

**Revue de quelques
accidents notoires dans le
contexte de la production
d'énergie à partir
d'installations nucléaires**

Les accidents des débuts du nucléaire

- *NRX (1952)*

- « Premier accident significatif de réacteur » à Chalk River
- Réacteur expérimental à D₂O de 20 MW thermiques à uranium naturel, pour acquisition des connaissances et production d'isotopes depuis juillet 1947.
- Lors d'expériences de refroidissement du cœur: des barres de refroidissement ne redescendent pas complètement dans le cœur – une erreur de communication du numéro de bouton de contrôle... La puissance double toutes les 2 secondes: à 90 MW, un opérateur vidange la calandre de son eau lourde (modérateur de neutrons)

- En découle une première explosion vapeur, certains tubes de la calandre explosent, de l'hydrogène est libéré... une violente explosion détruit plusieurs tubes (25 des 175).
- L'eau est fortement radioactive car en contact avec du combustible dégradé.
- Tout le bâtiment est contaminé, jusqu'à un mètre d'eau dans les parties basses.
- Des centaines de militaires canadiens et américains (dont le jeune Jimmy Carter) travaillent deux ans pour la réfection.
- Conséquences biologiques – mal tracées à l'époque – sont jugées minimales.

Windscale (1957)

- Premier accident important de réacteur
- Sur le premier réacteur militaire britannique
- De 1947: deux piles modérées par du graphite et refroidies à l'air ---> production de Pu de qualité militaire
- Air: pour éviter les problèmes d'oxydation ou d'effet neutronique de vidange
- Mais risque d'incendie du graphite exacerbé par *effet Wigner* prédit par Eugène Wigner dès 1942: neutrons font éjecter des atomes de C, d'où un cumul d'énergie, T croît > 1200°C
- Série de mauvaises interprétations... incendie... erreurs... 120 canaux en feu: personnel héroïque pour pousser les rondins vers l'arrière de la pile... moins de refroidissement... les pompiers noient ce qui fonctionne encore... Catastrophe.

Santa Susana (1959)

- Fin années 50: US met un effort considérable en technologie nucléaire.
- Certains concepts improbables sont testés: réacteur thermalisé au C et refroidi au Na liquide – donc les inconvénients de deux filières rapide et thermalisée.
- Santa Susana Field Laboratory. Près de Canoga Park (Ca), 48 km n-o L.A.

- Puissance de 20 MWth pour 5,8 MWe.
- Circuit intermédiaire d'échange de chaleur entre Na et eau chauffée par générateurs de vapeur... trop d'intermédiaires, peu efficace.
- **13 juillet**: bouchage partiel de qqes canaux de Na d'où fusion partielle de 13 assemblages combustibles.
- Cause: fusion d'une huile de refroidissement – agrégation – colmatage de certains canaux
- Opérateurs se rendent compte de la fusion le **26 juillet** au démontage! Etc. 14 mois et hop!
- Environ 50 curies relâchés. OK 1960-1964

Idaho Falls (1961)

- Le plus meurtrier des accidents sur le sol américain
- Réacteur expéri. À eau bouillante construit par ANL commandé par l'armée, pour éventuellement l'installer en arctique – 3 MWth pour 200kWe.
- Construit sur des « poteaux » pour simuler le permafrost.
- Deux ans de fonctionnement sans problème: entretien routinier le 23 décembre 1960.

- Montée trop soudaine probable de la grappe centrale: excursion de puissance à 4 GW en 4 ms.
- Explosion vapeur: expulsion des barres de contrôle.
- La cuve saute, soulevée de 3 m!
- 3 opérateurs: 22, 25 et 25 ans jeunes militaires y laissèrent leur vie.
- Entre 80 et 270 MJ sur moins de 10 ms: impossibilité de réagir pour les opérateurs.

Saint Laurent des Eaux A1 (1969)

- Le plus grave sur le territoire français: une fusion partielle de combustible dans le réacteur A1 – le 17 octobre 1969.
- Partie de la dernière vague de cons. D'UNGG (U Na. Graphite Gaz), couplé en 1969 au réseau jusqu'en 1990.
- 1 662 MWth pour 480 MWe.
- 446 t d'U naturel sous forme de métal gainé en cartouches

- Après 7 mois de couplage, lors de manutention d'éléments combustibles dans un canal, des complications surviennent:
- erreur de programmation (cartes perforées)?
- erreur de manipulation?
- Probablement une erreur humaine, mais il ne fut pas possible de comprendre exactement
- Fusion partielle... pulvérisation de poussière radioactive... Décontamination complexe.
- Un an plus tard: 1970 jusqu'en 1990
- A2: 1980, fusion partielle différente...
- Raisons économiques surtout: on abandonne les UNGG...

Three Miles Island (28 mars 1979)

- Sur une île de la rivière Susquehanna, 16 km d'Harrisburg (Penn) et 180 de Washington
- Réacteur 2 a atteint la criticité le 28 mars 1978
- 2 772 MWth, 905 MWe: est à 97% de sa pleine puissance; le réacteur 1 à l'arrêt. 4 h 00.
- **Phase 1:**
 - Nombreuses alarmes: pompe 1A des condensats s'est arrêtée
 - ... perte de vapeur, arrêt de la turbine
 - Mais le système d'eau de secours ne démarre pas...

- Les vannes sont anormalement fermées, même si les 3 pompes fonctionnent, en contradiction FORMELLE avec les spécifications: fermeture probable deux semaines auparavant pour entretien...
- La température monte: pas de refroidissement
- **Phase 2:** Cœur n'est plus refroidi
- Découvrement du cœur
- **Phase 3:** cœur à nouveau OK mais choc thermique fait écrouler une partie supérieure du cœur.
- Renoyage définitif du cœur

- **Phase 4:** relocalisation du corium* en fond de cuve
- Cumul de défaillances multiples
- Bilan et conséquence:
- Amélioration de la sûreté
- « Point de vue sanitaire: aucune conséquence sur la santé des habitants vivant près de la centrale », Serge Marguet

* Le **corium** est la matière qui est formée lors de la fusion du cœur d'un **réacteur** nucléaire

Tchernobyl (26 avril 1986)

- Vers 1 h 00, le réacteur 4 explose
- Cause: une excursion de puissance incontrôlée
- 300 MCi sont relâchés: 6000 fois Windscale, 100 fois les essais atomiques aériens
- **Type RBMK**: 3200 MWth, 1000 Mwe
- Pas de séparation cœur-groupe turbo-alternateur
- Système d'arrêt é.m.: 20 sec, 10 fois par gravité
- Autre défaut: danger à moins de 25% de puissance max.

- Essai expérimental à basse puissance pour étudier le comportement instable et pour démontrer que le pilotage demeurerait possible SANS usage des dispositifs de sécurité!
- Entretien en cours: essai à 1000 MWth
- 3 systèmes de sécurité inhibés
- Trois autres violations de consignes de sécurité
- Opération: basculement manuel raté: puissance tombe à 30 MWth.
- On veut ré-augmenter la puissance: on retire trop de barres de contrôle – empoisonnement au xénon 135...
- On inhibe une autre sécurité automatique...
- Finalement: puissance progresse... 100 fois plus en 4 secondes!

- Déformation des canaux des barres: à peine à 1 m 50 au lieu de 7 m.
- Combustible fondu: explosion de vapeur
- Radiolyse de l'eau: O et H
- Puissante explosion: le bouchon supérieur de 2000 tonnes saute et retombe de travers
- Bâtiment conventionnel détruit en partie
- Une grande quantité de produits radioactifs se retrouvent dans l'atmosphère sans filtration
- Structures latérales solides: canalisation du souffle vers le haut!
- Environ 300 Mci sont libérés, soit 20% du coeur
- 150 000 km² sont fortement contaminés à 1/3 – 1/3 – 1/3

Fukushima (11 mars 2011)

- Tremblement de terre: 8,9 sur Richter – deuxième plus puissant
- Centrale Fukushima Dai-ichi résiste bien mais le tsunami noie l'ensemble des 13 groupes électrogènes de secours et les alimentations électriques externes
- 4 réacteurs ou piscines vont s'échauffer irrémédiablement

- Séisme: 6 lignes électriques qui alimentent la centrale sont détruites, plus le transformateur
- 13 des 14 diesels démarrent...
- Une heure plus tard: le tsunami frappe, la vague de 14 m détruit les diesels et les pompes de refroidissement à eau de mer.
- Plus de froid, plus d'électricité
- Cœurs noyés, oxydation des gainages: production de H – confinement rempli
- Le coeur fond, pression monte, explosion
- Pire catastrophe du nucléaire civil