



Les réfugiés du nucléaire

Ils ont tout perdu et savent qu'ils ne rentreront plus: entre le 20 mars et la fin avril, nos envoyés spéciaux au Japon ont parcouru la « zone rouge » et ses environs à la rencontre des habitants chassés de chez eux par la radioactivité de la centrale de Fukushima. Témoignages.

Lire aussi nos reportages exclusifs
sur www.sciencesetavenir.fr



Quand Toshiaki a voulu rentrer chez lui le 12 mars, au lendemain du séisme de magnitude 9 qui a frappé le Japon, des policiers couverts d'une combinaison de protection radiologique et d'un masque intégral lui ont barré la route. Cet agriculteur de 67 ans qui habitait à 2 kilomètres de la centrale nucléaire accidentée de Fukushima-Daiichi n'est jamais retourné chez lui. « *Je n'ai même pas pu récupérer une paire de chaussettes*, explique-t-il avec un sourire amer. *Tout ce que je porte aujourd'hui, ce sont des bénévoles qui me l'ont donné.* »

C'est le début d'une crise nucléaire humanitaire et sanitaire inégalée depuis la catastrophe de Tchernobyl en 1986. Ses aspects sont multiples et son ampleur encore inconnue. La conséquence la plus immédiate, et la plus douloureuse, reste l'évacuation des populations riveraines du site dangereux. Le lendemain du séisme et du tsunami qui ont anéanti le système de refroidissement des réacteurs nucléaires, un périmètre de 10 km autour de la centrale est défini par le Premier ministre Naoto Kan, en tant que chef de la cellule de crise. Le soir, ce périmètre est étendu à 20 km. Ce secteur interdit est bientôt surnommé la « zone rouge ». En tout, 80 000 personnes – selon les chiffres de la préfecture de Fukushima – sont jetées sur les routes. « *La plupart des gens sont partis par leurs propres moyens*, nous confie Hisashi Katayose, en charge des questions de radioactivité à la préfecture de Fukushima. *Seules les personnes fragiles ont été emmenées dans des bus, conduits par les militaires des forces d'autodéfenses japonaises.* » Toyohiko Tashiro, un père de famille réfugié chez ses beaux-parents, raconte : « *A Odaka [un district de la ville de Minamisoma, située à 18 km de la centrale], chaque maison est équipée d'un système d'alerte. Quand le speaker a prévenu qu'il fallait évacuer, nous étions prêts car nous nous dou-*

tions que notre tour était proche. » Il n'imaginait pas que sa mère, âgée, refuserait de partir avec lui, l'obligeant à l'abandonner, la mort dans l'âme. Ce sont les pompiers qui viendront finalement la chercher, repérant sa lampe allumée dans la nuit.

Dans ce pays habitué aux catastrophes naturelles et entraîné aux évacuations, chacun sait dès les premières heures où trouver refuge. Mais les centres d'accueil sont vite saturés. Une longue transhumance commence alors. « *J'ai finalement trouvé une place dans une école de Minamisoma*, se souvient Masao Fukushima, 68 ans, qui habitait lui aussi Odaka et que nous rencontrons dans un hôtel de Fukushima, le chef-lieu de la préfecture. *Mais ils nous ont déplacés vers la ville de Soma pour nous éloigner davantage des radiations.* » Quand ce centre d'accueil est fragilisé par une forte réplique sismique le 11 avril, Masao doit une nouvelle fois déménager. Il est désormais hébergé dans cet hôtel aux frais de la préfecture. Dans cette ville de 300 000 habitants, les réfugiés ont été regroupés, selon leur commune d'origine, dans un quartier hôtelier au bord d'une rivière. « *Nous sommes passés de l'enfer des centres de réfugiés à ce paradis* », sourit la sœur de Masao, assise sur le futon de sa chambre.

Le 15 mars, nouvelle étape : le Premier ministre demande aux habitants de la zone située entre 20 et 30 km de se calfeutrer chez eux. Cette mesure restrictive, combinée aux graves explosions d'hydrogène dans les réacteurs 1, 3 et 2 (respectivement les 12, 14 et 15 mars), provoque un nouvel exode, volontaire cette fois. Les familles avec enfant(s) sont les premières à prendre la route. Pendant plusieurs semaines, cette zone de confinement, rebaptisée « zone jaune », prend des airs de *no man's land* : ni commerces ni hôpitaux, le personnel médical ayant lui aussi déserté. Les hôpitaux ont organisé ●●●



Comment nous avons travaillé



Dosimètre, masques, gants et combinaisons jetables : tel était notre équipement pour pénétrer en « zone rouge ». Depuis le 20 mars, nous avons ainsi cumulé 400 microsieverts chacun. C'est psychologique, mais nous ne mettons nos masques qu'en passant la « frontière » des 30 km. Dans la zone de confinement,

nous restions le plus souvent à l'intérieur. En voiture, nous nous sommes approchés à 4 km de la centrale jusqu'à ce que le dosimètre indique 6 mSv/h (1) dans l'habitacle. Mais le pic de radioactivité était ailleurs : nous accompagnions l'ONG Global Dirt lorsqu'elle a mesuré 148 mSv/h (2) à 20 km de la centrale, hors de la zone rouge. Notre dosimètre n'a pas résisté.

Du jour au lendemain, ceux qui habitaient près de la centrale ont dû fuir, relogés par milliers chez des proches, dans des centres d'accueil lugubres ou des chambres d'hôtel payées par le gouvernement. Qu'emporte-t-on avec soi quand on est contraint de partir et qu'on ne sait pas quand on pourra rentrer ? Un futon, un téléphone, un album photo ? Certains ont accepté de poser avec un objet qui leur était cher. Ils ont aussi raconté leur parcours chaotique depuis le séisme du 11 mars.

Marie Linton et Guillaume Bression

(1) Il faut alors 139 jours pour atteindre le seuil de 20 mSv.

(2) Il faut alors 5 jours et demi pour atteindre le seuil de 20 mSv.

●●● le transport des patients vers des établissements situés en dehors de la zone de confinement. Difficile de trouver de quoi se nourrir.

« Sur les 70 000 habitants de la ville, 50 000 ont fui à cause des radiations et 1500 sont morts ou disparus à cause du tsunami », nous résume Katsunobu Sakurai, le maire de Minamisoma, la ville la plus importante de la zone des 30 km. Cet élu – classé depuis parmi les 100 personnalités les plus influentes de la planète par l'hebdomadaire américain *Time Magazine* – est le seul responsable politique à avoir le courage de lancer un SOS sur Internet le 24 mars : « Avec les piètres informations que nous recevons de la part du gouvernement et de la Tepco [l'opérateur de la centrale nucléaire], nous sommes isolés ! [...] Nous sommes au bord de la famine ! » Le lendemain de cet appel, le Premier ministre demande aux derniers habitants de la « zone jaune » de partir de

leur plein gré. Certains refusent, notamment les plus âgés. Puis, les jours passant, nous constatons que les exilés reviennent peu à peu : des commerces rouvrent, la vie reprend son cours. « Il est étrange d'avoir demandé à la population de rester confinée pendant si longtemps », confie Olivier Isnard, missionné par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) auprès de l'ambassade de France. Cette mesure de mise à l'abri n'a pas d'intérêt à long terme car, au bout de vingt-quatre heures, l'air rentre dans les maisons. »

Lors de ces premiers jours de crise, les autorités japonaises ont, certes, réagi plus rapidement que les Russes après la catastrophe de Tchernobyl : il avait alors fallu attendre trente-six heures pour évacuer la ville mitoyenne de Pripyat et plus d'une semaine pour établir une zone de sécurité de 30 km. Mais le périmètre défini par le gouvernement japonais était-il pour



Keiko INOUE, 63 ans (litate)

« Nul ne comprend notre peine »

Tellement d'objets se sont accumulés dans cette maison que Keiko ne sait lequel choisir. Faire ses bagages représente une torture.

Elle opte finalement pour des bijoux coréens, pays pour lequel elle a une passion. « Nul ne comprend notre peine. »

Keiko craint surtout que la famille se perde.

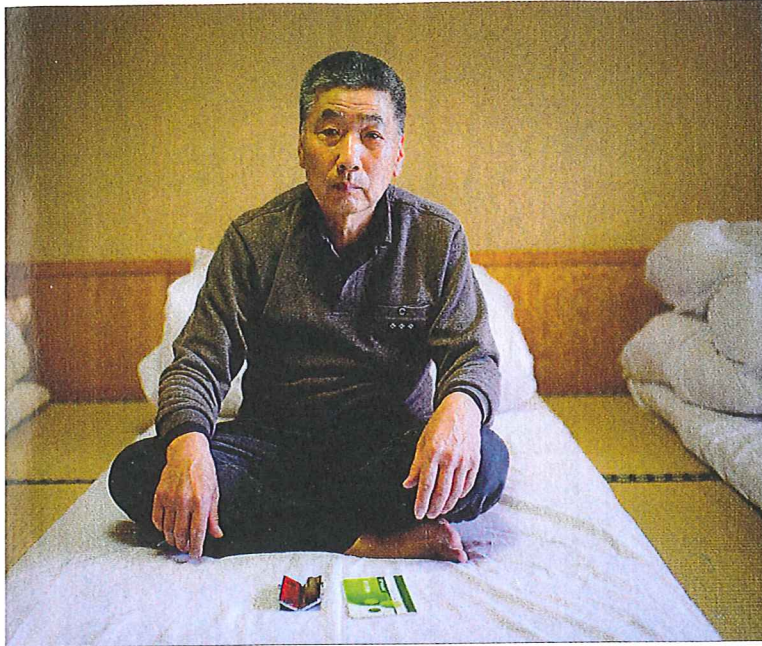
Des enfants qui vivaient avec elle sont déjà partis.

autant suffisant ? Plusieurs pays ont très vite estimé que non. Dès le 13 mars, l'ambassade de France a conseillé à ses ressortissants de quitter pendant quelques jours la région du Kanto, qui inclut la capitale Tokyo, située à 220 km de la centrale. Et le 16 mars, les organismes de contrôle nucléaire des Etats-Unis ont demandé aux ressortissants américains de quitter le secteur dans un rayon de 80 km.

Dans leur prise de décision, les autorités ont pu pâtir de la déficience du système qui permet de prédire la quantité de radioactivité s'échappant des réacteurs endommagés. Géré par l'Agence de sûreté nucléaire japonaise, ce système de collecte des données sur la situation des réacteurs – pression et température notamment – a lui aussi été touché par la coupure d'électricité qui a suivi le séisme et le tsunami du 11 mars. Pourtant, le système SPEEDI – basé en partie sur les données des réacteurs, il permet d'établir

une projection des retombées radioactives dans l'environnement – a vu assez juste dans ses prédictions. Mais les cartes et les conclusions, si elles ont bien été transmises à l'ONU, ont été cachées au public japonais jusqu'à début mai (voir carte p. 13), provoquant un nouveau débat dans le pays. Goshi Hosono, membre de la Chambre des représentants et assistant du Premier ministre, a expliqué le 25 avril que ces informations avaient été tenues secrètes « par peur d'alimenter l'inquiétude de la population et semer la panique ».

Les autorités ont, en outre, refusé de recourir à une évacuation forcée. « L'idée était de ne pas pénaliser des gens qui restent avant tout victimes », explique Hisashi Katayose, un officiel de la préfecture de Fukushima. De plus, la zone des 20 km n'avait pas vraiment d'assise légale. Nous ne pouvions que recommander fortement aux gens de quitter le périmètre, sans avoir les moyens



Masao FUKUSHIMA, 68 ans (Odaka)

Un sceau pour pièce d'identité

Masao est assis sur son futon, dans un hôtel de Fukushima où il a été relogé par les autorités. Il sort un chéquier et son sceau encreur qui, au Japon, est utilisé à la place de la signature pour authentifier tous les documents. Avec quelques habits, c'est tout ce qu'il a pu prendre de sa maison à Odaka, une ville située à 18 km de la centrale nucléaire.



Genshi INOUE, 64 ans (Iitate)

Les plaques de ses ancêtres

Genshi est la septième génération à habiter cette maison rurale d'Iitate, bourg de 6000 habitants, située à 40 km de la centrale. Quitter cet endroit le déchire. Dans son exil programmé, cet agriculteur n'oubliera pas d'emporter les plaques à la mémoire de ses ancêtres. En attendant, il continue de s'occuper de ses quelques vaches.

de les punir. » De fait, de simples panneaux indiquent alors les différentes entrées de la fameuse « zone rouge ». En y pénétrant début avril, nous remarquons bien quelques policiers, mais leur présence est occasionnelle et ils laissent passer les habitants venus récupérer des affaires. Shinichiro Tanaka a pu ainsi retourner chaque jour dans son hara pour nourrir ses chevaux. Cinq étaient déjà morts de faim et de soif lorsque nous l'avons accompagné sur place. En versant du grain dans des bacs, il nous confie, la voix cassée par l'émotion : « Bien sûr que j'ai peur des radiations ! Mais je ne peux pas laisser mes chevaux ainsi ! S'ils meurent, je meurs. Ce sont eux qui me permettent de vivre. » Une partie des chevaux a finalement pu être sortie de la « zone rouge » et sauvée. Ces animaux ne seront évidemment jamais consommés. Concernant les autres – les 3400 bovins, 31 486 cochons, et quelque 630 000 poulets recensés dans la

zone –, chaque jour, entre cinq et six agents patrouillent – en évitant les secteurs les plus contaminés – pour repérer les animaux morts et les traiter à la chaux. « La situation devient critique, explique Yutaka Kashimura, du service vétérinaire de la préfecture, parce qu'il faut de plus en plus chaud. Et nous n'avons pas le droit de rentrer dans les propriétés privées pour euthanasier les animaux mourants. » Le 12 mai, le gouvernement a finalement demandé que les milliers de têtes de bétail se trouvant encore dans la « zone rouge » soient abattues et leurs propriétaires indemnisés. Les morts du tsunami ont eux aussi été longtemps laissés à l'abandon dans la « zone rouge », les radiations étant trop élevées pour que les secouristes interviennent. Ce n'est que le 7 avril qu'une opération de re-

cherche est lancée. Nous accompagnons 300 policiers, aidés de volontaires, armés de pelles. Le spectacle est hallucinant. Une équipe de la police préfectorale mesure la radioactivité sur les corps retrouvés. Puis, les dépouilles sont lavées pour être décontaminées avant d'être rendues aux familles. Le 21 avril, une nouvelle étape est franchie : le Premier ministre se décide à imposer un blocus total sur la « zone rouge ». Le flou juridique est terminé. Les contrôles sont renforcés et les contrevenants sont désormais passibles d'une amende allant jusqu'à 100 000 yens (environ 840 €). Les autorités justifient cette mesure par le fait que la situation à la centrale nucléaire n'est toujours pas stabilisée et craignent des pillages dans cette zone de « non-droit ». Seule une personne par foyer

est autorisée à revenir chez elle ponctuellement – pendant deux heures maximum – et de façon très encadrée. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) considère en effet que les populations ne doivent pas être exposées à plus d'un millisievert (mSv) par an, en plus de la radioactivité naturelle. « Les normes établies en période normale sont très protectrices, explique Olivier Isnard, de l'IRSN. Elles sont souvent revues à la hausse en période de crise, tout en restant acceptables. » Ainsi, après l'accident de Fukushima, le gouvernement japonais a fixé dans un premier temps le seuil d'évacuation à 50 mSv (10 mSv pour le confinement) avant de l'abaisser à 20 mSv pour s'adapter à des rejets radioactifs modérés, mais prévus sur une très longue période. La Tepco ayant entre-temps annoncé qu'il lui faudrait entre six et neuf mois pour stabiliser la situation dans les réacteurs. Des durées qui pourraient se révéler en réalité bien plus longues... ●●●

Les autorités japonaises ont refusé de recourir à une évacuation forcée



Fuga SAITO, 6 ans (Kawauchi)

Le cartable de la rentrée

Fuga, originaire du village de Kawauchi, a choisi son cartable lui-même. Et, contre toute attente, sa rentrée scolaire a bien eu lieu dans le centre de réfugiés de Koriyama où une salle de classe a été aménagée. La petite communauté du village s'est reformée. C'est une enseignante de Kawauchi qui fait la classe.



Amanoe AESUSHI, 67 ans (Odaka)

Le masque et le futon

Il n'y a plus âme qui vive à Odaka, à 18 km de la centrale. Sauf Amanoe. C'est la troisième fois qu'il revient chercher des affaires pour améliorer son quotidien. Équipé d'une veste coupe-vent et d'un masque, il emporte un futon pour dormir dans le futur appartement qu'il compte louer à Yamagata, à trois heures de route de là.

●●● Ces normes plus restrictives, alliées à une nouvelle lecture des cartes de radioactivité, donnent lieu à de nouvelles évacuations : les habitants – en totalité ou en partie – de cinq communes supplémentaires (Iitate, Katsurao, Kawamata, Minamisoma et Namie) ont désormais jusqu'à fin mai pour faire leurs bagages. Car, cette fois, au lieu d'évacuer les populations selon la distance entre les localités où elles résident et la centrale, les autorités ciblent les zones contaminées, nouvellement identifiées à partir des mesures prises par un hélicoptère du Département américain de l'énergie (DOE) entre le 30 mars et le 3 avril. « *Le vent a emporté les rejets vers le nord-ouest, indiquent Olivier Isnard, en pointant une zone étroite. Puis la pluie a aplati le panache radioactif au sol.* » Résultat : la dose annuelle de rayonnement reçue par la population présente sur cette bande de 1200 km² serait supérieure à 30 mSv par an. Le directeur de la radioprotection de l'IRSN, Pa-

trick Gourmelon, parle, lui, d'un véritable « *Tchernobyl local* ». Des informations qui, sur place, suscitent la colère : « *On aurait dû être informés plus tôt de la gravité de la situation !* » tempête Takashi Kobayashi, directeur de cabinet que nous rencontrons à la mairie d'Iitate, un village situé pourtant à 40 km de la centrale. *C'est seulement maintenant que l'on apprend que l'accident est classé au niveau 7, soit l'équivalent de Tchernobyl !* » Le cas de ce village situé en dehors de la zone de confinement est en effet dramatique. Un premier pic record de 45 mSv par heure (1) avait été relevé sur place dès le 15 mars. Le 30 mars, une équipe de l'AIEA – qui dispose d'une équipe au Japon depuis le 18 mars – mesure, elle, des taux de 2 mégabecquerels par mètre carré, soit deux fois la limite fixée par l'agence internationale. Elle demande aussitôt à ce que la population soit évacuée. Mais le gouvernement s'y refuse dans un premier temps, obligeant la mairie à agir de son

propre chef en évacuant les femmes enceintes et les enfants de moins de 3 ans avec le soutien de la préfecture de Fukushima. « *Le pire ici, c'est la radioactivité des sols !* résume Miwa Sato, du département agricole de la mairie d'Iitate. *Ils risquent d'entraîner d'énormes problèmes de santé pour tous ceux qui y travaillent ! Pour l'eau du robinet, même si les niveaux de radioactivité mesurés sont redescendus en dessous des seuils légaux (2), nous avons peur que les niveaux remontent avec la fonte des neiges.* » Désormais, c'est tout un village qui doit s'exiler loin de ces terres devenues inhospitalières. Pour déterminer son calendrier et sa carte d'évacuation, le gouvernement se fonde sur ses mesures de radioactivité dans l'air, centralisées au ministère de l'Éducation, de la Culture et des Sciences. Ces données officielles, qui se sont considérablement renforcées au fur et à mesure de l'évolution de la crise, constituent la principale base de

données disponibles. Les premières semaines, elles étaient même les seules. Chaque jour, nous pouvions voir les habitants inquiets scruter les chiffres publiés dans les journaux pour décider de la stratégie à adopter, à l'instar de Takashi Shibaguchi, évacué de la « zone rouge » et rencontré dans un centre de réfugiés. « *On a fui vers un centre de réfugiés de Koriyama puis on a vu que la radioactivité était plus modérée ici, à Minamisoma* », assure-t-il. Face à l'inquiétude des parents, la préfecture de Fukushima a, en outre, conduit une opération de mesure de radioactivité dans les quelque 1400 écoles de la zone. Résultats : des niveaux de radioactivité supérieurs à 3,8 mSv/h (la nouvelle limite fixée le 19 avril par le ministère de l'Éducation pour laisser les enfants jouer dehors) (3) ont été relevés dans 15 écoles primaires et collèges et 13 écoles maternelles ont affiché des taux supérieurs à 3 mSv/h. Dans ces établissements, les enfants (dans l'hypothèse peu ●●●



Toshiko IDOGAWA, 54 ans (Odaka)
Un téléphone portable

Toshiko n'a pas pu rentrer chez elle à Odaka pour récupérer quelques affaires. Elle vit désormais avec son mari dans un hôtel de Fukushima. Son téléphone portable lui permet de garder le contact avec ses trois grands enfants et ses petits-enfants, disséminés eux aussi par la menace des radiations.



Naoya WATANABE, 18 ans (Minamisoma)
Le baseball éternel

Dans quelques mois, Naoya travaillera à la centrale nucléaire d'Ibaraki, une préfecture voisine de Fukushima. « *Tant qu'il y a du travail, tout va bien !* », estime ce jeune diplômé. En attendant, il a quitté Minamisoma (dans la zone de confinement des 30 km) avec sa famille pour cet hôtel de Fukushima où il joue au baseball.

La menace radioactive autour de la centrale de Fukushima

Doses et conséquences (en millisieverts)

☠️ 50 mSv

Seuil d'évacuation fixé dans un premier temps par les autorités japonaises. Il a ensuite été abaissé à 20 mSv pour s'adapter à des rejets radioactifs modérés mais sur une longue période.

☠️ 20 mSv

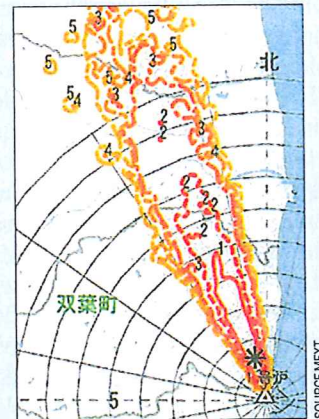
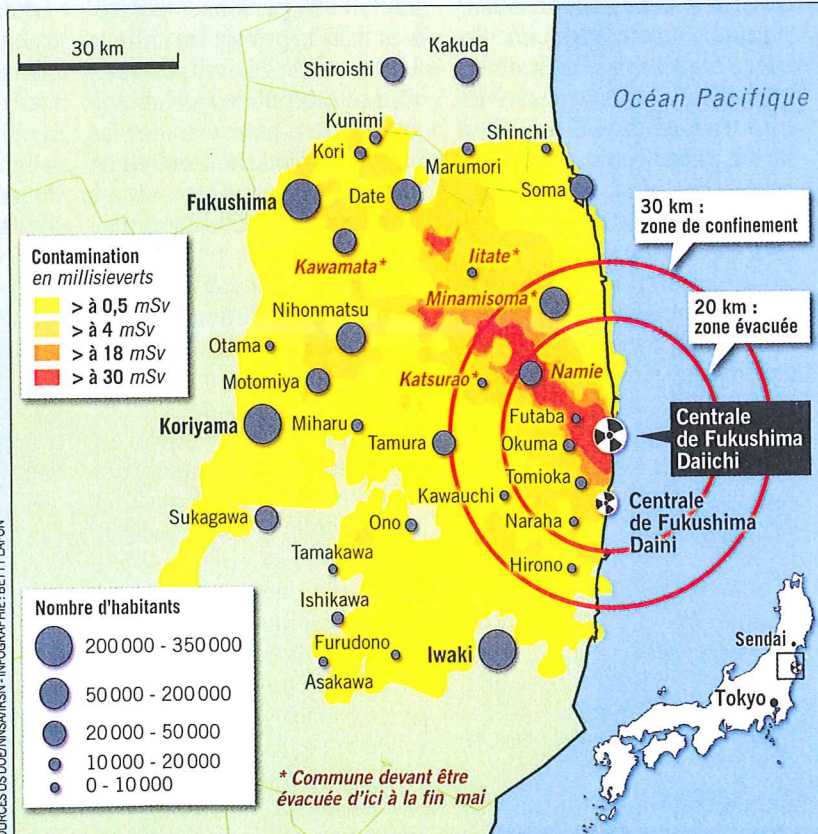
Taux annuel admis pour les professionnels en France.

☠️ 10 mSv

Mise à l'abri recommandée. C'est le seuil qui a déterminé la zone de confinement.

☠️ 1 mSv

Taux annuel admis pour la population (en plus de la radioactivité naturelle).



A gauche : à partir de mesures prises par un hélicoptère américain, estimation de la dose susceptible d'être reçue la première année par la population. Ci-dessus : simulation de la dispersion radioactive réalisée dès le début de la crise par les autorités japonaises. Une carte qu'elles ont tardé à rendre publique (début mai), alimentant la polémique sur leur gestion de crise.



Tashiro TOYOHICO, 53 ans (Odaka)

Les albums de famille

Au moment où l'ordre d'évacuer a été lancé à Odaka, Tashiro avait déjà tout préparé : la voiture et même le chien. Avec sa femme, ses beaux-parents et ses enfants, il s'est réfugié à Koriyama chez son fils aîné. Puis ils sont revenus vivre chez ses beaux-parents, à Minamisoma, à 25 km de la centrale, emportant avec eux leurs albums de famille.

Michiyo SAITO, 33 ans (Kawauchi)

Un costume d'écolier

Employée à la mairie de Kawauchi, un village situé dans la zone de confinement, Michiyo est partie tardivement avec sa famille, à Koriyama, dans ce centre qui abrite 2000 réfugiés. Elle y a délimité 6 m² avec des cartons. Le costume que son fils de 6 ans devait porter à la cérémonie de fin d'année de l'école est suspendu à un cintre.

●●● probable où ils resteraient dehors tout le temps) sont susceptibles de recevoir plus de 20 millisieverts par an – le taux admis pour les professionnels du nucléaire en France (voir ci-contre). Inacceptable pour certaines des mairies concernées dont celle de Koriyama (340 000 habitants) qui ont fait appel à des ouvriers pour retirer la couche supérieure du sol des cours de récréation. Cette limite légale de radioactivité fixée dans les écoles a provoqué un coup de tonnerre au plus haut niveau de l'Etat. Le 29 avril, le Pr Toshiso Kosako annonçait en larmes qu'il démissionnait de son poste de conseiller scientifique du Premier ministre « en raison de désaccords sur la gestion de la centrale de Fukushima »... Mais c'est bien le relèvement du niveau autorisé dans les écoles qui a provoqué le clash. Peu à peu, des ONG comme Greenpeace ou Global Dirt ont pu réaliser leurs propres mesures (4). « Nos chiffres sont du même ordre de grandeur que

ceux des autorités, souligne Rianne Teule, experte en radiations chez Greenpeace. *Mais les autorités n'ont pas forcément mesuré les points les plus élevés.* » Le 2 avril, l'ONG américaine Global Dirt a mesuré un taux record de 148 mSV/h à 20 km de la centrale nucléaire, en dehors de la « zone rouge », supérieur à ce qu'elle avait relevé à 1,6 km du site. Pour s'assurer qu'ils n'ont pas été contaminés, les habitants de Fukushima passent régulièrement des tests dans l'une des infrastructures publiques mises à contribution ou dans les centres de réfugiés. Sous le contrôle de radiologues volontaires venus de tout l'archipel, des employés du service santé de la préfecture et du personnel de santé local, protégés de combinaisons et de masques, les balaient des pieds à la tête à l'aide d'un compteur Geiger. La limite pour une décontamination a été relevée de 6000 à 100 000 CPM (coups par minute, unité de mesure utilisée par un compteur de radioactivité). Selon les chiffres de la pré-

fecture de Fukushima, 102 personnes présentaient des taux supérieurs à 100 000 CPM sur les 173 256 personnes contrôlées dans la préfecture entre le 13 mars et le 25 avril. Ces personnes ont dû se doucher soigneusement pour éliminer les particules d'iode radioactives. A Minamisoma, nous rencontrons Tomoyuki Watanabe, le responsable du centre, pour mieux comprendre l'organisation de ces contrôles. Il nous montre des registres, soigneusement mis à jour et transmis à la préfecture. Mais il nous avoue qu'aucun suivi individuel n'est assuré sur le long terme. « Ces tests servent surtout à rassurer les habitants », admet-il. Dans le pire des cas, ce sont même des outils de discrimination. Kenichi Ichihara, le maire de Tsukuba, dans la préfecture d'Ibaraki, a ainsi dû s'excuser parce que des réfugiés en provenance de la région de Fukushima s'étaient vu réclamer les résultats de leurs tests de décontamination par des employés de mairie. « La radioactivité n'est

pas une maladie infectieuse » a dû asséner le porte-parole du gouvernement Yukio Edano. Le Japon vit également dans l'angoisse d'une contamination alimentaire dont les « épinards de Fukushima » sont devenus le symbole. Les autorités multiplient les restrictions alimentaires, interdisent la distribution de lait et d'épinards en provenance de Fukushima et d'Ibaraki (5). Le 23 mars, le Premier ministre a demandé aux habitants de Fukushima de ne pas consommer ni commercialiser 11 légumes à feuilles (6). Des milliers de litres de lait ont été jetés tout comme des tonnes de légumes. Dans ces préfectures très agricoles – l'agriculture et la pêche représentent la première activité économique de Fukushima –, les fermiers nous confient leur désespoir. « Si la réputation de notre lait souffre trop, nous ne pourrions plus en vendre. Il va peut-être falloir tuer les vaches », avoue ainsi Koji Kakuta, 28 ans, rencontré dans une ferme de Kawamata à 45 km de la centrale. Les syndi



Ryo IIJIMA, 11 ans (Tomioka)

Une console pour oublier

Ryo passe ses week-ends à jouer aux jeux vidéos avec cinq garçons de Tomioka, un village évacué situé à moins de 10 km de la centrale. Ils se retrouvent dans un coin de l'énorme centre de réfugiés de Koriyama. Il a eu le temps d'emporter sa console DS dans sa fuite.

Megumi IDOGAWA, 21 ans, (Minamisoma)

Sauver sa fille

Le bébé que Migumi porte sur ses genoux, c'est Aira, sa fille d'un an. C'est pour elle qu'elle a quitté Minamisoma, une ville à 25 km de la centrale de Fukushima. C'est pour elle qu'elle n'envisage pas une seule seconde pouvoir retourner là-bas. La jeune maman a été relogée récemment dans un hôtel de la ville de Fukushima.

cats agricoles sont sur le pied de guerre et multiplient les rendez-vous à la préfecture, obtenant que les restrictions soient levées commune par commune lorsque les tests de radioactivité sont négatifs trois semaines de suite. Le gouverneur de Fukushima, Yuhei Sato, a exhorté l'Agence de sûreté nucléaire japonaise, chargée de publier les résultats

des tests, à aller le plus vite possible. « *Ne pouvez-vous pas augmenter le nombre d'examineurs ? La vie des agriculteurs est en jeu !* » Selon le département agricole de la préfecture de Fukushima, plus d'une centaine de rizières ont déjà été testées avant les semis en dehors de la zone des 30 km. Elles étaient toutes négatives.

Evidemment, la situation est différente dans la zone des 30 km. Ici, les champs abandonnés s'étendent à perte de vue. Sur ordre du gouvernement, la préfecture a interdit toute culture du riz. Les autres cultures ne sont pas interdites mais fortement déconseillées. « *On regarde nos potagers comme un fruit interdit*, soupire Keiko

Inoue, une habitante d'Iitate, qui devra quitter sa maison d'ici avant la fin mai. *On aimerait bien y toucher mais on ne peut pas.* » A Minamisoma, la famille Tashiro continue de récolter des légumes poussés sous serre. Un peu plus loin, sur le bord de la route, une femme âgée s'active dans sa petite parcelle. « *Je compte planter des pommes de terre*, nous explique-t-elle, un masque sur la bouche. *Je les ferai tester au moment de la récolte. Si le résultat est positif, je les jeterai. Et s'il est négatif, je les partagerai avec mes voisins qui n'ont rien pu récolter. Mais j'ai peu d'espoir.* »

Comme à Tchernobyl, il faudra des années pour prendre la mesure exacte des conséquences de la catastrophe sur la santé des habitants. Six semaines après le début de la crise, aucun mort n'était officiellement imputé à l'accident nucléaire. Mais la méfiance a gagné toute la population. « *Nous nous sentons trahis !* a ainsi lancé Yuhei Sato, le gouverneur de Fukushima, lors d'une interview au ●●●



Quelque 300 policiers participent aux recherches de personnes disparues dans la « zone rouge » près d'Odaka.



●●● journal *Yomiuri*. On nous avait assuré que les centrales nucléaires étaient sûres ! » En évoquant le sort des milliers d'évacués, il ajoute : « J'ai envie de hurler : est-ce que le gouvernement et la Tepco comprennent ce qu'on ressent ? »

La préfecture de Fukushima se bat aussi pour que les victimes obtiennent une indemnisation rapide. Elle propose 50 000 yens (420 € environ) en complément du million de yens (soit 8400 € environ) que la Tepco s'est engagée à verser par foyer de sinistrés à titre provisionnel. Mais, comme ils nous l'ont confié, les habitants trouvent injuste de recevoir une somme fixe par foyer et non par personne. Restera ensuite à évaluer précisément les biens des uns et des autres : les vaches, les champs, les entreprises et les maisons de famille. « Si on devait ne jamais rentrer chez nous, la Tepco ou le gouvernement devrait acheter la ville entière, suggère Yutako Idogawa, qui habitait à Odaka. De cette façon, nous serions honnêtement indemnisés. » Le Premier ministre a promis d'annoncer début 2012 si les réfugiés du nucléaire pourraient rentrer chez eux.

Marie Linton,
envoyée spéciale au Japon
Photos : Guillaume Bression
pour Sciences et Avenir

(1) Il faut alors 18 jours pour atteindre 20 millisieverts (mSv).

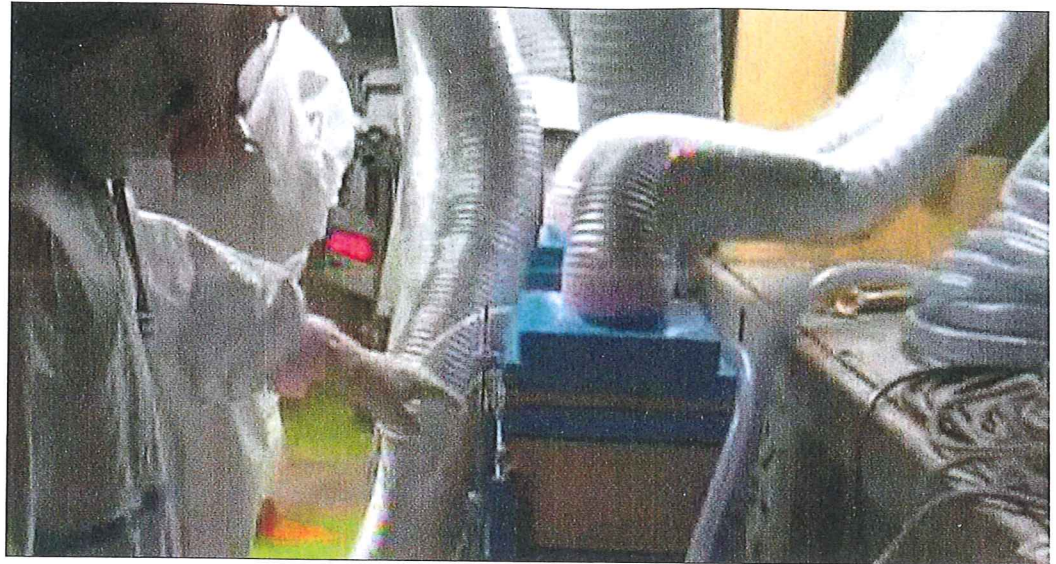
(2) Au Japon, le seuil légal pour la consommation de l'eau est de 300 becquerels/litre pour les adultes et de 100 becquerels/litre pour les enfants de moins d'un an.

(3) Il faut alors 220 jours pour atteindre le seuil de 20 mSv.

(4) Greenpeace a observé des taux de 1 à 4 mSv/h à Fukushima, le chef-lieu de la préfecture situé à 65 km de la centrale nucléaire – un niveau élevé vu la distance –, 2,8 mSv/h à Koriyama et 19,8 mSv/h à Iitate.

(5) Le ministère de la Santé japonais a fixé la limite de radioactivité dans la nourriture à 2000 becquerels/kg pour l'iode 131 et à 500 becquerels/kg pour le césium 137.

(6) La liste des 11 légumes interdits à Fukushima : brocolis, épinards, choux-fleurs, chou, navet et des légumes à feuilles japonais (komatsuna, shinobufuyuna, santousai, kukitachina, chijirena et kousaitai).



Le 6 mai, des ouvriers entrent dans le bâtiment du réacteur n° 1 pour une inspection qui révélera de graves fissures.

Le cœur fondu du réacteur n° 1

Selon Tepco, l'opérateur de Fukushima, le combustible est au fond de la cuve. Même inquiétude pour les réacteurs n° 2 et 3.

Mauvaises nouvelles à la centrale nucléaire de Fukushima. Le 12 mai, l'opérateur Tepco a annoncé que le combustible du réacteur n° 1 avait fondu et ce, seize heures seulement après le séisme suivi du tsunami le 11 mars. Il s'est accumulé au fond de la cuve et celle-ci s'est fissurée sur plusieurs centimètres. Résultat, l'eau injectée pour continuer à refroidir le corium s'échappe dans le bas de l'enceinte. Pour l'instant, il y a obligation de maintenir cette injection d'eau (qui s'évapore en permanence vu la température) de façon à garder ce cœur fondu sous l'eau. De surcroît [à l'heure où nous écrivons], des inquiétudes se font jour sur les deux autres cœurs de réacteurs (n° 2 et n° 3) dont les cuves seraient elles aussi fissurées. D'ailleurs, une nouvelle fuite d'eau contaminée a été signalée, provenant sans doute du réacteur n° 3, et se déversant

dans l'océan. Les mesures de Tepco ont montré une remontée des quantités d'iode et de césium dans cette contamination, ce qui signifierait pour certains spécialistes une reprise de la réaction en chaîne dans des éléments du combustible*. L'autorité de sûreté a demandé à l'opérateur de modifier ses plans de stabilisation de l'accident.

Les ouvriers s'affairent aussi à des travaux de consolidation près des piscines pour faire face à d'éventuelles nouvelles secousses. La digue est en cours de renforcement. La remise en circuit fermé, si elle peut être envisagée, des systèmes de refroidissement prendra des mois et les opérations de démantèlement (récupération des combustibles notamment) des années. Devant l'ampleur de la catastrophe, le Premier ministre Naoto Kan a demandé une « révision à par-

tir de zéro » de la politique énergétique du pays. Il veut renforcer la sécurité du parc nucléaire et développer les énergies renouvelables. Il a aussi fait arrêter la centrale de Hamaoka (et ses trois réacteurs), à 200 km au sud-ouest de Tokyo, dans une zone où de forts séismes sont redoutés.

L'urgence est aussi à la gestion de l'eau contaminée sur le site. Plus de 80 000 tonnes seraient à traiter alors que le refroidissement des piscines et des cœurs se fait encore à raison d'une dizaine de tonnes par heure. Cette eau encombre les bâtiments des réacteurs et gêne les opérations. Tepco a fait appel aux sociétés françaises Areva et Veolia pour installer une unité de retraitement de l'eau. Elle devrait traiter à partir de juin environ 50 tonnes d'eau par heure. La technique consiste à précipiter au fond des cuves les radioéléments grâce à des addi-

tifs chimiques spécifiques à chacun. Areva estime qu'ainsi la radioactivité peut être divisée par 1000 à 10 000. L'eau pourra alors servir à nouveau au refroidissement ou être rejetée en mer. Il restera toutefois des boues à récupérer et entreposer.

Au large de la centrale, des échantillons d'eau prélevés à une quinzaine de kilomètres (et entre 20 et 30 mètres de profondeur) se révèlent 100 à 1000 fois plus contaminés que la normale, a révélé Tepco fin avril. Les niveaux atteignent entre 98 et 190 becquerels/kg d'iode radioactif et entre 1200 et 1400 Bq/kg de césium radioactif.

En France, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a rendu public le 9 mai le cahier des charges d'« évaluations complémentaires de sûreté des installations nucléaires ». Les différents opérateurs (EDF, le CEA, Areva...) ont jusqu'au 15 juin pour rendre compte de la méthode qu'ils comptent suivre, puis jusqu'au 15 septembre pour remettre leur rapport. Deux mois plus tard, l'ASN rendra son avis sur cet audit. Ce cahier des charges se base sur les recommandations européennes mais l'exercice a été étendu aux installations non productrices d'électricité comme l'usine de retraitement de la Hague ou les usines d'enrichissement Eurodif et George Besse II ou encore l'EPR en chantier à Flamanville (près d'une quarantaine de sites sont concernés, en plus des centrales). C'est une « réévaluation ciblée des marges de sûreté à la lumière de l'accident de Fukushima », a expliqué l'ASN. Il s'agit pour les responsables d'installation d'en décrire, sur le papier, le comportement en cas d'inondation, de séisme et de perte simultanée de l'alimentation électrique et des sources de refroidissement. Les responsables devront aussi analyser les effets du recours à des sous-traitants dans la gestion de la crise.

D. L. et D. J. L.

* L'iode 131 ayant une demi-vie de 8 jours, il disparaît en effet très vite après sa production lors des réactions nucléaires.

Géophysique : les leçons du 11 mars

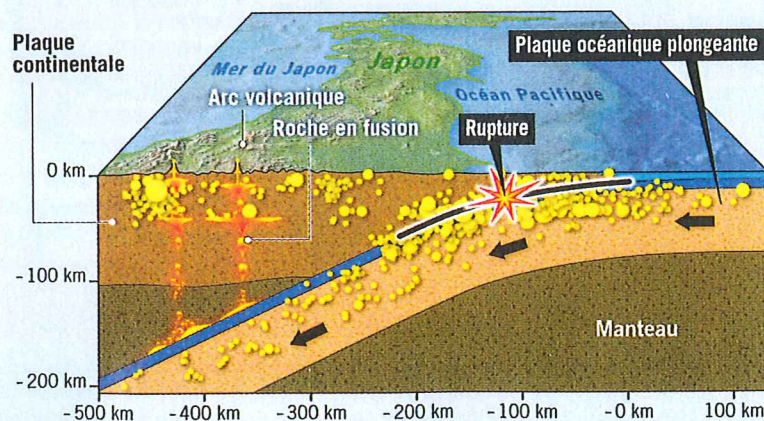
Les très gros tremblements de terre présentent des mécanismes insoupçonnés, selon deux nouvelles études.

Le séisme du 11 mars a bouleversé la compréhension des très gros tremblements de terre. Sa magnitude élevée de 9 remet en question le modèle géologique selon lequel la portion de faille qui a rompu à Sendai ne pouvait pas connaître un séisme de magnitude supérieure à 7,5/8, estimation utilisée pour le dimensionnement de la centrale de Fukushima. « Depuis 1900, la Terre a connu 16 séismes de type "megathrust" [séisme de subduction], de magnitude égale ou supérieure à 8,5 et qui ont lieu dans les grandes zones de subduction, explique Rolando Armijo, de l'Institut de physique du globe de Paris (IPGP). Mais ce n'est que depuis le séisme de 2010 au Chili, de magnitude 8,8, que nous sommes en mesure de dresser une image détaillée de la rupture qui survient dans ce genre d'événement. » L'équipe qui regroupe des chercheurs français, chiliens, argentins et américains (1), a utilisé des données GPS pour reconstituer le mécanisme précis du séisme. La rupture s'est propagée depuis 50 km de profondeur sous la terre ferme jusqu'à la surface du fond marin, sur une longueur de 500 km parallèle à la côte. Les deux bords de la faille ont glissé jusqu'à 15 mètres l'un par rapport à l'autre. « Or, le consensus était qu'au sein de ces zones de subduction, la rupture devait rester limitée à la partie profonde, sans remonter jusqu'à la partie superficielle, qui est le fond marin. Un modèle qui a conduit à sous-estimer la magnitude d'un séisme comme celui survenu au Japon »,

reconnaît Rolando Armijo. Une autre étude (2), financée par CGG Veritas et menée par des chercheurs français, anglais et indonésiens est revenue, elle, sur un autre megathrust, celui de Sumatra (de magnitude 9,3) le 26 décembre 2004, à l'origine d'un tsunami qui a fait 300 000 morts. Elle décrit un scénario insoupçonné jusqu'alors. Le plancher océanique est parsemé de monts sous-marins dont la hauteur peut atteindre 3 km et le diamètre à la base, 50 km. Lorsque la plaque s'enfonce dans le manteau, ces monts se retrouvent aussi en profondeur, formant une « bosse » sur la plaque subductée. « Nous avons pu visualiser pour la première fois un de ces monts sous-marins, à 40 km de profondeur, et à 190 km du front de subduction, explique Satish Singh, de l'IPGP. Or, la rupture provoquée par le séisme s'est arrêtée à l'aplomb de cette structure. » Un mont sous-marin enfoui peut donc « stopper » une rupture sismique. C'est un tel scénario qui a eu lieu en 2004. Sans cette « bosse » enfouie, la rupture aurait été totale et la magnitude aurait atteint 9,6, provoquant bien plus de victimes. « Notre objectif est d'effectuer une campagne sismique de très haute résolution au large du Japon pour comprendre si un mont sous-marin enfoui n'aurait pas, là aussi, empêché la propagation de la rupture le 11 mars. » **A. Kh.**

(1) Science, du 28 avril 2011.

(2) Nature Geoscience, du 2 mai 2011.



Le scénario de Sendai

Le 11 mars, la plongeée de la plaque Pacifique sous la plaque Eurasie a rompu 500 km de croûte près de Sendai. Les chercheurs se demandent si, à l'instar du tsunami du 26 décembre 2004 à Sumatra, un mont sous-marin a pu arrêter la rupture.