**Fukushima, 5 ans après**

(Synthèse par **Jean-Pierre Pervès** (ancien directeur du CEA-Saclay) et **Maurice Mazière** (ancien Directeur du CEA-Cadarache), ancien Président et Président du Groupe de Réflexion sur l'Energie au 21ème siècle de la SFEN[1] (GR21).

*En bref : un lent retour de la population des zones évacuées ; les activités de pêche reprennent progressivement ; 30.000 hectares de terres agricoles sont remis en production ; Sur les 48 réacteurs mis à l’arrêt après l’accident, 4 ont été remis en service et la construction de 3 nouveaux réacteurs se poursuit.*

Le 11 mars 2011, en début d’après-midi, le site de la centrale de Fukushima Dai-ichi (TEPCO) est victime d’un *tremblement de terre suivi d’un tsunami*.

Cinq ans plus tard, quelle est la situation à Fukushima et au Japon ?

La centrale, gravement endommagée, a relâché d’importantes quantités d’effluents radioactifs, nécessitant l’évacuation d’environ 127 000 personnes, dont 78 000 en urgence dans les jours qui ont suivi l’accident*. Le tsunami qui a inondé et dévasté 561 km² de terres, et dont le bilan humain s’est élevé à environ 19 000 morts et disparus et 340 000 personnes sinistrées,* et l’accident, classé au niveau 7 de l’échelle internationale de sûreté, ont profondément modifié le pays.

**Situation complexe mais qui progresse à la centrale**

Les débris des quatre des coeurs des réacteurs sont désormais froids et réfrigérés de manière sûre et continue. Les rejets radioactifs atmosphériques sont très réduits, mais la situation radiologique sur 20 % de la surface du site reste difficile.

***L’évacuation du combustible des piscines de décroissance***

Les piscines d’entreposage des combustibles usés des quatre réacteurs dévastés contenaient au moment de l’accident 2 724 éléments combustibles avec un inventaire radiologique très important. Il a été jugé très prioritaire d’évacuer ces combustibles vers des entreposages sûrs. C’était en particulier le cas de la piscine du réacteur 4, la structure du bâtiment ayant été particulièrement ébranlée par une explosion hydrogène. Une étape importante a été franchie le 22 décembre 2014 par TEPCO avec le retrait de tous les combustibles de cette piscine. L’électricien a transféré vers un stockage sûr les 1 533 assemblages de combustibles après avoir construit au-dessus du réacteur un nouveau hall de manutention ventilé dans un délai très court. L’expérience acquise, précieuse et convaincante, sert de base à deux nouveaux chantiers. Le réacteur n°3, débarrassé de tous les débris du hall supérieur, va être recouvert dès 2016 par un nouveau hall de manutention, déjà préfabriqué en usine, et le toit provisoire du hall réacteur 1 vient d’être démonté pour engager l’évacuation des débris des destructions. L’objectif révisé est d’achever le chantier d’évacuation des combustibles du réacteur 3 fin 2017 et celui des réacteurs 1 et 2 en 2020.

***La gestion de l’eau contaminée***

Les réacteurs accidentés continuent d’être refroidis par des injections d’eau, eau qui se mélange aux entrées d’eaux de la nappe phréatique dans des sous-sols, qui ne sont plus étanches. Chaque jour environ 350 tonnes d’eau très contaminée sont pompées, traitées pour être recyclées ou stockées, faute d’autorisations de rejet. Environ 640.000 m3 sont stockés dans des réservoirs, 97% ayant désormais été épurés. Une partie des réservoirs initiaux, réalisés en urgence, sont progressivement remplacés par des réservoirs soudés pour éviter des fuites incidentelles.

Un second chantier prioritaire concerne la réduction des rejets de radioactivité vers la mer en évitant la contamination des eaux de la nappe phréatique circulant sous les réacteurs. Il a été engagé depuis 4 ans en trois phases :

* un drainage à l’amont de la nappe pour en baisser le niveau (depuis 2012/2013) et réduire ainsi le volume d’eau pénétrant dans les sous-sols des réacteurs.
* La construction d’une paroi étanche côté mer qui permet de prélever les eaux contaminées de la nappe en aval des réacteurs pour traitement et contrôle avant rejet en mer (opérationnel depuis l’automne 2015).
* Et enfin l’installation d’un coffrage pharaonique de 1600 m de long, qui encerclera les quatre réacteurs, descendant jusqu’à une couche géologique étanche à 27 m de profondeur. Ce barrage, réalisé en gelant le sol, pourrait permettre de pomper toutes les eaux contaminées sous-jacentes pour traitement. Il est réalisé aux deux tiers et devrait être pleinement opérationnel en 2016.

Le succès de ces trois réalisations majeures (l’efficacité de la dernière restant à démontrer) pourrait permettre dès 2016 une quasi suppression des rejets radioactifs en mer. L’autorité de sûreté a autorisé, en concertation avec les pécheurs, le rejet en mer des eaux de nappe amont et aval après épuration et contrôle.

***Les réacteurs 1, 2 et 3***

Les coeurs des trois réacteurs opérationnels au moment du séisme ont été totalement endommagés. Le diagnostic de leur état et de leur position est extrêmement complexe compte tenu de la géométrie très particulière de ces réacteurs à eau bouillante de première génération[2] et du niveau très élevé de radioactivité ambiante.  L’utilisation d’une radiographie « neutrinos » début 2015 a permis de confirmer que les débris du coeur du réacteur 1 avaient percé le fond de la cuve et étaient sur le radier béton au fond de l’enceinte de confinement en acier. Il est probable que ceux des réacteurs 2 et 3 sont partiellement ou totalement dans la même position, ce qui rendra complexe leur extraction. C’est un chantier d’une vingtaine d’années qui s’annonce, les robots d’exploration devant emprunter des chemins complexes et ne pouvant résister plus de quelques heures à la radioactivité ambiante.

**Impact radiologique pour les exploitants**

Le nettoyage du site a contribué à réduire sensiblement les contraintes d’exploitation. Environ *dix mille travailleurs sont présents sur le site* et, depuis 2012, *les dosimétries sont toutes inférieures au seuil réglementaire de 20 mSv/an*[3], la dosimétrie moyenne étant inférieure à 1 mSv/an.

Un premier cas de maladie professionnelle a été reconnu, une leucémie. Il s’agit d’une reconnaissance administrative, une indemnisation étant automatiquement due à un travailleur du nucléaire s’il a été exposé à un rayonnement annuel de 5 milli sieverts et développé le cancer plus d’un an après[4].

Les déchets radioactifs résultants du nettoyage et des démontages sont regroupés à part sur le site dans une zone dédiée, dans des hangars, des conteneurs ou au sein de tumulus.

**Le lent retour des populations**

*La dosimétrie* externe subie par les populations a été évaluée dans l’ensemble de la préfecture de Fukushima. *Elle serait de 5 à 10 fois inférieure aux estimations initiales*, et pour un millier de personnes, sur 421.000, supérieure à 5 milli sieverts. L’autorité de sûreté a démontré par ailleurs que le risque d’exposition interne due à la contamination dans les zones habitées (non évacuées) est très faible. Si l’objectif à long terme fixé par le gouvernement est que l’excédent de dose reçu par les populations retournées dans leur commune ne dépasse pas 1 mSv par an, il reste  ambitieux[5].

Du point de vue sanitaire l’évolution du nombre de cancers de la thyroïde est étroitement surveillée mais il est trop tôt pour pouvoir diagnostiquer une évolution anormale, ce cancer étant généralement rare et guérissable. L’impact sanitaire principal provient aujourd’hui probablement du stress subit par les personnes évacuées, que ce soit pour Fukushima ou le tsunami.

***La décontamination progresse***

Le programme d’assainissement des territoires contaminés - évacués ou non - progresse conformément aux objectifs. Les méthodes de décontamination utilisées visent à éliminer la contamination radioactive de l’environnement humain en raclant le sol, récupérant les feuilles mortes, lavant ou essuyant la surface contaminée d’objets divers, etc. Les sols contaminés peuvent aussi être bétonnés, recouverts par de la terre saine et les champs et jardins labourés. La décontamination est assurée par les municipalités, guidées par les instructions du Ministère de l’Environnement, et doit protéger aussi bien de l’irradiation externe que de l’inhalation ou l’ingestion. Elle reste difficile à mettre en oeuvre dans des zones escarpées et dans les forêts et priorité a été donnée aux zones de plaines et agricoles.

Les déchets sont compactés et entreposés localement mais le gouvernement japonais a entrepris en 2014 de construire - à hauteur de 8 milliards d’euros - un site de stockage intermédiaire à proximité de Fukushima Dai-ichi, sur les communes de Futaba et Okuma. Une subvention de 2,15 milliards d’euros est versée par l’Etat à la préfecture de Fukushima et aux deux communes. Les propriétaires des terrains ont cédé leurs biens ou les ont loués pour 30 ans, durée prévue d’exploitation du site de stockage. A terme, le site s’étendra sur 16 km² et accueillera 30 millions de tonnes de déchets.

***Les premiers retours***

Trois « villages » évacués sont désormais à nouveau habitables après décontamination, les infrastructures de base ayant été partiellement restaurées. Les retours ont concerné de 10 à 60 % des habitants de ces villages. Ces habitants ont à leur disposition des dosimètres personnels qui leurs permettent de connaitre précisément et en temps réel le débit de dose ambiant et la dose reçue, intégrée sur une période temps. Les habitants peuvent consulter un réseau de conseillers pour mieux comprendre la situation et la gestion de leur exposition.

Globalement, 40 % de la surface évacuée pourrait être réoccupée (460 km2), 30 % restant à accès limité (300 km2) et 30 % non habitable à long terme (320 km2). Mais ce sera très long. Il est difficile de prévoir combien de personnes retourneront vivre dans les communes qu’elles ont quittées il y a plus de 4 ans. De nombreuses familles et personnes, notamment les jeunes, se sont réinstallés dans d’autres zones. En mars 2014, une enquête estimait que 74 % des 25 000 personnes qui avaient quitté la Préfecture de Fukushima volontairement après le 11 mars 2011, n’avaient pas l’intention d’y retourner. Par ailleurs, malgré les efforts du gouvernement pour redynamiser la région, la question de l’emploi n’est toujours pas réglée.

***Les activités de pêche reprennent progressivement*.**

En effet le niveau de radioactivité de l’eau de mer est très faible, voire imperceptible, seuls les sédiments à proximité de la centrale présentant une contamination significative. Les restrictions sur la pêche et la commercialisation sont déjà largement levées en fonction des espèces et les tests de radioactivité effectués pour la surveillance sanitaire des denrées montrent que les prises concernées ne présentent aucun risque à la consommation.

*Plus de 30 000 hectares de terres agricoles ont été décontaminés et remis en production,* de riz essentiellement. Le contrôle strict de la nourriture produite sur ces terres révèle un niveau de radioactivité inférieur aux niveaux autorisés. En 2012 déjà, dans la préfecture de Fukushima, seuls 71 sacs de riz sur 10 millions dépassaient la norme. Les restrictions imposées par l’étranger à l’importation de produits japonais continuent d’être progressivement assouplies, permettant en 2014 une hausse de 11,1 % des exportations japonaises de produits agricoles, forestiers et marins.

L’effort de redynamisation de la région de Fukushima compte aussi sur un projet sportif : la réhabilitation complète du « J-Village », complexe sportif où s’entrainait l’équipe nationale de football avant l’accident. Le J-Village, à 20 km de la centrale est utilisé par TEPCO comme base logistique pour les opérations de démantèlement de Fukushima Dai-ichi et Dai-ni et 2 des 10 terrains de football et une résidence pour les athlètes pourraient être rendus à leur vocation en 2018.

**Des perspectives pour le nucléaire japonais**

***L’Autorité de sûreté renforcée***

En septembre 2012, la Nuclear Regulatory Authority (NRA) a remplacé l'Agence de sûreté nucléaire et industrielle (NISA) et la Commission de sûreté nucléaire (NSC), très critiquées pour leurs actions et leur gestion de l’accident. Sous tutelle du ministère de l'environnement, l’indépendance de la NRA est garantie par son statut. Les 384 salariés de la JNES (Japan Nuclear Energy Safety Organization, similaire à l’IRSN, appui technique de l’Autorité de Sûreté Nucléaire française) ont été transférés à la NRA qui compte désormais près de 1 000 personnes et dispose d’une compétence technique qui assoit sa crédibilité. Le corpus réglementaire a été renforcé, les risques réévalués et des exercices d’évacuation de grande envergure réalisés.  La NRA a toute autorité pour autoriser ou non le fonctionnement des réacteurs.

***Des réacteurs prêts à redémarrer***

Début 2011, le Japon exploitait 54 réacteurs nucléaires. L’accident a détruit 4 des unités de Fukushima-Daiichi, et les deux autres ont été définitivement arrêtées. Il reste 48 réacteurs, tous mis à l’arrêt suite à l’accident. Le Gouvernement japonais compte redémarrer rapidement plus d’une quinzaine de tranches et rééquilibrer son mix énergétique d’ici à 2030. En effet, l’importation massive d’énergies fossiles représente plus de 26 milliards € chaque année et impacte lourdement les factures d’électricité des ménages (+20 à 30 %) et des entreprises (+30 %). Effet direct du redémarrage des centrales thermiques à flamme, les émissions globales de CO2 ont augmenté de 10 %, conduisant le Japon à abandonner les objectifs qu’il s’était fixés dans le cadre du Protocole de Kyoto. Dans l’optique de la COP21, le Japon a cependant confirmé sa volonté de réduire ses émissions de gaz à effets de serre. Pour y arriver, l’Archipel mise sur une production d’électricité d’origine nucléaire de 20 à 22 % et un développement des énergies renouvelables.

Dix dossiers ont été présentés à l’Autorité de sûreté, 2 réacteurs (Sendaï) ont redémarré en accord avec les autorités locales en août et octobre 2015, et deux de plus (Takahama) devraient démarrer en 2016.  La construction de trois nouveaux réacteurs se poursuit. A contrario cinq réacteurs devraient être déclassés avant d’être démantelés. De faible puissance (Tsuruga, Mihama, Genkai et Shimane), ils étaient exploités depuis 40 ans.

**Le tsunami et la réhabilitation des zones dévastées**

*Le tsunami a également inondé et dévasté 561 km² de terres et le bilan humain s’est élevé à environ 19.000 morts et disparus et 340.000 personnes sinistrées*.

Un an après la catastrophe, les infrastructures vitales et de transport des trois départements les plus durement frappés (Iwate, Miyagi et Fukushima) ont été rétablies (hors zone évacuée de Fukushima Dai-ichi), sauf dans les zones complètement balayées par le tsunami. 53 000 habitations provisoires ont été construites, et des logements vacants (aussi bien dans le parc social que dans le parc privé) ont été mis à la disposition des sinistrés par des collectivités territoriales de tout le pays. Ces hébergements abritent à ce jour la plus grande partie des 340 000 sinistrés.

Le nouvel aménagement urbain engagé par les communes vise à réduire au maximum les risques et à permettre à la population de se mettre rapidement à l’abri en cas de tsunami. Il nécessite toutefois une révision complète des plans d’occupation des sols en transférant des habitations et bâtiments publics sur des hauteurs, et en aménageant les infrastructures routières et ferroviaires sur des terre-pleins qui permettraient de protéger les zones d’habitation. Le renforcement des digues, la création d’espaces verts le long des côtes et la mise en place de voies d’évacuation d’urgence sont également programmés.

En définitive, la situation est relativement « sécurisée » sur le site des réacteurs, même si un chantier très complexe va s’étendre sur des décennies*.* *La faute majeure qui a conduit à l’accident, la non prise en compte suffisante du risque de tsunami par les autorités de sûreté et l’exploitant,* a profondément bouleversé l’organisation japonaise, désormais remise sur les rails. On peut cependant constater que, contrairement à ce qui s’est passé à Tchernobyl, le Japon s’est engagé avec beaucoup de volontarisme dans l’immense chantier de démantèlement des centrales accidentées et d’assainissement des zones contaminées.

**Jean-Pierre Pervès et Maurice Mazière**