident donnant un rejet R a une probabilité d'occurrence P

inférieure à la limite P_{max} correspondant à ce rejet. Vers le haut, c'est la zone interdite : l'installation n'est pas acceptable si elle peut avoir un accident tombant dans cette zone.

Ici encore je préciserai que la présentation est schématique. On peut démontrer (cf. travaux de M. Bessis — Saclay) qu'il ne faut pas parler de courbe mais d'histogramme. On peut également discuter la pente, les valeurs absolues, etc., ce qui nous importe ici, c'est le principe général.

Le point crucial qui est apparu dès 1967, c'est qu'une telle approche était rigoureusement incompatible avec la méthode « classique » exposée au début de cette conférence, puisqu'on ne pouvait plus s'arrêter à l'analyse d'un accident de dimensionnement, dit « maximal crédible », mais qu'il fallait analyser tout un spectre d'accidents de plus en plus impro-

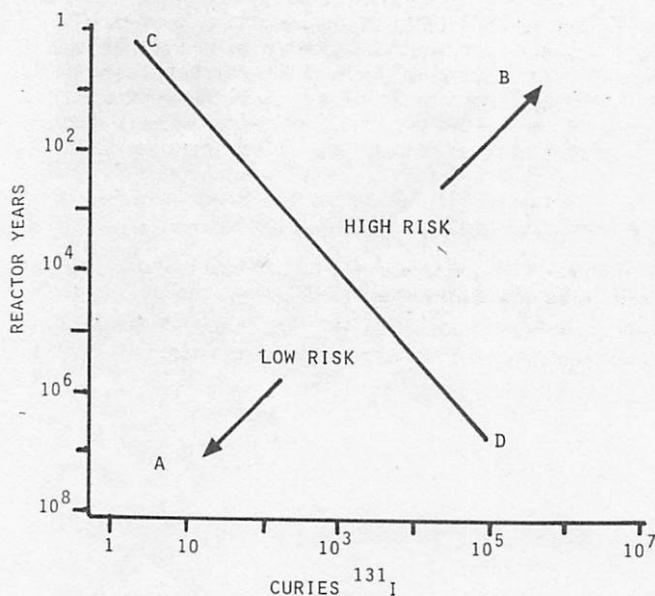


Fig. 3. — Courbe établie par le Dr Farmer définissant un critère d'acceptation d'un réacteur nucléaire.

bables. D'où le refus de certains organismes d'accepter cette approche, qui devait entraîner des discussions très dures dont se souviennent les membres du Comité de Sûreté de l'O.C.D.E. de l'époque (le célèbre C.R.E.S.T.).

Par ailleurs, deux difficultés subsistaient :

— sur le plan technique, il devenait nécessaire d'évaluer tous les accidents possibles, en conséquences et en probabilité, ce qui représentait un travail énorme en raison de la complexité d'une centrale nucléaire, et un travail difficile en raison du manque de données chiffrées ;

— sur le plan « politique », il devenait nécessaire d'obtenir un consensus sur le niveau du critère d'acceptation : quand juge-t-on être assez sûr ? « how safe is safe enough ? » qui devait donner lieu à Washington à des discussions passionnées en 1972.

Finalement, Farmer avait introduit une approche dont la logique paraissait devoir s'imposer tôt ou tard, mais qui soulevait des difficultés techniques, mais peut-être surtout psychologiques, considérables.

IV. Le rapport Rasmussen.

Je commencerai par une parenthèse. Nous autres techniciens avons tendance à croire qu'entre techniciens un accord

finissait toujours par s'établir, et qu'il ne faut pas mêler à la discussion ceux qui n'y connaissent rien. Nous avons ici un parfait contre-exemple. Il faut en effet reconnaître à mon sens que si l'étude Rasmussen fut lancée en 1972 ce fut pour répondre à la pression des contestataires américains, et non par prise de conscience d'une insuffisance logique de la réglementation de sûreté. Ceci est à garder en mémoire lorsqu'on s'étonnera des suites, ou plutôt de l'absence de suites, qu'a eues le rapport Rasmussen sur la réglementation aux Etats-Unis.

Les circonstances dans lesquelles a été lancée l'étude Rasmussen sont rappelées dans un article que j'ai écrit dans le premier numéro de la Revue Générale Nucléaire (4). Je les résumerai ainsi :

- la contestation antinucléaire battait son plein, avec notamment les fameux « hearings » sur le refroidissement de secours des réacteurs à eau ;
- parmi les thèmes majeurs de la contestation, c'était le risque lié aux gros accidents qui polarisait l'attention ;
- il fallait trouver des arguments propres à convaincre les opposants ;
- et il fallait en outre essayer de sortir d'une situation réglementaire très difficile, entraînant des délais et des retards importants. Sur ce dernier point, je dois souligner que nombreux étaient ceux qui ne pensaient pas que le passage à une approche probabiliste était le bon moyen pour sortir de cette situation, et d'ailleurs depuis la procédure s'est améliorée, indépendamment de l'étude Rasmussen elle-même.

La figure 4 résume schématiquement le principe de l'étude : partant des hypothèses de défauts dont nous parlions au début de cette conférence, mais en s'efforçant de couvrir tous les défauts entraînant des conséquences graves, on évalue les séquences accidentelles qui en résultent tant en conséquences qu'en probabilité, et on compare le résultat aux évaluations analogues que l'on peut faire pour les autres activités industrielles humaines.

Le tableau I et les figures 5 et 6 présentent les résultats, tels qu'ils apparaissent dans la première version du rapport, celle d'août 1974, qui est celle que nous connaissons le mieux pour avoir pu l'analyser en détail. Tout le monde connaît la conclusion : les risques présentés par les centrales nucléaires sont très inférieurs à ceux qui résultent des autres activités industrielles.

De même ils sont également inférieurs à ceux encourus par suite des phénomènes naturels tels qu'ouragans ou tremblements de terre, et de l'ordre de grandeur de ceux correspondant aux chutes de météorites !

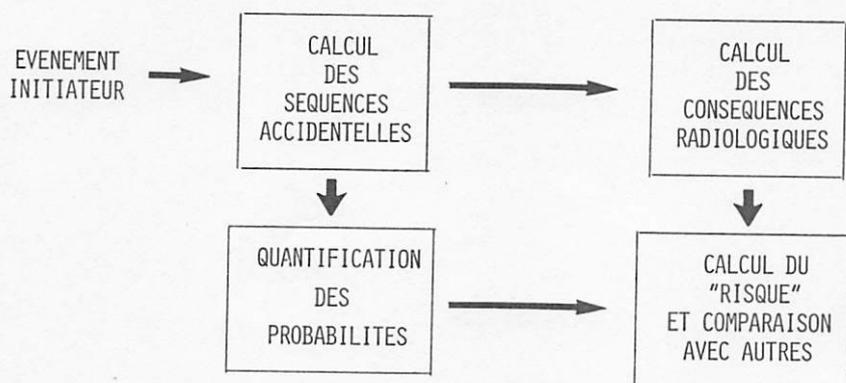


Fig. 4. — Principe de l'étude menée par le Dr Rasmussen.

(4) « Que faut-il penser du rapport Rasmussen ? », par P. Tanguy, R.G.N., 1975, n° 1, février-mars, p. 35 à 43.

Tableau I. — Probabilité d'un accident causant plus de 100 morts. (Rapport Rasmussen première version).

Chute d'avion	: 1 accident sur	2 ans
Incendie	: 1 accident sur	7 ans
Explosions	: 1 accident sur	16 ans
Gaz toxiques	: 1 accident sur	100 ans
Tornades	: 1 accident sur	5 ans
Séismes	: 1 accident sur	20 ans
Météorite	: 1 accident sur	100 000 ans
100 réacteurs nucléaires	: 1 accident sur	10 000 ans

Je tiens à dire tout de suite qu'énoncés de façon simpliste, ces résultats sont discutables, car il ne faut pas se dissimuler que de nombreux facteurs d'incertitude affectent les résultats finaux et si on a quelques bonnes raisons de penser que l'étude Rasmussen confirme les techniciens dans leur conviction que les dispositions prises pour la sûreté des centrales sont telles qu'on peut raisonnablement les considérer comme sûres, je ne pense pas qu'il faille accepter sans réserves les ordres de grandeur obtenus.

Ce que l'on peut retenir à ce niveau, ce sont les deux ordres de grandeur suivants :

— la probabilité qu'un réacteur ait un grave accident, c'est-à-dire un accident entraînant une fusion, partielle ou totale,

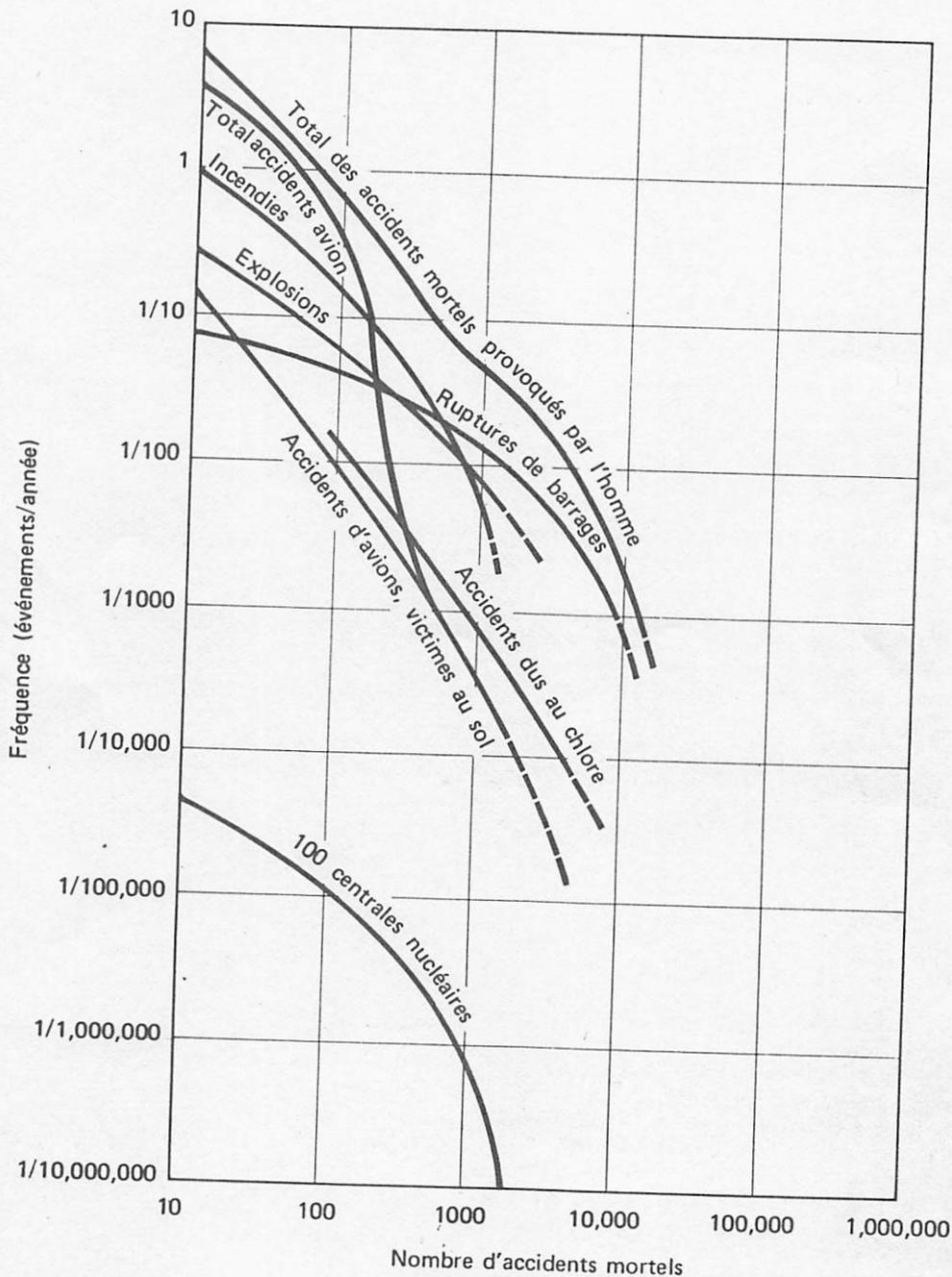


Fig. 5 — Comparaison des probabilités d'accidents dus à des activités humaines (Rapport Rasmussen, première version).

du cœur (disparition de la première barrière) est de l'ordre de 10^{-4} par an, ce qui n'est pas incompatible avec le fait qu'à l'heure actuelle, après quelques milliers d'années x réacteurs d'expérience, on n'ait observé aucun accident de ce type ;

— la probabilité qu'une fusion de cœur, en supposant qu'elle se soit produite, ait des conséquences très graves sur l'environnement, de l'ordre de la centaine ou plus de personnes gravement irradiées, est seulement de l'ordre de quelques pour cent, car les produits de fission ne passent pas facilement dans l'environnement. Ici, bien évidemment, on n'a aujourd'hui aucune confirmation expérimentale globale.

Sur un plan plus technique, on peut tirer de nombreux enseignements de l'étude Rasmussen :

— la valeur de la méthode probabiliste a été démontrée et ceci malgré les objections techniques que j'avais rappelées ;
 — les résultats numériques obtenus pour les diverses défaillances constituent des références extrêmement précieuses pour toutes les études analogues que nous pouvons faire ;
 — on peut classer par ordre d'importance les problèmes de sûreté : c'est ainsi qu'il est apparu que le mauvais fonctionnement de vannes sur le circuit de secours des PWR était un point critique. Ce classement doit cependant être apprécié dans chaque cas particulier d'installation ;
 — le rapport fournit une base qui peut être utilisée pour élaborer des critères de sûreté, par exemple pour classer en

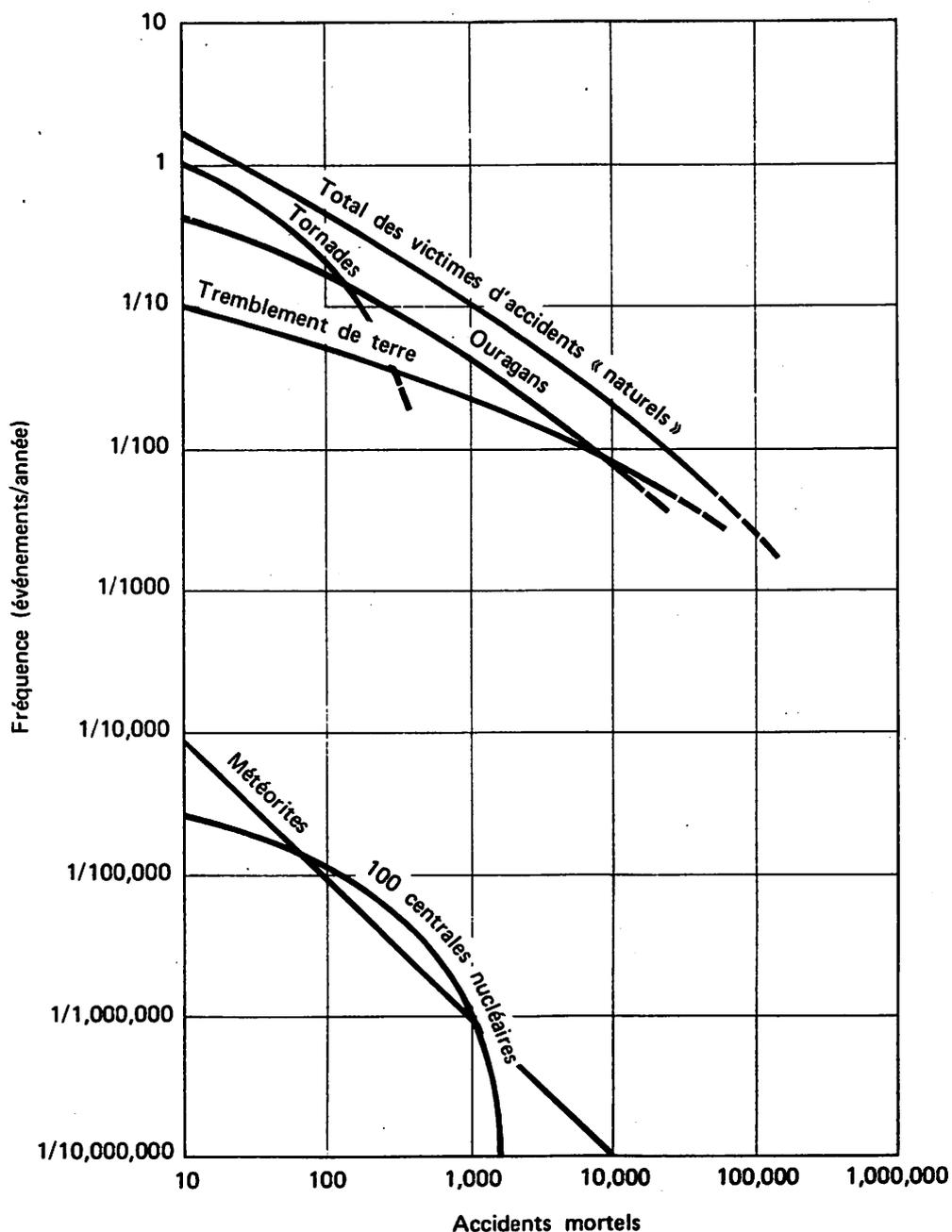


Fig. 6. — Comparaison des probabilités d'accidents dus à des phénomènes naturels (Rapport Rasmussen, première version).

valeur relative les sites possibles pour un réacteur (voir plus loin, l'article de M. Candès).

— il fournit une « grille » à partir de laquelle on peut orienter les différentes études de sûreté en fonction de l'impact de leurs résultats sur le niveau de sûreté global atteint ;

— enfin il offre une possibilité de quantifier objectivement les exigences de sûreté et d'harmoniser les critères de sûreté par une évaluation coût-bénéfice : on sait qu'une sûreté absolue est impossible, il s'agit donc de faire porter l'effort sur ce qui est le plus important. On aborde ainsi la refonte de la réglementation. J'y reviendrai.

Inversement, ce que n'apporte pas le rapport Rasmussen peut se résumer simplement : il ne contient pas toute la sûreté :

— sur le plan des études, il subsiste des inconnues sur des phénomènes physiques qui entrent en jeu dans les séquences accidentelles. Par exemple, Rasmussen admet que si le système de refroidissement d'urgence du cœur du réacteur (E.C.C.S.) fonctionne comme prévu, il n'y a pas fusion, il faut le démontrer ;

— pour l'analyse de sûreté, il reste nécessaire de procéder à l'examen qui permettra de garantir que la qualité de l'installation « au départ » est bien celle qui est supposée par Rasmussen.

Pour conclure cette partie, je répéterai que le rapport Rasmussen constitue incontestablement un apport considérable pour la sûreté, mais des critiques peuvent cependant lui être apportées.

V. Commentaires et version finale du rapport Rasmussen.

Je préciserai tout d'abord que le rapport Rasmussen a été abondamment commenté (même par des gens qui n'en ont certainement pas lu les 3 000 pages) et a donné lieu à une littérature très abondante : contre-rapports, dont le plus connu est celui dirigé par le contestataire américain Kendall, exégèses, contre-contre-rapports (j'en connais au moins quatre...) et il ne peut être question que je m'engage dans une analyse des arguments et contre-arguments. Les contestataires souhaitent d'ailleurs ce genre de discussions sans fin, qui laissent au public l'impression qu'il s'agit de batailles d'experts dans lesquelles personnes n'a vraiment raison. Je traiterai toutes les critiques en bloc, quelles que soient les origines, en en excluant les aspects qui ne sont que de la simple controverse.

J'ai classé, un peu arbitrairement, les critiques en quatre thèmes principaux :

Premier thème : la méthode.

Éliminons tout de suite la critique portant sur les arbres de défaillance qui auraient été rejetées par la N.A.S.A. ; techniquement elle ne tient pas. Ce qui est valable par contre, c'est que les défauts de mode commun restent le talon d'Achille de toute analyse de fiabilité, et que l'expérience, la systématisation restent encore nécessaires. Disons également que la prise en compte de l'ignorance humaine est difficile dans une approche totalement « mécaniste » des séquences accidentelles.

Deuxième thème : les causes initiatrices.

Le reproche de ne pas être complet n'est pas en fait fondamental, car on peut penser que le risque d'avoir laissé échapper des séquences importantes est faible compte tenu du grand nombre (plusieurs milliers) de séquences prises en compte. On peut par contre regretter l'insuffisance de systématisation dans la définition des défauts initiateurs, et le choix d'événements trop globaux, non accessibles à une expérience statistique significative. En outre, on peut penser que des recherches complémentaires sont à faire au moins

dans deux secteurs : séismes et ruptures de cuve. Je signalerai pour terminer sur ce point que les auteurs ont analysé l'accident Browns Ferry et montré que la prise en compte dans le rapport d'accidents de ce type (incendie causant un défaut de mode commun) est dans le bon ordre de grandeur.

Troisième thème : le calcul des conséquences.

Les hypothèses retenues par Rasmussen ne sont pas toutes nécessairement pessimistes (évacuation, quantité de radioactivité rejetée, effets sur la thyroïde) et elles ont été d'ailleurs corrigées dans la version finale. De là à en déduire comme Kendall qu'il faut multiplier les effets par 16, puis ajouter les marges d'incertitude, ça ne tient pas, car il y a en sens inverse des hypothèses très pénalisantes.

Quatrième thème : ce qui n'est pas dans le rapport.

Le sabotage, l'effet du plutonium (mais ça ne change pas les ordres de grandeur), les autres installations (usines, transports, déchets, etc.) : c'est vrai.

La version définitive a été publiée en novembre 1975, les annexes ne nous sont parvenues que tardivement et n'ont pu faire l'objet d'une analyse détaillée. Je serai donc assez bref.

Globalement, les résultats sont très peu différents, peut-être un peu meilleurs, comme le montre la figure 7, mais ce n'est pas significatif à mon avis.

Ce qui a changé :

- suite aux avis d'un groupe d'experts, Rasmussen n'a pas conservé une loi linéaire pour l'évaluation des conséquences en fonction de la dose. A noter que d'autres experts maintiennent que seule la loi linéaire doit être employée ;
- les conséquences radiologiques ont été plus approfondies ;
- le modèle météorologique et le modèle population sont plus réalistes (pour les Etats-Unis) ;
- l'évacuation en cas d'accident est plus pessimiste ;
- notons enfin qu'alors que le projet donnait PWR et BWR « à égalité », la version finale donne un léger avantage au BWR. Mais maintenant ça n'a plus d'importance.

En conclusion de cette partie, je pense qu'en première approximation, critiques et nouvelle version du rapport ne changent rien aux conclusions que nous avons tirées de l'analyse du rapport provisoire.

VI. Les perspectives.

Il y a une première façon d'aborder ce point, c'est à travers le conflit constructeurs-organismes réglementaires.

Schématiquement, on peut avancer ces quelques commentaires :

— pour les constructeurs, il s'agit de mettre fin aux demandes injustifiées des organismes réglementaires (par exemple le deuxième système d'arrêt pour faire face aux ATWS⁽⁵⁾), de généraliser l'approche coût-bénéfice évoquée plus haut, et surtout de n'accepter une réglementation « probabiliste » que si en échange l'organisme de sûreté abandonne ses autres exigences et ne les superpose pas ;

— pour l'organisme réglementaire et son support technique, on souhaite aborder l'étude des accidents au-delà de l'accident de dimensionnement, et on juge que l'expérience d'exploitation est encore insuffisante pour abandonner les exigences de sûreté présentes.

Pour compliquer le débat, d'autres éléments interviennent : la concurrence, notamment à l'exportation, la difficulté de collecter les informations de fiabilité d'exploitation, l'information du public qui ne paraît pas facilitée et la difficulté de fond de fixation d'un niveau absolu de sûreté.

(5) A.T.W.S. : Anticipated Transient Without Scram ; transitoire sans chutes de barres.

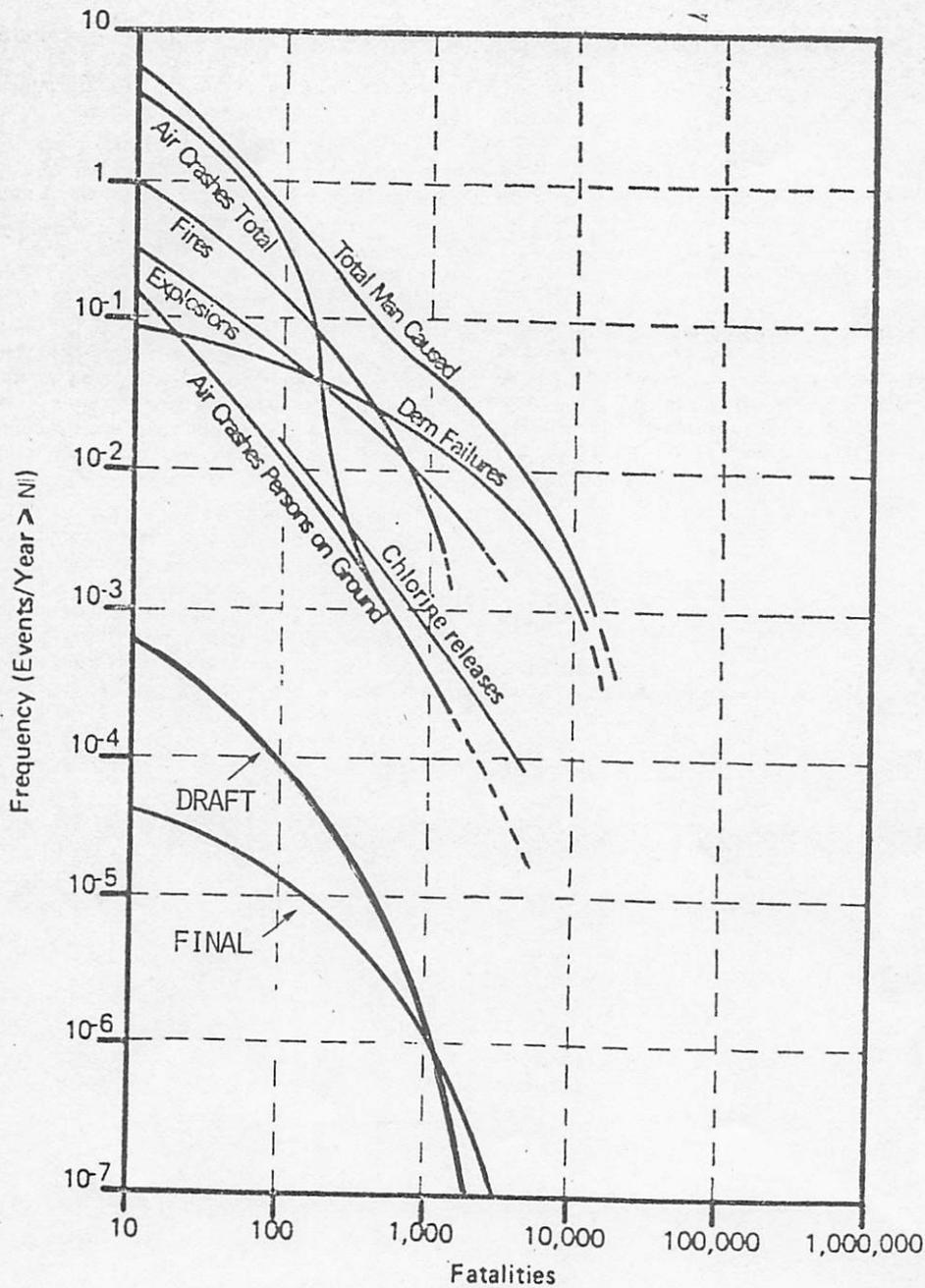


Fig. 7. — Comparaison des probabilités d'accidents dus à des activités humaines (Rapport Rasmussen, version définitive).

Je pense personnellement que cette approche est sans issue, et que pour essayer d'y voir clair dans les perspectives d'avenir de la sûreté dans une optique probabiliste, il faut dépassionner le débat et partir du plus simple vers le plus compliqué.

Le plus simple, c'est l'analyse fiabiliste des systèmes importants pour la sûreté et la recherche des meilleures solutions, qui, lorsqu'elle intervient au niveau de la conception, ne coûte pas nécessairement plus cher. Ceci est maintenant bien engagé, et les conférenciers suivants en parleront en détail.

En parallèle, il faut organiser le recueil des données de l'expérience qui permettront seules de garantir les résultats des analyses précédentes. Il faut évidemment se limiter pour

ne pas avoir à mettre en œuvre des organisations déraisonnables et inexploitable en pratique. Ceci est en cours, aux U.S.A., mais aussi en France, entre l'E.D.F. et le C.E.A. On en reparlera également aujourd'hui.

Déjà plus élaborée, c'est l'application des probabilités à des jugements de sûreté. Ceci est en cours également, mais sur des points précis et limités, par exemple le choix d'une redondance dans l'E.C.C.S., la fixation de règles opérationnelles. Il paraît clair en effet qu'on ne peut refuser une évaluation quantifiée lorsqu'on ne dispose pas d'autres critères justifiés.

Si on veut aller au-delà, c'est-à-dire passer au niveau de la réglementation technique, on doit distinguer à mon avis, deux volets.

Le premier concerne les sites. M. Candès en traite plus en détail dans ce numéro. Il m'apparaît qu'il y a dès à présent un accord pour mettre progressivement en œuvre des critères de sélection des sites fondés sur une analyse probabiliste des conséquences d'accidents. Déjà la deuxième version Rasmussen prend en compte les sites réels américains. Français et Allemands envisagent d'étudier les conséquences de rejets « Rasmussen » sur les sites dans leur pays. Pour les séismes, la situation est plus complexe, de nombreux sismologues étant très réticents vis-à-vis de toute notion de probabilité.

Le deuxième volet concerne les installations elles-mêmes. En premier lieu, on peut s'attacher à une homogénéisation des critères de sûreté. Il me paraît nécessaire d'être très prudent, et d'être assuré d'avoir bien fait le tour de chaque problème avant de réglementer. Ensuite viendra la question du niveau : « how safe is safe enough ? ». Elle passe par une meilleure appréciation des gros risques et des événements très peu fréquents. Je ne crois pas qu'il faille prendre les résultats actuels Rasmussen pour garantis.

VII. Conclusion.

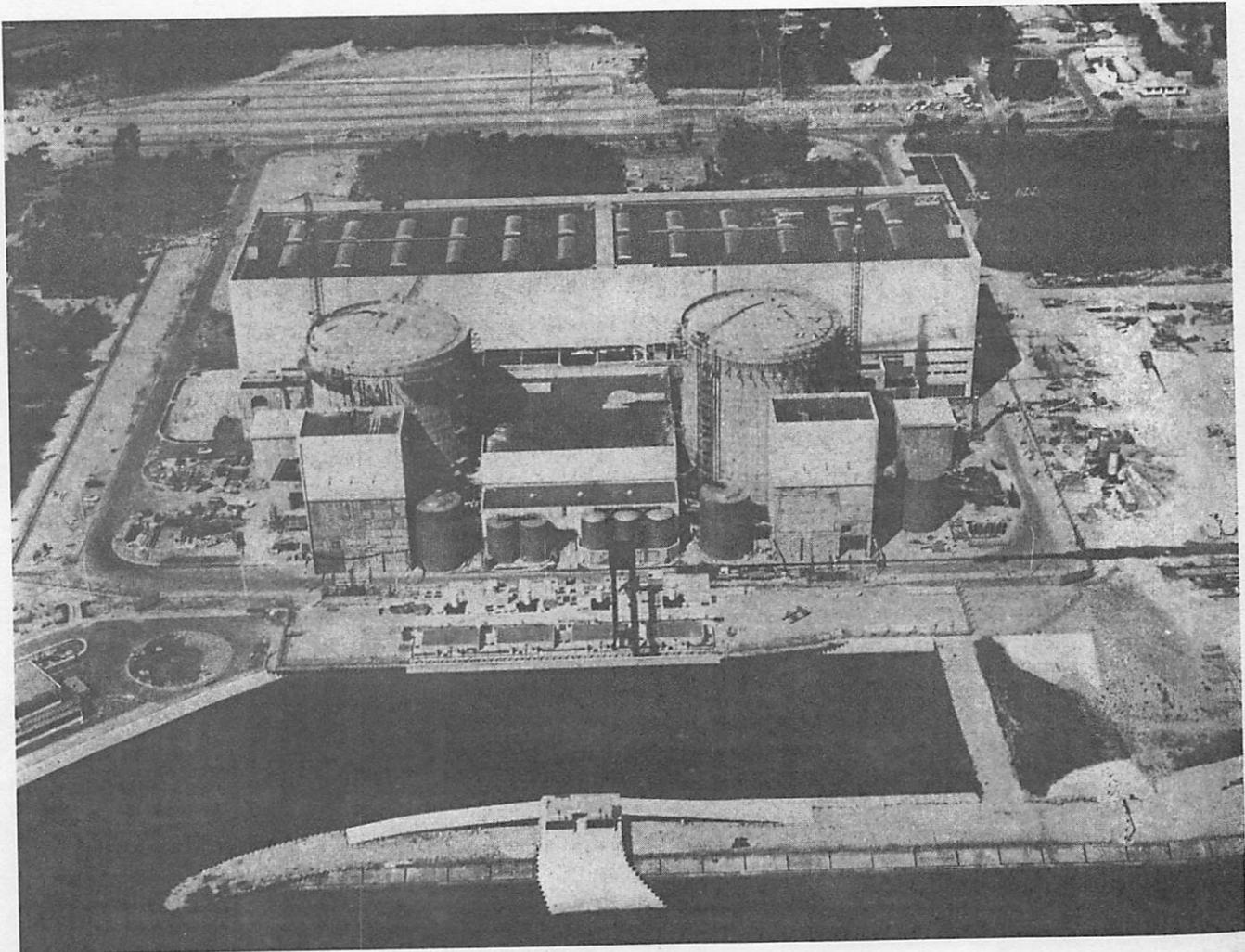
Je rappellerai tout d'abord que si dans cette conférence je n'ai parlé que des réacteurs, il ne faut pas oublier que la

même approche peut s'appliquer aux autres installations. A titre d'exemple, je pense qu'il serait très utile d'analyser par la même méthode la sûreté des stockages de produits de fission de haute activité en solution.

Je répéterai encore qu'il ne faut pas croire que le rapport Rasmussen a résolu définitivement tous les problèmes de sûreté. Nous avons encore beaucoup à apprendre et notamment beaucoup de choses à tirer de l'expérience d'exploitation des nombreuses centrales engagées dans le monde. A condition bien sûr que tous les incidents soient rapportés honnêtement même lorsqu'ils n'ont pas conduit à des conséquences graves.

Pour développer une approche probabiliste de la sûreté, je crois qu'il faut que tout le monde s'y mette en même temps, d'abord pour que tout le monde parle le même langage, ensuite parce que les optiques constructeurs et organismes réglementaires sont en fait complémentaires et non concurrentes.

L'objectif commun, ce doit être une meilleure connaissance de la sûreté réelle des installations. Nous sommes tous convaincus que les réacteurs que nous construisons sont sûrs, mais nous savons aussi que bien des phénomènes restent encore mal connus. Les probabilités constituent un outil. Evitons de l'utiliser pour chercher ce qui peut nous arranger à court terme, mais pour tendre vers un meilleur niveau de sûreté absolu, c'est ce qui nous arrangera tous à long terme.



La centrale de Fessenheim.

Evaluer les séquences accidentelles, en conséquences et en probabilité.

La
et
à

par
Adjo
de S

L'a
tions
liste
aspec
site
exté
d'orig
ne, p
domn
grave
sion
mène
nant
sur l
lation

I. In

L'i
cré
nant
de c
insta
quan
due
sourc
chiff
duits
1 000
attei
quel
d'au

L'
s'ass
entra
éche

D.
caté
favo

— E
l'ins
l'env
celle