



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

Fukushima Dai-ichi

Les facteurs humains et organisationnels

Partie 1:

Les événements et les organisations
ayant participé à leur gestion

Table des matières

1	INTRODUCTION ET MÉTHODOLOGIE	3
2	PRINCIPALES DONNÉES RELATIVES À L'ÉVÈNEMENT	5
2.1	Séisme	5
2.2	Tsunami	8
2.2.1	Conséquences à Fukushima Dai-ichi	9
2.3	Déclaration de l'état d'urgence	16
2.4	Evolution de la situation	17
2.5	Classement de l'accident sur l'échelle internationale des évènements nucléaires (INES)	19
2.6	Conditions de travail pour le personnel présent sur le site de l'installation nucléaire	20
3	LES ORGANISATIONS AYANT PARTICIPÉ À LA GESTION DE L'ÉVÈNEMENT	21
3.1	Les organisations basées à Tokyo	22
3.1.1	Les centres d'urgence du gouvernement	23
3.1.2	Centre de crise au siège de TEPCO	24
3.2	Les organisations locales situées dans la préfecture de Fukushima	26
3.3	Organisations sur le site de Fukushima Dai-ichi	27
3.3.1	Centre d'urgence (ERC)	29
3.3.2	Répartition du personnel par tranche	35
3.3.3	Les collaborateurs externes venus en soutien	38
4	APERÇU DES DOCUMENTS À VENIR	41
5	LISTE DES ABRÉVIATIONS	42
6	RÉFÉRENCES	43
7	NOTES DE BAS DE PAGE	46

1 Introduction et méthodologie

Suite à l'accident de Fukushima Dai-ichi du 11 mars 2011, l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN¹) s'est penchée sur les circonstances de l'accident et a effectué plusieurs analyses ([1], [2], [30]). L'une d'entre elles visait à mieux comprendre le déroulement des événements ainsi que les facteurs humains et organisationnels qui y ont contribué ([1]).

Entre 2012 et 2015, un groupe d'experts de l'IFSN a poursuivi, avec le soutien d'une experte externe, l'évaluation des informations relatives à l'accident et provenant de différentes sources, dans l'objectif d'approfondir l'analyse relative aux facteurs humains et organisationnels publiée en 2011. La présente analyse prend en compte notamment les rapports publiés progressivement à la suite de l'accident par les acteurs suivants: TEPCO (exploitant de la centrale nucléaire de Fukushima Dai-ichi [6], [14], [28], [31], [32]); les autorités japonaises (Commission d'enquête du gouvernement japonais– ICSANPS [17], [19]; Commission d'enquête du Parlement japonais – NAIIC [7]); AIEA ([11]); autorités de sûreté nucléaire internationales et institutions spécialisées (en particulier les rapports publiés par l'ASN/IRSN [4], [26], la GRS [23], [24] et l'INPO [12], [15]).

L'approfondissement de l'analyse effectuée en 2011 relative aux facteurs humains et organisationnels s'est avéré nécessaire en raison de la complexité de l'accident ainsi que de tout ce qui y a contribué, comme c'est le cas pour les «gros» accidents, également dans d'autres secteurs. Cette complexité n'est pas seulement due aux aspects techniques associés, mais tient également à l'interaction entre les aspects techniques, organisationnels et humains qui nécessitent une analyse systémique et de longue haleine. Le présent rapport constitue le premier des trois volets de cette analyse.

Par ailleurs il est à noter que d'autres analyses seront nécessaires afin de comprendre de manière plus précise encore les processus physiques,

organisationnels et humains ayant contribué à l'accident. L'analyse présentée dans la série de documents actuelle ne saurait de fait être considérée comme achevée. Même si elles ont été vérifiées en confrontant différentes sources, les données de type jours et heures (heure locale) contenues doivent être considérées avec précaution, des incertitudes subsistant sur certaines d'entre elles.

Les constats et conclusions présentés par l'IFSN dans l'analyse ne sauraient en aucun cas représenter une critique vis-à-vis des acteurs japonais, mais doivent au contraire permettre de comprendre les mécanismes humains et organisationnels susceptibles d'expliquer la survenue de l'accident.

Il convient également de tenir compte du fait que de nombreuses données disponibles aujourd'hui ne l'étaient pas au moment de l'accident pour les acteurs en charge de la gestion de crise.

De plus, il est nécessaire de toujours garder à l'esprit l'ampleur exceptionnelle du séisme et du tsunami ainsi que le courage et le dévouement dont ont fait preuve les acteurs ce jour-là. En particulier, le personnel du site de Fukushima Dai-ichi qui a eu à gérer les conséquences graves d'un accident qui affectait simultanément plusieurs tranches nucléaires, face à une situation catastrophique sur place, avec de nombreuses répliques sismiques, et parfois sans aucune nouvelle de leur propre famille.

Il convient aussi de comprendre les lacunes organisationnelles en termes de protection du site vis-à-vis du risque d'un tsunami majeur, et en termes de gestion d'un accident grave, pour en tirer les enseignements qui s'imposent. Seule une analyse approfondie de la situation, tenant compte à la fois de l'environnement technique et des aspects humains et organisationnels de l'accident, peut expliquer ces déficiences.

L'analyse conduite par l'IFSN se compose de plusieurs parties. Le présent document constitue l'une de ces parties. Il porte sur:

- les données relatives à l'évènement qui sont nécessaires pour comprendre la situation que les différentes organisations et personnes ont eu à gérer (cf. chapitre 2);
- les organisations participant à la gestion de la situation d'urgence à Tokyo, dans la préfecture de Fukushima, ainsi que sur le site de Fukushima Dai-ichi (cf. chapitre 3);
- des remarques concernant les documents futurs (cf. chapitre 4).

Les documents qui suivront exposeront d'une part, la chronologie des mesures prises sur site et hors site pour gérer l'accident (second volet) et d'autre part, les facteurs organisationnels et humains qui permettent d'expliquer l'évènement (troisième volet).

Les conséquences de l'accident à court et à long terme pour la population et l'environnement ne sont en revanche par traitées. Par ailleurs, le sol et les eaux de la région entourant la centrale nucléaire ont été exposés à des doses de rayonnement considérables lors de l'accident, le plus grave depuis celui de Tchernobyl (Ukraine) en 1986 ([12]², [27], [30]). Les autorités japonaises ont ainsi été contraintes d'évacuer plus de 100 000 personnes ([17]). En dépit de l'ampleur des conséquences physiques et psychologiques de l'accident pour la population aux plans humain et organisationnel, celles-ci ne sont pas abordées dans le présent rapport.

Le présent rapport ainsi que ceux qui suivront, s'adressent à un large public, mais cependant initié. Ils ont pour objectif de présenter de manière suffisamment précise les facteurs humains et organisationnels de l'évènement afin que des enseignements concrets puissent être tirés dans le cadre de la surveillance des installations nucléaires

suisses. De ce fait, des termes et concepts spécialisés ont été utilisés dans ces rapports lorsque cela a paru nécessaire. Afin de permettre une compréhension systématique des évènements, c'est-à-dire des interactions entre les individus et organisations concernés et la technique, il convient cependant de posséder certaines connaissances concernant les circonstances et évènements techniques. Pour cette raison, le présent rapport contient également une description technique minimale des évènements reprenant la terminologie usuelle.

Les numéros entre parenthèses, cités dans le texte, correspondent aux documents mentionnés dans les références (cf. paragraphe 6). Les notes de bas de page sont regroupées à la fin du document et renvoient aux sources utilisées, ou contiennent des informations complémentaires.

2 Principales données relatives à l'évènement

2.1 Séisme

Le séisme survenu le 11 mars 2011 à l'origine du tsunami était d'une magnitude de 9 sur l'échelle de Richter. Son épicentre se situait à environ 100 km au large de la préfecture de Miyagi, à une profondeur de 24,4 km, sur la côte Nord-Est de l'île d'Honshu. Il s'agissait du quatrième séisme le plus violent enregistré depuis le XVIII^e siècle, après ceux survenus au Chili en 1960 (magnitude 9.5), en Alaska en 1964 (magnitude 9.2) et à Sumatra en 2004 (magnitude 9.1–9.2) ([3]), et du

plus violent jamais enregistré au Japon³ ([4]). Plusieurs installations nucléaires ont été impactées par le séisme, dont celles présentes sur le site de Fukushima Dai-ichi, exploitées par Tokyo Electric Power Company (TEPCO). C'est sur ce site que le séisme et le tsunami qui a suivi ont eu l'impact le plus important ([5]). Le site comprend six réacteurs à eau bouillante (REB ou BWR Boiling Water Reactor) mis en exploitation dans les années 1970 et d'une puissance comprise entre 460 et 1100 MWe (cf. tableau ci-dessous).

Tranches	1	2	3	4	5	6
Année de mise en service	1971	1974	1976	1978	1978	1979
Puissance (en MWe)	460	784	784	784	784	1100
Type de réacteur	BWR 3	BWR 4	BWR 4	BWR 4	BWR 4	BWR 5
Confinement	Mark I	Mark I	Mark I	Mark I	Mark I	Mark II
Fabricant	GE	GE/ Toshiba	Toshiba	Hitachi	Toshiba	GE/ Toshiba

Tableau 1: Tranches nucléaires présentes à Fukushima Dai-ichi – année de mise en service, puissance électrique, type de réacteur, type de confinement, fabricant

Le 11 mars 2011, les tranches 1, 2 et 3 se trouvaient en fonctionnement; les tranches 4, 5 et 6 étaient à l'arrêt pour révision (réacteur 4: cœur sans assemblages combustibles, réacteurs 5 et 6: cœur avec assemblages combustibles) ([14]⁴).

Les tranches 1 à 6 possèdent chacune une piscine de stockage du combustible contenant un nombre important d'assemblages combustibles neufs ou usés. Une piscine de désactivation commune abrite 6375⁵ assemblages possédant une chaleur résiduelle moins importante que ceux présents dans les réacteurs, mais qui doivent tout de même être refroidis ([23], [26]).

Lors du séisme, les réacteurs 1, 2 et 3 ont fait l'objet d'un arrêt automatique, qui a engendré la mise en route des systèmes de refroidissement ([14]).

Outre les installations nucléaires présentes sur le site, le séisme a également endommagé les équipements de distribution électrique⁶ situés entre la sous-station TEPCO Shinfukushima⁷ et la centrale nucléaire de Fukushima Dai-ichi, induisant une perte de l'alimentation électrique externe (Loss of Off-Site Power LOOP) ([14], [7]⁸, [5]⁹). Les 12 générateurs diesel de secours (deux par tranche) destinés à alimenter les systèmes de refroidissement se sont mis en route, ce qui a permis d'approvisionner en électricité les systèmes de refroidissement du réacteur et les systèmes d'évacuation de la chaleur résiduelle (cf. tableau ci-dessous) ([7]).

11 Mars	Tranche 1	Tranche 2	Tranche 3	Tranche 4	Tranche 5	Tranche 6
	En fonctionnement			En arrêt pour révision Réacteur déchargé	En arrêt pour révision Réacteur chargé	En arrêt pour révision Réacteur chargé
14h46: séisme	Arrêt automatique des réacteurs Perte de l'alimentation externe en courant alternatif Mise en route automatique des générateurs diesel de secours					
	Mise en route du refroidissement du réacteur à l'aide du condenseur d'isolation (Isolation Condenser, IC)	Mise en service du refroidissement du réacteur à l'aide du RCIC (Reactor Core Isolation Cooling)				

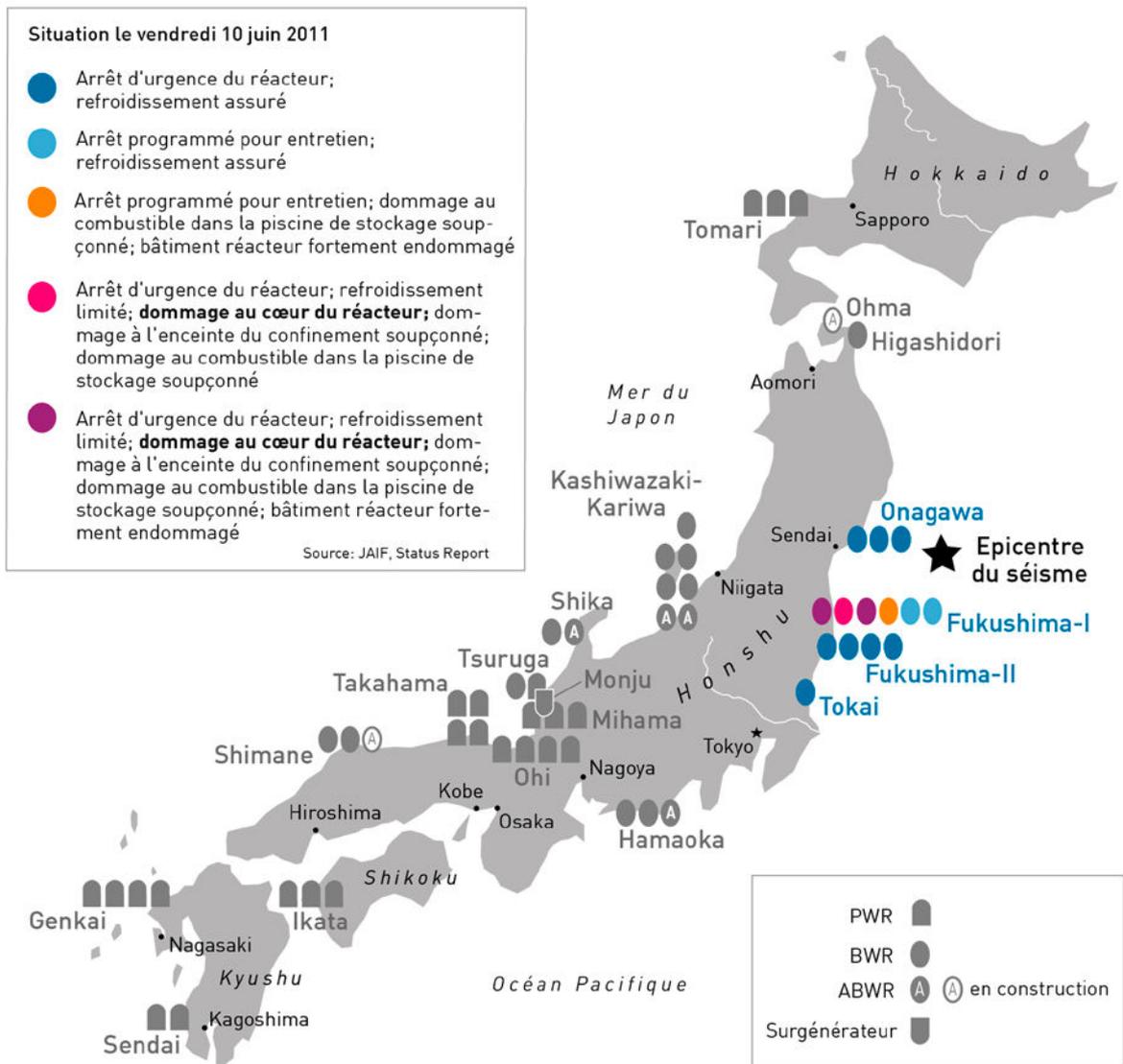
Tableau 2: Etat des tranches 1 à 6 de la centrale nucléaire de Fukushima Dai-ichi avant et immédiatement après le séisme

TEPCO indique que les différentes installations ont bien résisté au séisme ([14]¹⁰).

Cependant, il reste difficile d'évaluer les conséquences exactes du séisme sur les composants et équipements des réacteurs sur la base des documents pris en compte par l'IFSN dans le cadre de la réalisation de cette analyse¹¹.

2.2 Tsunami

Illustration 1:
Installations
nucléaires
impactées par
le tsunami du
11 mars 2011
(Source: 2011,
Forum nuclé-
aire suisse)



Le séisme a déclenché un tsunami d'une ampleur exceptionnelle. De l'eau a pénétré jusqu'à 5 km à l'intérieur des terres. Le 12 septembre 2012, l'autorité de police japonaise (National Police Agency of Japan) a dressé le bilan suivant de l'évènement dans les régions touchées: 15 883 personnes décédées, 2 643 personnes disparues, 6150 blessés ([8]).

Le tsunami a touché plusieurs sites nucléaires: Fukushima Dai-ichi («Fukushima I»: 6 tranches) et dans une mesure moindre Onagawa (3 tranches), Fukushima-Dai-ii («Fukushima II»: 4 tranches) ainsi que Tokai (1 tranche en exploitation). Les installations nucléaires impactées sont indiquées dans l'illustration 1.

2.2.1 Conséquences à Fukushima Dai-ichi

A partir de 15 h 27, heure locale¹², soit environ 40 minutes après le séisme, plusieurs vagues ont déferlé sur le site de Fukushima Dai-ichi. La première, d'environ 4 mètres de haut, a été arrêtée par les digues de protection conçues pour résister à une vague de 6,1 mètres.

Huit minutes plus tard, une nouvelle vague, bien plus importante cette fois, arrive et submerge le terrain, où se trouvent les tranches 1 à 4, situé à 10 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Les portes des bâtiments qui abritent les systèmes, composants et matériels des tranches 1 à 4 n'étaient pas étanches. L'eau pénètre dans les sous-sols, noyant sous 1,5 à 5,5 mètres d'eau notamment les tableaux électriques, plusieurs générateurs diesel de secours et les batteries qui alimentent les systèmes de refroidissement de maintien et de secours. Les bâtiments dans lesquels se trouvaient les pompes de prise d'eau de mer ont également été détruits et n'étaient donc plus disponibles pour assurer le refroidissement du réacteur ([6]¹³, [4]).



Illustration 2:
Le tsunami frappe la centrale nucléaire (source: TEPCO)



L'aire de la centrale (située à 10 mètres au-dessus du niveau de la mer) est inondée. La voiture rattrapée par la vague peut être observée.





L'illustration suivante représente la grande zone qui a été inondée (en bleu).



Illustration 3:
Zone inondée
de la centrale
nucléaire de
Fukushima
Dai-ichi ([10])

Le tsunami a entraîné la perte de l'alimentation électrique, y compris de l'alimentation par batterie, pour les tranches 1, 2 et 4 (Station Black-Out), ce qui a conduit à ([11]¹⁴, [7], [12], [13]) :

- l'indisponibilité des systèmes, composants et équipements qui nécessitent un approvisionnement sûr en électricité (notamment les systèmes de refroidissement principaux);
- la perte de l'éclairage à l'intérieur des bâtiments;
- la perte de l'instrumentation, et par là de l'information concernant l'état des installations dans la salle de commande 1–2 ainsi que du système de visualisation électronique du statut des installations (Safety Parameters Display System, SPDS) dans le centre d'intervention d'urgence (Emergency Response Center, ERC). Le personnel ne possédait donc plus aucun aperçu de l'état actuel de l'installation¹⁵;
- l'impossibilité de commander les processus depuis la salle de commande 1–2;
- la perte de presque tous les moyens de communication entre l'ERC et le personnel intervenant à l'intérieur et à l'extérieur des installations. Seule une ligne de communication permettant des liaisons entre l'ERC et les différentes salles de commande était encore fonctionnelle.

Suite au tsunami, la tranche 3 a également perdu son alimentation en courant alternatif. Les batteries (alimentation en courant continu) n'ont quant à elles cessé de fonctionner que le soir du 12 mars 2011, jusque-là elles sont restées opérationnelles.

La tranche 5 a perdu toute son alimentation électrique en courant alternatif. Un câble d'alimentation reliant les tranches 6 et 5 a permis de rétablir l'alimentation de ce dernier grâce au seul générateur diesel de secours encore en fonctionnement au niveau de la tranche 6 et ce, avant la perte de son alimentation en courant continu¹⁶. ([14]¹⁷).

Bien qu'ayant également perdu l'alimentation externe, la tranche 6 possédait encore un de ses deux générateurs diesel de secours. Celui-ci a été refroidi à l'air et ne dépendait ainsi pas de l'approvisionnement en eau de refroidissement qui avait été endommagé ([14]¹⁸), ce qui a permis à l'alimentation en courant alternatif requise de continuer à fonctionner, et finalement d'alimenter également le réacteur 5.

Sur le site de Fukushima-Daini, l'alimentation externe en revanche n'a pas été entièrement coupée. La plupart des instruments et des dispositifs de contrôle dans les salles de commande sont restés opérationnels. Cela a permis notamment aux équipes de garantir à nouveau l'approvisionnement en eau de refroidissement des installations après quelques jours, et ainsi de mieux maîtriser l'évènement. Les quatre réacteurs ont pu faire l'objet d'un «arrêt à froid» (Cold Shutdown) le 15 mars 2011, sans que des assemblages combustibles aient été endommagés ([12], [14]).

La deuxième partie 2 de cette analyse présentera des informations complémentaires concernant le déroulement des évènements.



Illustration 4:
Dommages
causés par le
tsunami au
niveau des
stations de
pompage
(photo du
17.03.2011 -
Source: TEPCO)

2.3 Déclaration de l'état d'urgence

Immédiatement après le séisme, à 14 h 46 le 11 mars 2011, le ministère de l'Economie, du Commerce et de l'Industrie (METI) met en place à Tokyo un centre d'urgence («Emergency Response Headquarters») ayant pour objectif de gérer les conséquences de l'évènement et de collecter des informations sur l'état des installations nucléaires qui se trouvaient dans la zone touchée ([17], [19]).

A 14 h 50, le bureau du Premier ministre établit de son côté un centre de crise («Emergency Response Office»; cf (3) à l'illustration 8) au niveau du «Kantei»¹⁹, sa résidence officielle, en contact avec les responsables des ministères compétents. A 15 h 14, le Kantei met en place l'«Emergency Disaster Response Headquarters» (cf. (1) dans l'illustration 8), placé sous la direction du Premier ministre Kan, ainsi que le secrétariat associé (cf. (4) à l'illustration 8 ([17], [19])) dans le bâtiment du cabinet.

Peu de temps après le tsunami et l'inondation induite, l'autorité de sûreté nucléaire japonaise (Nuclear and Industrial Safety Agency, NISA) reçoit à 15 h 42 la notification d'accident grave par le site de Fukushima conformément à l'article 10 de la loi «Nuclear Emergency Preparedness Act» suite à la perte de l'alimentation en courant alternatif (alimentation électrique externe et générateurs diesel de secours). La NISA transmet le message au bureau du Premier ministre et aux autorités compétentes ([14]²⁰).

Ce message conduit à la création de plusieurs services chargés du traitement spécifique de l'accident nucléaire survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Dai-ichi et au niveau des autres installations nucléaires touchées, en plus des différents centres de crise, qui jusque-là s'occupaient essentiellement des conséquences générales du séisme et du tsunami. Le METI a notamment créé le «Nuclear Emergency Preparedness Headquarters» dans son centre d'urgence «Emergency Response Center» (ERC) ainsi que le «Local

Nuclear Emergency Preparedness Headquarters» dans le «Off-site Center», dans la ville d'Okuma, à proximité du site nucléaire de Fukushima Dai-ichi. A 16 h 36, au Kantei, le fonctionnement et l'occupation du centre de crise situé au sous-sol («Emergency Response Office») est étendu à l'accident nucléaire ([17], [19]).

Vers 16 h 45, le directeur adjoint de la NISA reçoit de la part de TEPCO un rapport notifiant l'aggravation de la situation (approvisionnement en eau de refroidissement à l'aide des systèmes de refroidissement de secours dans les réacteurs 1 et 2 désormais impossible) et transmet au METI la déclaration d'une situation d'urgence nucléaire («Nuclear Emergency Situation») conformément à l'article 15 de la loi «Nuclear Emergency Preparedness Act» ([19], [14]).

A l'issue de plusieurs réunions, le Premier ministre donne son approbation pour déclarer la situation d'urgence nucléaire aux alentours de 18 h 30 ([19]). Le gouvernement publie cette déclaration le 11 mars 2011 à 19 h 03. En conséquence, diverses autres organisations sont impliquées dans l'intervention d'urgence en-dehors et sur le site de la centrale nucléaire de Fukushima Dai-ichi (cf. chapitre 3).

2.4 Evolution de la situation

La situation au niveau des réacteurs 1, 2 et 3 du site de Fukushima Dai-ichi s'aggrave durant les quatre jours suivant le tsunami du fait de la perte prolongée des alimentations électriques et des défaillances des systèmes de refroidissement.

Le graphique suivant présente l'évolution de l'état des réacteurs au fil des heures. Celle-ci a été reconstituée à posteriori par différentes organisations (TEPCO, commission d'enquête du Parlement japonais (NAIIC), la Société allemande pour la sûreté des installations et réacteurs nucléaires (GRS), l'Institut français de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), l'Institut Paul Scherrer (PSI), etc.) à partir des données disponibles.

Dans le réacteur 1, le niveau de l'eau a atteint le haut du combustible (Top of Active Fuel – TAF) dans les deux à trois heures qui ont suivi le séisme. Presque simultanément, les assemblages combustibles présents dans le réacteur ont été endommagés. Le niveau de l'eau dans le réacteur est passé sous le combustible (Bottom of Active Fuel – BAF) environ deux heures plus tard, soit environ cinq heures après le séisme. Concernant le réacteur 2, la même évolution se produira le 14 mars 2011 (baisse du niveau de l'eau jusqu'au haut râtelier du combustible environ 74 heures après le séisme, endommagement des assemblages combustibles dans le réacteur une heure plus tard, niveau d'eau passé sous le combustible une heure après au plus) et le 13 mars 2011 pour le réacteur 3 (le niveau d'eau atteint le haut du combustible dans les 36 à 43 heures suivant le séisme, soit entre 02 h 30 et 9 h 30; endommagement des assemblages combustibles environ trois heures plus tard et niveau d'eau passé sous le combustible entre six et sept heures après atteinte du haut du combustible) ([4], [6], [7], [14], [23], [24], [28], [31], [34]).

Il convient d'être prudent concernant ces indications horaires, fournies en grande partie par TEPCO au fur et à mesure des analyses effectuées. Elles peuvent encore évoluer. Par ailleurs,

elles diffèrent parfois sensiblement. Les données fournies par TEPCO ont servi de bases pour les simulations basées sur des modèles mathématiques (différents) réalisées par les différents instituts (par ex. IRSN, GRS, PSI, etc.). Les indications peuvent être amenées à changer au fil des études. Ainsi, un récent rapport publié en août 2014 par TEPCO indique que le niveau d'eau dans le réacteur 3 aurait pu atteindre le haut du combustible le 13 mars 2011, plusieurs heures avant l'heure estimée dans les précédentes analyses conduites par l'exploitant ([31]; cf. également [34]).

Il convient de préciser une nouvelle fois que les données ont été reconstituées a posteriori, et n'étaient pas à la disposition des personnes participant à la gestion de la situation d'urgence et donc pas directement connues par celles-ci. Les enregistrements et données issus des enregistreurs papiers et des processeurs n'étaient pas disponibles en raison des situations décrites, ou l'étaient mais uniquement de manière limitée.

Illustration 5:

Créneaux horaires présumés où le niveau d'eau a atteint le haut du combustible, du début d'endommagement des assemblages combustibles présents dans la cuve du réacteur, et où le niveau de remplissage est passé sous le combustible (Sources: TEPCO [6], [14], [28], [31], NAIIC [7], IRSN [4], GRS [23], [24], PSI [34])



Légende:

Haut = Haut du combustible
 Endommagement = Endommagement du cœur
 Bas = Bas du combustible

• - - - • Créneaux horaires sur la base de 2 indications divergentes minimum, mentionnées dans des rapports différents.

- - - , - - - Créneaux horaires sur la base de 2 indications concordantes, mentionnées dans des rapports différents. La prudence reste de mise également pour ces indications.

2.5 Classement de l'accident sur l'échelle internationale des événements nucléaires (INES)

Le 12 mars 2011, la NISA a classé l'accident au niveau 4 de l'échelle internationale des événements nucléaires INES (International Nuclear Event Scale). La gravité de l'évènement est réévaluée le 18 mars au niveau 5 pour les réacteurs 1 à 3 et au niveau 3 pour le réacteur 4. Le 12 avril 2011, l'accident est de nouveau réévalué de façon globale pour l'ensemble du site, au niveau 7 ([1]).



Illustration 6:
Echelle INES
(source: AIEA)

Légende

0	Aucune importance du point de vue de la sûreté
1	Anomalie
2	Incident
3	Incident grave
4	Accident ayant des conséquences locales
5	Accident ayant des conséquences étendues
6	Accident grave
7	Accident majeur

2.6 Conditions de travail pour le personnel présent sur le site de l'installation nucléaire

L'analyse montre que les conditions de travail pour le personnel intervenant sur le site (TEPCO, personnel de soutien, prestataires) ont été très difficiles en particulier les premiers jours et premières semaines qui ont suivi le tsunami. Cet aspect fera l'objet de précisions dans le troisième rapport de l'analyse sur les facteurs explicatifs de l'évènement d'origines organisationnelles et humaines.

TEPCO précise que les membres de l'ERC n'ont été relevés qu'au bout de 36 heures, et ne s'arrêtaient que quelques heures pour prendre une douche ou un repas. Les superviseurs des équipes d'exploitation sont restés en service trois jours durant, souvent sans avoir de nouvelles de leur famille et sans prendre de repos.

Les équipes d'intervention ainsi que tous les sous-traitants ayant participé aux opérations d'urgence pour rétablir l'alimentation électrique et permettre le refroidissement des réacteurs, sont eux aussi intervenus dans des conditions extrêmement difficiles: les voies du site étaient jonchées de débris en tout genre laissés par l'eau quand elle s'est retirée. De nombreuses répliques sismiques ont été ressenties et les conditions radiologiques sur le site se sont dégradées de jour en jour ([16]).

Enfin, les documents analysés par l'IFSN soulignent les nombreuses difficultés de communication et de coordination d'une part sur le site, entre l'ERC, les équipes d'exploitation dans les salles de commande et les intervenants sur le terrain, et d'autre part, entre le site et les autorités de sécurité, le gouvernement et le centre de crise au siège de TEPCO à Tokyo ([7], [17], [12], [9]). Ce thème sera également abordé dans le troisième rapport de l'analyse.

3 Les organisations ayant participé à la gestion de l'évènement

Comme cela était déjà indiqué dans le chapitre 2.3, de nombreux services et organisations ont participé à la gestion de l'évènement. Les paragraphes suivants présentent les principaux services concernés^{21, 22} ([6], [7], [13], [17]):

- les organisations basées à Tokyo (cf. 3.1) comprenant les entités qui sont intervenues auprès du Kantei (bureaux du Premier ministre), du METI, respectivement de la NISA et du cabinet ministériel (cf. 3.1.1 – à gauche dans l'illustration 8) ainsi qu'au siège de TEPCO (cf. 3.1.2 – à droite dans l'illustration 8);
- les organisations locales situées dans la préfecture de Fukushima (cf. 3.2, illustration 10);
- les organisations relevant de TEPCO sur les sites de Fukushima Dai-ichi et Dai-ni (cf. 3.3, illustration 11).

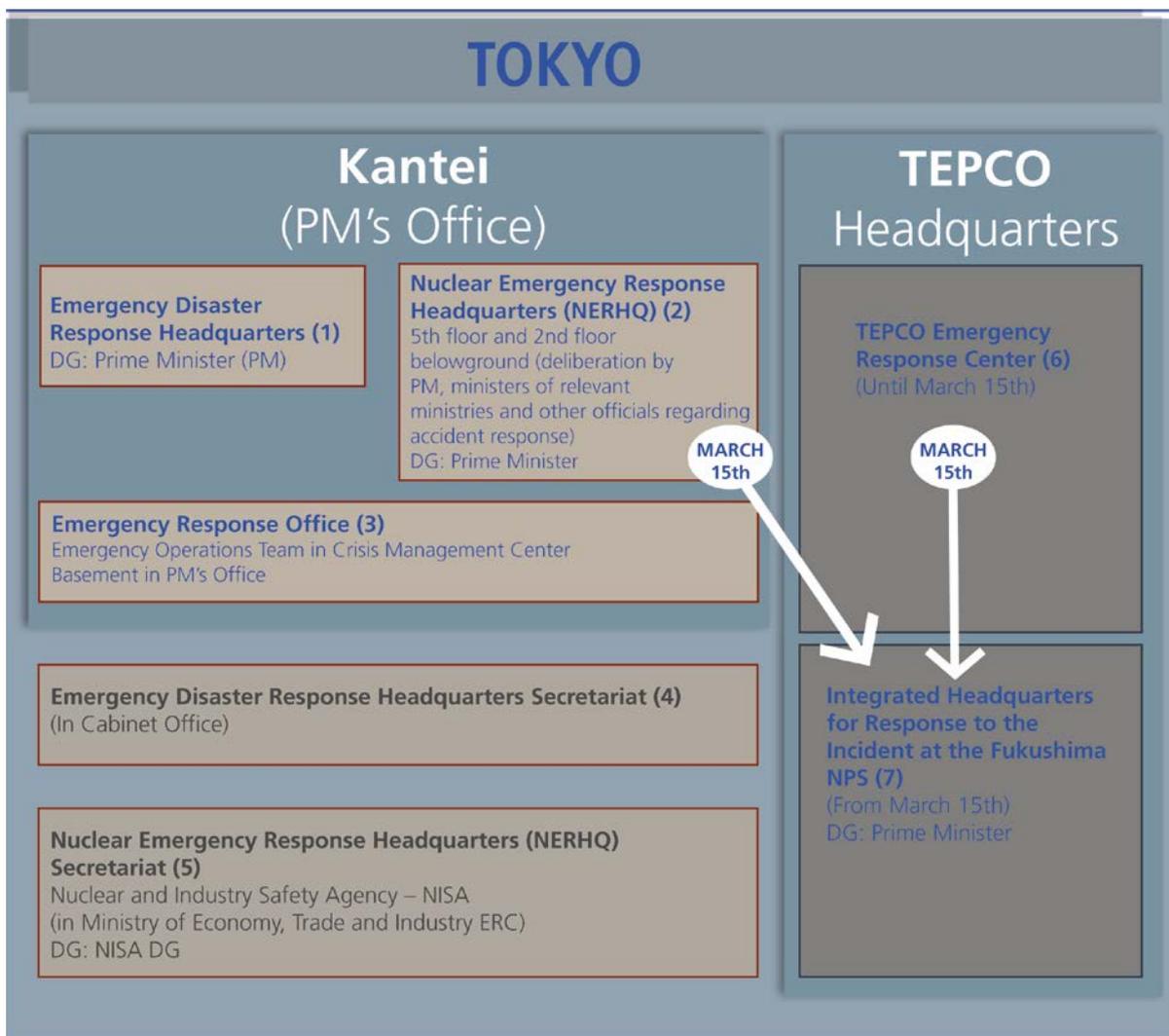
Ces différentes organisations présentées dans les paragraphes suivants ont dû partager leurs informations et collaborer entre elles pour coordonner les mesures d'urgence dans des conditions très difficiles ([17]²³).



Illustration 7:
Sites des organisations ayant participé à la gestion de l'évènement

3.1 Les organisations basées à Tokyo

Illustration 8: Les organisations basées à Tokyo impliquées dans les mesures d'urgence pour faire face à l'évènement (cf. ([6], [7], [17], [19])



3.1.1 Les centres d'urgence du gouvernement

Le gouvernement a déclaré l'état d'urgence nucléaire le 11 mars 2011 à 19 h 03. Vers 19 h 45, le chef de cabinet du Premier Ministre («Chief Cabinet Secretary») confirme la déclaration en conférence de presse et annonce la création d'un centre d'urgence au Kantei, désigné sous le vocable «NERHQ» («Nuclear Emergency Response Local Headquarters» – 5^{ème} étage et sous-sol du Kantei; cf. (2) dans l'illustration 8) ([19]).

Le Premier ministre est nommé «Director General» du NERHQ. Il est assisté par le «Deputy Director-General» (le chef du METI) et les ministres participant à la gestion de crise. Les fonctionnaires en poste sont chargés de prendre toutes les mesures d'urgence requises en raison du séisme, du tsunami et de l'accident nucléaire ([19]²⁴).

En plus du NERHQ, plusieurs autres centres de crise sont organisés au niveau du gouvernement:

- l'«Emergency Disaster Response Headquarters», dirigé également par le Premier ministre, et qui gère les conséquences du séisme et du tsunami autres que nucléaires (cf. (1) dans l'illustration 8 et le chapitre 2.3);
- l'«Emergency Response Office» («Emergency Operations Team») (au sous-sol du Kantei) (cf. (3) dans l'illustration 8 et le chapitre 2.3);
- l'«Emergency Disaster Response Headquarters Secretariat» (cf. (4) dans l'illustration 8).
- le «Nuclear Emergency Response Headquarters Secretariat» (cf. (5) dans l'illustration 8) a été créé par le METI («Emergency Response Center» du METI) et est placé sous la direction du directeur général de la NISA. Il doit soutenir les centres de crise susmentionnés.

Le NERHQ étant bruyant car occupé par les nombreux officiels²⁵, le Premier Ministre s'installe dans une salle différente («Mezzanine Floor» au sous-sol) avec son chef de cabinet («Chief

Cabinet Secretary»), le ministre du METI, le chef de la Commission de Sécurité Nucléaire («NSC Chair»), le vice-directeur de la NISA («NISA vice Director General») et des représentants de TEPCO ([19]). Sur la base des informations recueillies auprès du centre de gestion de crise (NERHQ), de la NSC et des personnes de TEPCO présentes (ou jointes par téléphone au siège de TEPCO), les officiels échangent sur la détermination des zones d'évacuation/refuge (evacuation/sheltering areas), les mesures concrètes à prendre au niveau de l'installation de Fukushima Dai-ichi (dépressurisation, injections d'eau dans les réacteurs, etc.) et le soutien logistique requis pour ces mesures.

A la demande du Premier ministre, après le 15 mars, le NHERQ sera remplacé par une autre organisation («Integrated Headquarter for Response to the Incident at the Fukushima NPS») placée au siège de TEPCO (cf. également 3.1.2)

3.1.2 Centre de crise au siège de TEPCO

Dès le 11 mars 2011 à 15 h 06, un centre de crise («Emergency Response Center») est créé au siège de TEPCO, à Tokyo. Il regroupe jusqu'à 200 personnes réparties dans neuf équipes (cf. illustration 9 [14], [17]).

Compte tenu des nombreuses difficultés de transport, le Directeur exécutif, le Président de TEPCO et d'autres responsables ne sont parvenus à rejoindre ce centre d'urgence au siège de l'entreprise qu'aux premières heures du 12 mars 2011 ([7], [11]²⁶, [18]²⁷).

Comme indiqué au paragraphe précédent, ce centre fonctionnera jusqu'au 15 mars 2011. Il sera ensuite remplacé à la demande du Premier ministre par une autre organisation, l'«Integrated Headquarter for Response to the Incident at the Fukushima NPS», qu'il dirigera lui-même. Cela doit permettre d'améliorer l'échange d'informations sur l'état des réacteurs entre l'exploitant et le Kantei²⁸ ([17], [19], [7]).

Le gouvernement japonais a rendu compte ultérieurement des difficultés de communication et de coopération rencontrées au début de l'évènement entre les services nationaux et locaux, et a estimé que les compétences des différents services n'avaient pas été définies de manière suffisamment précise. Cet aspect sera traité dans la troisième partie du dossier consacré aux explications humaines et organisationnelles à l'origine de l'évènement.

Lors d'un entretien accordé en juillet 2012 à l'Associated Press, M. Kan, Premier ministre à l'époque, le confirme en déclarant: «(...) we were totally unprepared (...) Not only the hardware, but our system and the organization were not prepared.» ([29]²⁹). TEPCO ([16]³⁰) a fait de même, ainsi que l'AIEA, qui a estimé que ce manque de coordination entre entités avait déjà été mis en évidence en 2007, suite au séisme qui a affecté la centrale nucléaire de Kashiwazaki-Kariwa ([11]³¹).

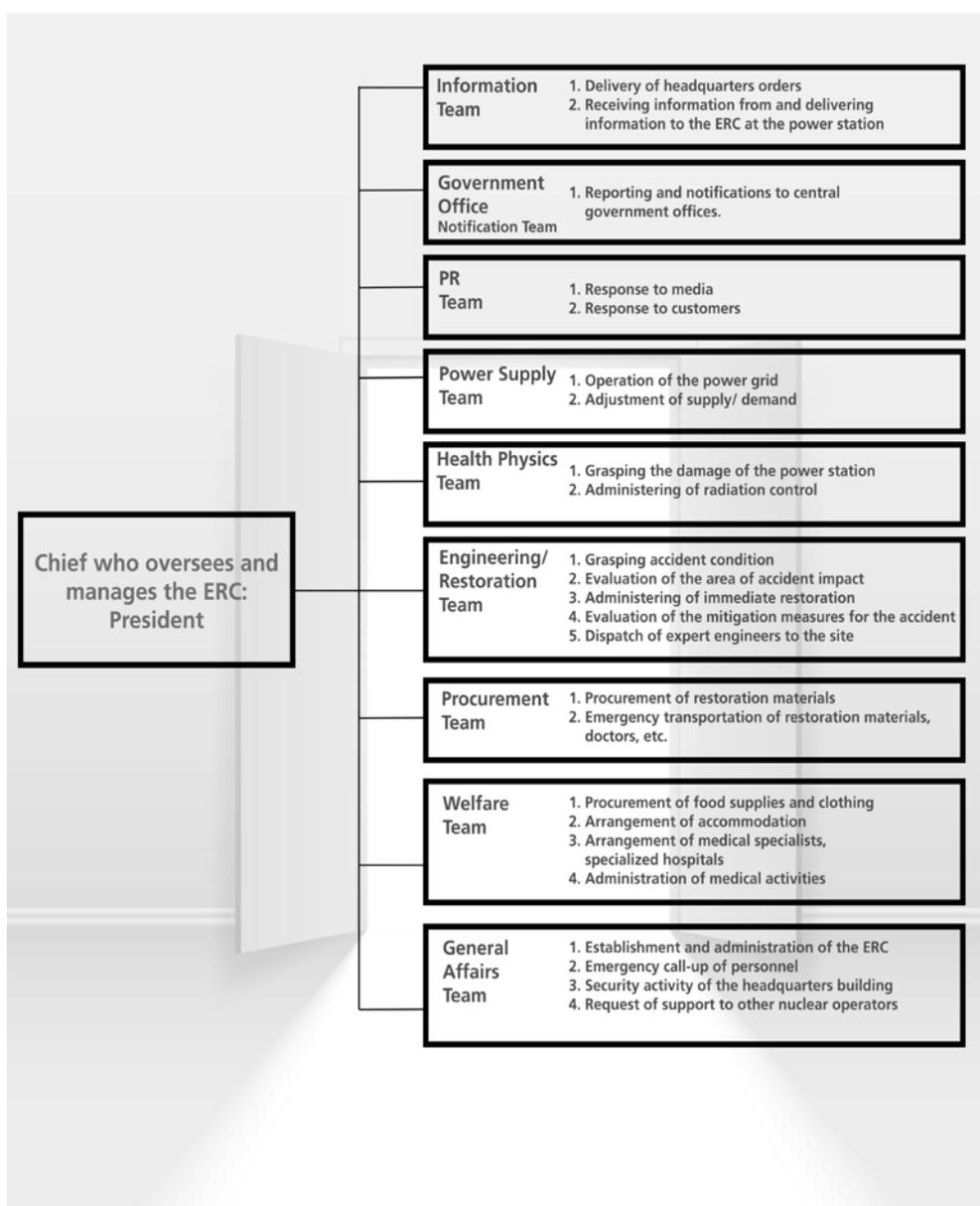


Illustration 9:
Organigramme
et missions des
neuf équipes
qui composent
l'Emergency
Response Cen-
ter au siège de
TEPCO (illustra-
tion sur la base
de TEPCO [14],
Attachment
5-2)

3.2 Les organisations locales situées dans la préfecture de Fukushima

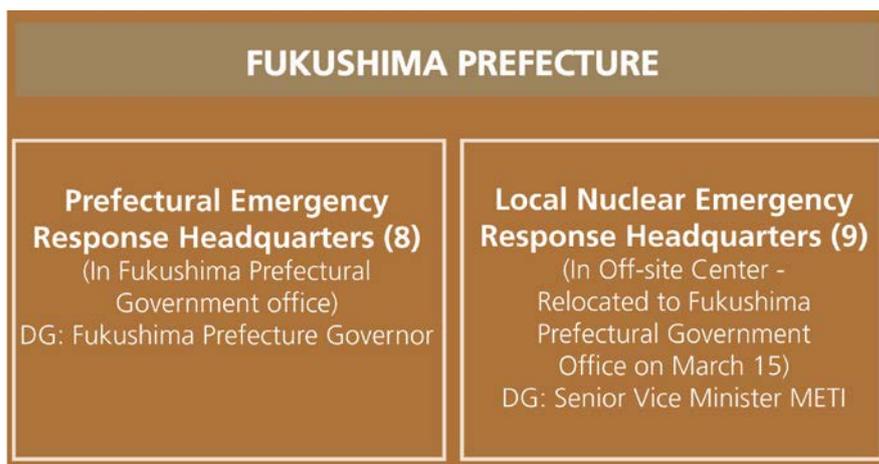
A la suite du tsunami et de la déclaration de la situation d'urgence nucléaire par le gouvernement le 11 mars à 19 h 03, deux centres d'urgence sont officiellement créés:

- Le premier, créé immédiatement après le séisme, se nomme «Prefectural Emergency Response Headquarters». Il est organisé dans les locaux de la préfecture situés dans la ville de Fukushima et est dirigé par le gouverneur de la préfecture (cf. (8) dans l'illustration 10);
- Le second, appelé «Local Nuclear Emergency Response Headquarters» (NERHQ local), est organisé après la déclaration d'urgence nucléaire dans l'«Off-site Center», à proximité immédiate de la centrale nucléaire, dans la ville d'Okuma, à environ 5 km du site de Fukushima Dai-ichi. Il est dirigé par un vice-ministre du METI (cf. (9) dans l'illustration 10) ([6], [13], [17], [19]).

Le NERHQ ne devient opérationnel qu'à partir de 03 h 20 le 12 mars ([6]³², [14]³³). Il est ensuite relocalisé à environ 75 km le 15 mars, dans les bureaux de la préfecture de Fukushima dans la ville de Fukushima compte tenu des difficultés d'accès à la ville d'Okuma, de l'absence d'électricité (coupure de l'alimentation normale et de secours), d'une pénurie de nourriture, d'eau et de carburant dans le centre ainsi que d'une élévation de l'ambiance radiologique dans ses locaux n'étant pas équipés de dispositifs de filtration radiologique de l'air³⁴ ([7], [17], [19], [20], [22]³⁵).

Compte tenu de ces difficultés, le NERHQ local n'a pas pu jouer le rôle central qui lui était attribué en particulier, en matière de collecte et de diffusion des informations sur la situation des centrales nucléaires, auprès des différents services participant à la maîtrise de l'évènement ([21], [17], [19], [22], [13]).

Illustration 10: Organisations possédant leur siège dans la préfecture de Fukushima ([6], [7], [17], [19])



3.3 Organisations sur le site de Fukushima Dai-ichi

Au moment du séisme, le 11 mars 2011, quelque 6400 personnes travaillent sur le site de Fukushima Dai-ichi (dont env. 750 collaborateurs de TEPCO). 2400 d'entre elles interviennent dans les zones contrôlées («Radiation control area») des installations ([12], [14]). Comme on peut le voir dans le tableau 3, la majeure partie du personnel se trouvait sur les tranches 4, 5 et 6, arrêtées pour travaux de maintenance ([14]).

Une partie du personnel a reçu l'ordre d'évacuation tout de suite après le séisme et avant que le tsunami ne frappe le site. Les personnes se sont regroupées sur le parking principal et ont reçu l'autorisation de rentrer chez eux³⁶; 400 autres personnes sont restées sur place (env. 130 opérateurs et 270 employés de maintenance) ([12]³⁷).

Dans les jours qui ont suivi, le nombre total de personnes présentes sur le site a fluctué et il est impossible à ce stade de l'analyse de préciser jour par jour le nombre de travailleurs présents.

Il est par contre confirmé que les explosions d'hydrogène survenues le 12 mars dans la tranche 1 et le 14 mars dans la tranche 3 ont engendré de nouvelles évacuations du personnel.



Illustration 11 : Organisations possédant leur siège sur les sites des centrales nucléaires de Fukushima Dai-ichi et Fukushima Dai-ni.

Tableau 3:
Aperçu du
nombre de
personnes
dans la zone
contrôlée de
Fukushima
Dai-ichi au
moment du
séisme ([14])

	Tranches 1 et 2	Tranches 3 et 4	Tranches 5 et 6	Autres lieux	Total
Nombre approximatif de personnes	160	1200	800	240	2400

A la suite de l'explosion du 15 mars 2011, les personnes non indispensables à la gestion de crise (env. 650) ont été provisoirement évacuées du site de la centrale à la demande du responsable de la centrale («Superintendent») ([6]³⁸, [12]). Un effectif réduit d'environ 70 personnes est alors resté présent au niveau du bâtiment antisismique qui abrite l'ERC³⁹ ([13]⁴⁰, [14]⁴¹). D'autres personnes les ont rejointes les jours suivants.

Dans les jours qui ont suivi le tsunami, le personnel sur le site peut globalement être réparti en trois groupes, présentés dans les paragraphes suivants:

- les intervenants présents dans le centre d'urgence («Emergency Response Center» ERC) (cf. 3.3.1);
- le personnel des équipes de conduite au niveau des six tranches (cf. 3.3.2);
- le personnel d'assistance externe présent sur place (cf. 3.3.3).

3.3.1 Centre d'urgence (ERC)

Comme cela est prévu en cas d'accident, le centre d'urgence («Emergency Response Center», ERC) est créé immédiatement après le séisme sur le site, au deuxième étage du bâtiment antisismique. Ce bâtiment est représenté en rose dans l'illustration suivante («Main anti-earthquake building»).

L'ERC a pour fonction de décider des mesures nécessaires pour maîtriser/limiter les conséquences de l'accident, et en contrôler la mise en œuvre ([14]⁴², [12]).

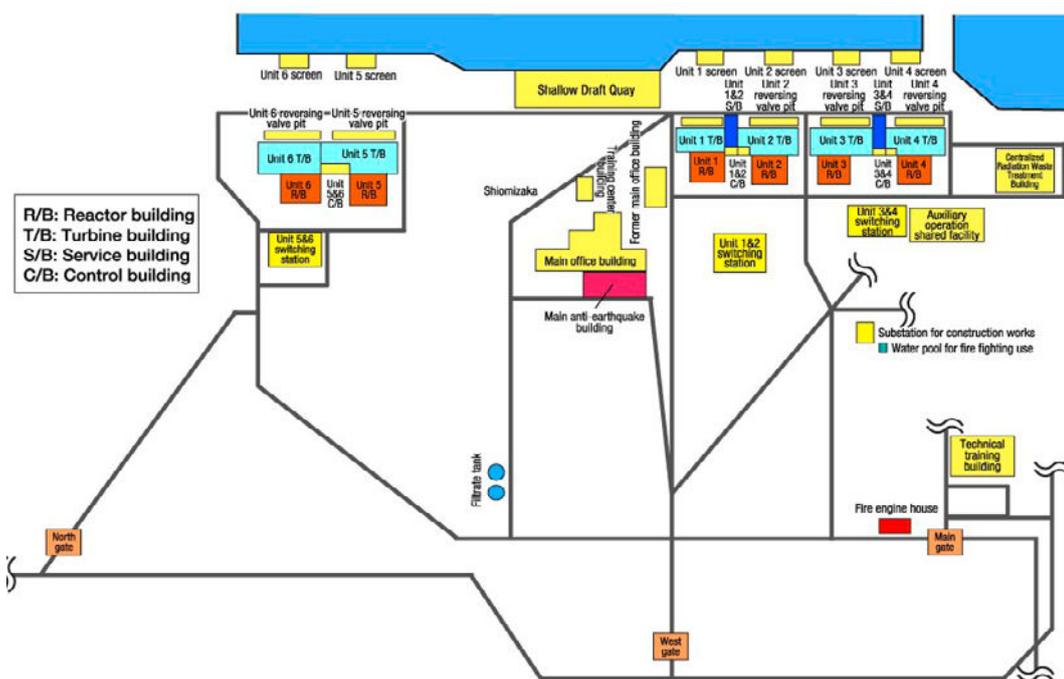


Illustration 12:
Plan des
installations
à Fukushima
Dai-ichi
(Source:
TEPCO)

Legende:

Bleu clair/orange:

Les tranches de gauche à droite: 6; 5; 1; 2; 3 et 4

Rose (au centre de l'illustration):

Le bâtiment antisismique dans lequel se trouve le centre d'urgence («Emergency Response Center» ERC)

Key (EN)	Légende (FR)
R/B : Reactor building	R/B: Bâtiment réacteur
T/B : Turbine building	T/B: Salle des machines
S/B : Service building	S/B: Bâtiment de maintenance
C/B : Control building	C/B: Bâtiment d'exploitation et de salle de commande
Unit # screen	Tranche # Prise d'eau
Shallow Draft Quay	Quai à faible tirant d'eau
Unit	Tranche
Shiomizaka	Voie menant vers la côte
Reversing valve pit	Cavité (ou siphon) avec robinet inverseur intégré
Unit # switching station	Tranche # Installation de distribution haute tension (réseau)
Training center building	Bâtiment de formation
Former main office building	Ancien bâtiment administratif
Main office building	Bâtiment administratif
Main anti-earthquake building	Bâtiment antisismique
Centralized Radiation Waste Treatment Building	Bâtiment destiné au traitement centralisé des résidus radioactifs
Auxiliary shared facility	Bâtiment des installations auxiliaires
Substation for construction works	Sous-station de transformation pour chantiers
Water pool for fire fighting use	Bassins utilisés dans la lutte contre les incendies
North gate	Porte nord
Filtrate tank	Conteneur de produit filtré
Fire engine house	Bâtiment des sapeurs-pompiers
Main gate	Porte principale
Technical training building	Bâtiment de formation technique
West gate	Porte ouest



Illustration 13: photos du centre d'urgence sur place (Emergency Response Center – ERC) ([16])

Masao Yoshida, chef de la centrale («Site Superintendent»), était à la tête de l'ERC, avec le soutien de deux «Unit Superintendents»: un responsable des tranches 1 à 4 et l'autre 5 et 6.

Ces deux «Unit Superintendents» supervisaient à leur tour chacun un manager opérationnel («Operations Department General Manager») pour les tranches 1 à 4 et 5 et 6 avec des équipes correspondantes dans les salles de commande (cf. illustration suivante)

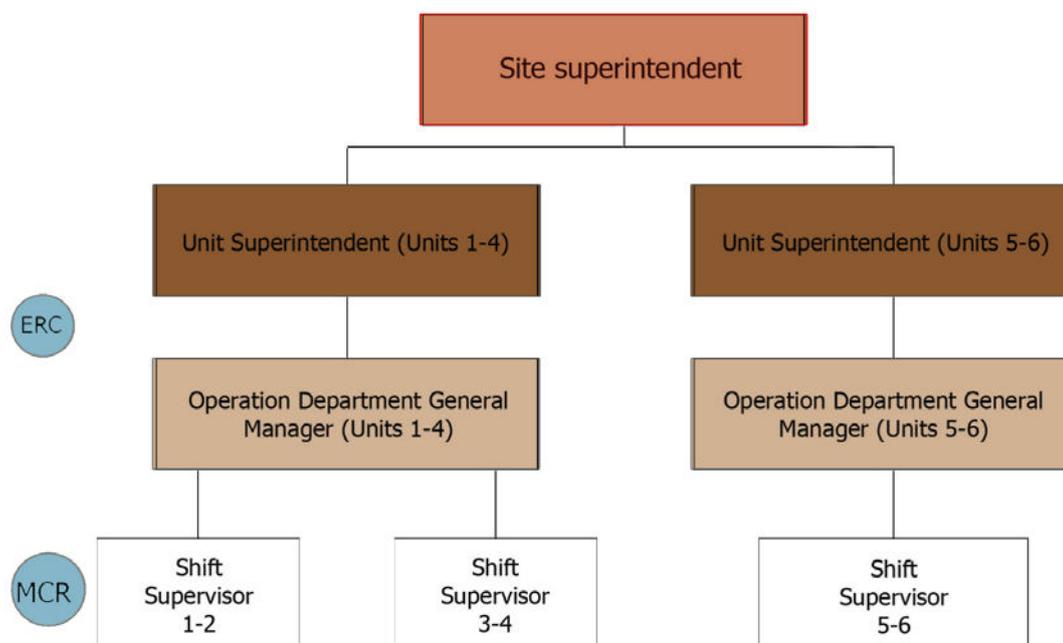


Illustration 14: Organigramme de l'Operations Department dans l'Emergency Response Center (représentation sur la base de [12])

ERC (Emergency Response Center = centre d'intervention d'urgence) et MCR (Main Control Room = salle de commande principale)

Douze équipes différentes complètent cette organisation ([14]⁴³) (cf. organigramme mis à disposition par TEPCO).

Illustration 15:
Organigramme
et missions des
douze équipes
qui composent
l'Emergency
Response Center
à Fukushima
Dai-ichi (illustra-
tion sur la base
de TEPCO [14],
Attachment 5-2)

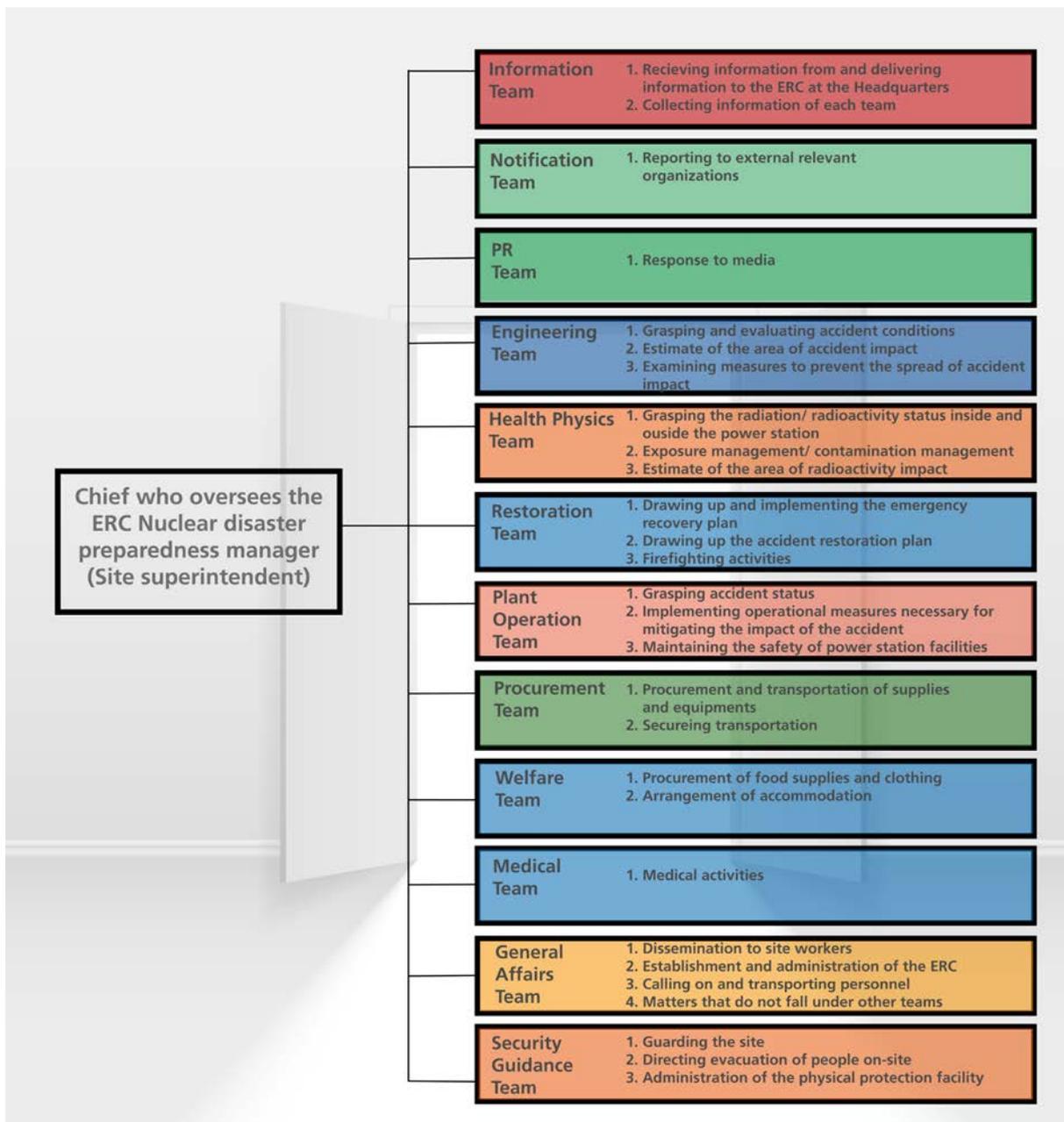
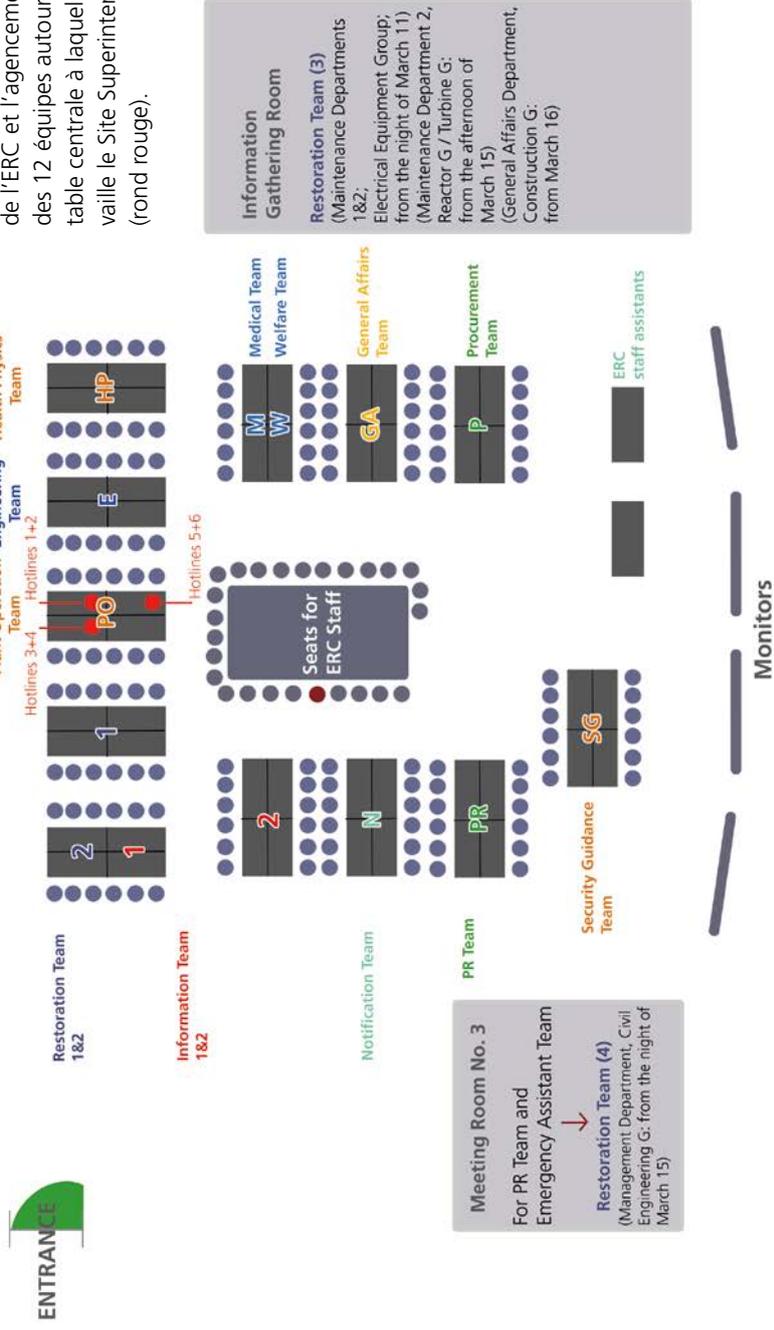


Illustration 16: Représentation de l'organisation du centre d'urgence (ERC) de Fukushima Dai-ichi (sur la base de ICANPS [17], Attachment IV-1)

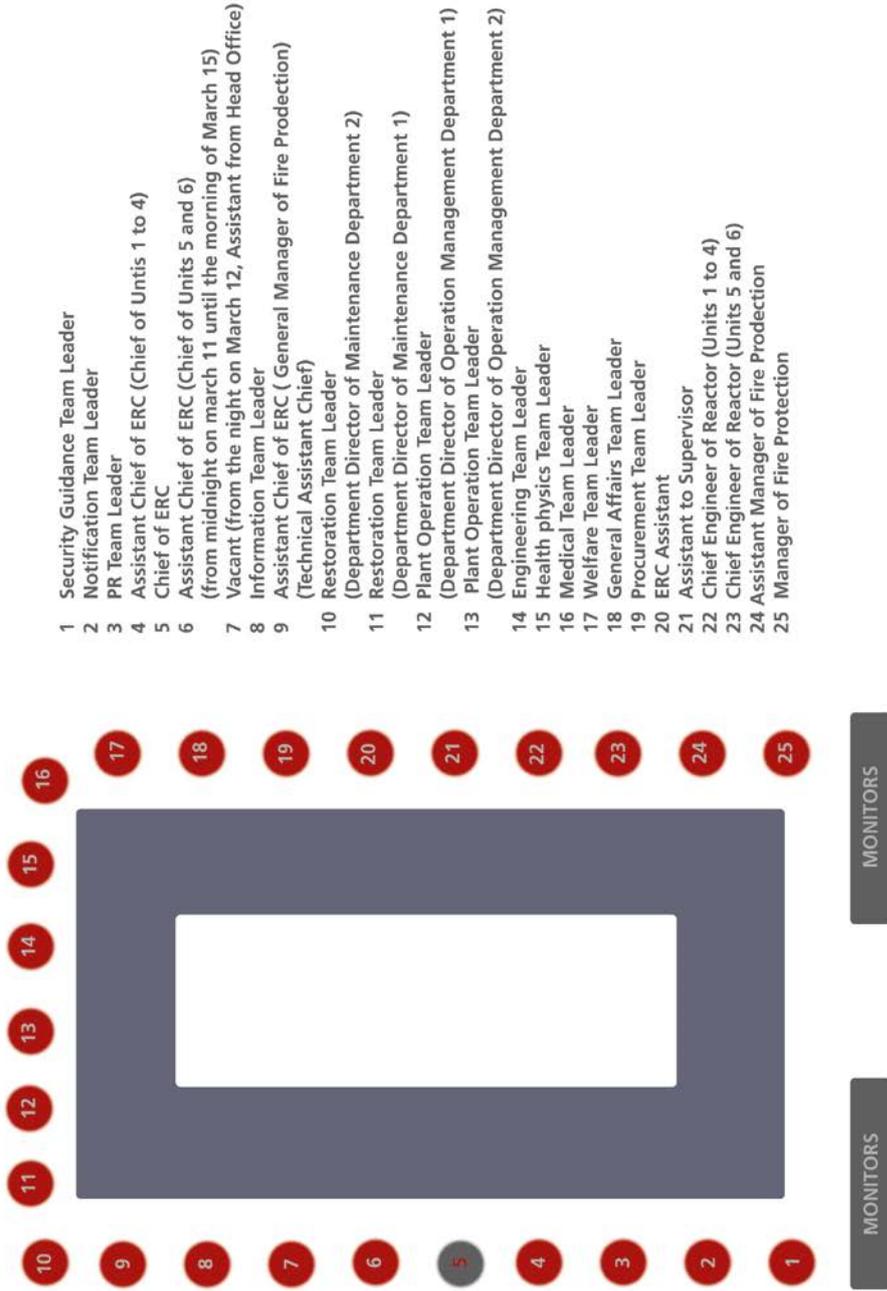


L'illustration présente la salle de l'ERC et l'agencement des 12 équipes autour d'une table centrale à laquelle travaille le Site Superintendent (rond rouge).

Explications concernant l'organisation: Les 12 équipes représentées à l'illustration 15 travaillaient dans la salle principale de l'ERC ainsi que dans d'autres salles de réunion. En raison de sa taille, la «Restoration Team» était répartie dans quatre salles et dans différents sous-groupes dirigés par 2 responsables (cf. illustration 17), et était responsable de travaux divers et variés en lien avec l'état des installations⁴⁴.

Remarques: Cette illustration présente la situation le 11 mars 2011 lors de la création du centre d'urgence. L'agencement a changé en partie au fil du temps.

Illustration 17: Répartition des places occupées par les responsables dans l'ERC de Fukushima Dai-ichi (au moment de la création de l'ERC le 11 mars 2011) (sur la base de ICANPS [17], Attachment IV-1)



3.3.2 Répartition du personnel par tranche

Les centres d'urgence (ERC) sur le site («ERC at the power station») et au siège de TEPCO («ERC at the headquarters») étaient reliés par téléconférence.

En revanche, après la perte de l'approvisionnement électrique, l'ERC sur place, ainsi que les salles de commande, ont rapidement perdu les affichages destinés à informer les managers de l'état des systèmes dans les tranches 1 à 3. Les informations disponibles n'étaient plus collectées directement par le biais des systèmes de visualisation électronique (SPDS) mais via la hotline qui a continué à fonctionner entre l'ERC et les salles de commande ([14]⁴⁵), et à partir des informations des collaborateurs (opérateurs) qui se rendaient des différentes tranches à l'ERC.

Peu de temps après le séisme, 97 personnes se trouvaient dans les trois salles de commande («Main Control Room» – MCR) présentes sur le site ([14] – cf. tableau 4):

- La salle de commande des tranches 1–2: 14 personnes appartenant à l'équipe de quart (personnel d'exploitation) et 10 autres personnes en soutien;
- La salle de commande des tranches 3–4: 9 personnes appartenant à l'équipe de quart; 8 personnes en soutien et 12 personnes intervenant dans le cadre des travaux de révision dans la tranche 4 à l'arrêt;
- La salle de commande des tranches 5–6: 9 personnes appartenant à l'équipe de quart; 8 personnes en soutien et 27 personnes intervenant dans le cadre des travaux de révision des tranches 5 et 6 à l'arrêt;

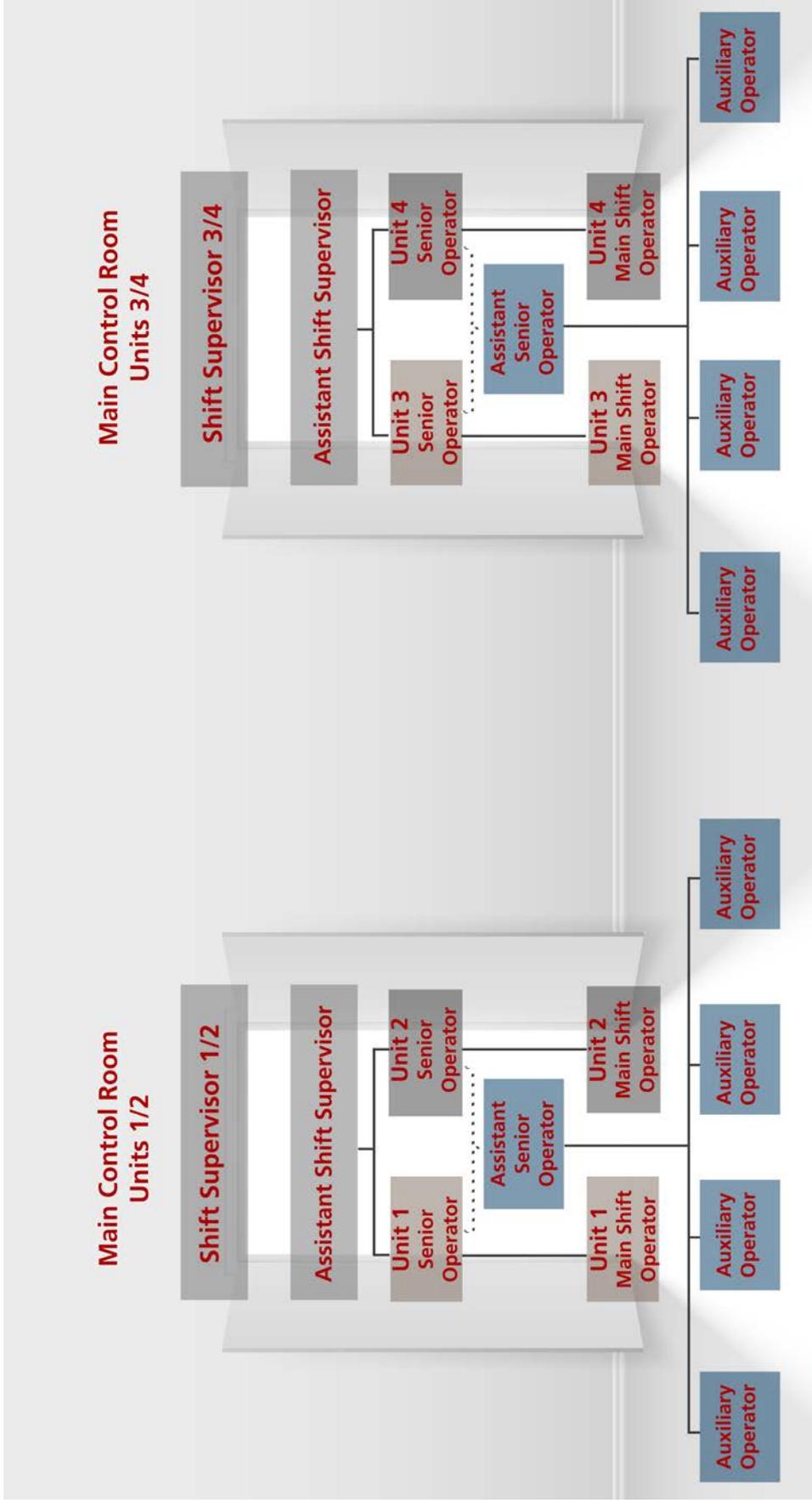
Tableau 4:
Aperçu du nombre de personnes présentes en salles de commande juste après le séisme ([14])

	Tranches 1–2	Tranches 3–4	Tranches 5–6	Total
Nombre total de personnes	24	29	44	97
Equipe de quart	14	9	9	32
Soutien de l'équipe («Work Management Team»)	10	8	8	26
Equipe de révision («Regular Inspection Team»)	0	12	27	39

Dans les salles de commande des tranches 1–2 et 3–4, en conditions normales, deux chefs d'équipe («Shift Supervisor») encadrent chacun une équipe composée d'un chef d'équipe adjoint («Assistant Shift Supervisor» – un pour deux tranches), de deux opérateurs expérimentés («Senior Operators» – un pour chaque tranche), d'un assistant («Assistant Senior Operator» – un pour deux tranches), de deux opérateurs («Main Shift Operators» – un pour chaque tranche) et de quatre opérateurs auxiliaires («Auxiliary Operators») pour deux tranches ([12]) (cf. illustration suivante).

Comme indiqué plus haut, les équipes de quart étaient soutenues par les «Work Management Teams» et l'équipe de la révision annuelle, qui se sont rendues dans les salles de commande immédiatement après le séisme. La «Work Management Team» est composée de personnel d'exploitation qualifié (chef de quart et opérateurs), qui effectue des travaux en lien avec la révision dans un bureau situé à côté de la salle de commande, en service de jour ([14]⁴⁶). Les équipes qui se trouvent dans les tranches à l'arrêt pour révision sont soutenues par du personnel de l'équipe de révision composé en vue de soutenir la révision annuelle des différentes tranches.

Illustration 18:
Organisation des équipes dans les salles de commande 1-2 et 3-4 (selon INPO [12])



3.3.3 Les collaborateurs externes venus en soutien

Le 11 mars 2011 aux alentours de 21 h 00, du personnel supplémentaire arrive sur place⁴⁷: 17 personnes renforcent l'équipe présente dans les tranches 1–2, 7 personnes l'équipe des tranches 3–4, et 9 personnes l'équipe des tranches 5–6 ([14]). D'autres personnes arrivent de manière continue, il est difficile d'indiquer leur nombre exact. Le 12 mars 2011 à 15 h 36, lorsque se produit l'explosion dans la tranche 1, le personnel de la salle de commande est réduit au minimum requis pour des interventions directes sur place, dans la tranche. Pendant que les collaborateurs les plus expérimentés restent dans la salle de commande, les personnes moins expérimentées sont évacuées dans le bâtiment antisismique⁴⁰. Le 13 mars 2011, le personnel de la salle de commande des tranches 3 et 4 est également évacué autant que possible dans le bâtiment antisismique ([14]).

Comme indiqué dans le tableau suivant, des collaborateurs du siège de TEPCO ainsi que des prestataires de TEPCO se sont rendus sur place en soutien:

256 personnes étaient présentes le 11 mars, environ 450 les 12 et 13 mars, 540 le 14, et 400 le 15. Approximativement 60% de ces personnes faisaient partie du personnel de TEPCO et 40% étaient des prestataires ou du personnel provenant d'autres sites nucléaires ([14]).

Personnel de...	Mars				
	11.	12.	13.	14.	15.
TEPCO	152	257	304	346	253
Prestataires et autres exploitants	104	197	153	194	147
Nombre total de personnes venues en soutien	256	454	457	540	400

Tableau 5: Aperçu du personnel externe venu en soutien à la centrale nucléaire de Fukushima Dai-ichi ([14])

Les personnes extérieures ont assisté les quatre groupes d'intervention d'urgence mis en place pour conduire les opérations:

- de rétablissement des sources électriques et de réalimentation des instrumentations et de l'éclairage («Restoration Team»),
- d'injection d'eau dans les réacteurs à partir de camion de lutte contre l'incendie («Fire Brigade»),
- de contrôle des niveaux de radiations sur le site et dans ses environs («Health Physics Team»),
- d'approvisionnement du site en matériel («Procurement Team») ([14]).

Le tableau ci-dessous présente pour chaque groupe le nombre maximum de personnes présentes par jour entre le 12 et le 15 mars, ainsi que le nombre moyen d'intervenants ([14]).

Tableau 6:
Répartition du personnel de soutien dans les groupes d'intervention d'urgence ([14])

Groupes d'intervention d'urgence	Nombre maximal de personnes intervenant chaque jour	Nombre moyen d'intervenants présents	Provenance du personnel
Rétablissement de l'alimentation électrique («Restoration Team»)	439	354	Uniquement collaborateurs TEPCO (groupe et centrale nucléaire de Kashiwazaki-Kariwa)
Injection d'eau dans les réacteurs («Fire Brigade»)	31	17	Uniquement prestataires externes
Contrôle du niveau de radiations («Health Physics Team»)	162	103	Collaborateurs TEPCO (centrale nucléaire de Kashiwazaki-Kariwa) et collaborateurs affectés par d'autres fournisseurs d'énergie
Approvisionnement du site en matériel («Procurement Team»)	87	58	Collaborateurs TEPCO (groupe et centrale nucléaire de Kashiwazaki-Kariwa) et prestataires externes

En outre, la centrale nucléaire de Kashiwazaki-Kariwa (TEPCO) a envoyé 20 personnes (3 collaborateurs de l'entreprise et 17 prestataires externes) chargées de rechercher deux personnes disparues suite au tsunami qui a déferlé sur le site de Fukushima Dai-ichi.

Conformément à l'accord de coopération conclu entre exploitants en cas d'accidents («Agreement on Cooperation between Nuclear Operators during Nuclear Disaster»), TEPCO a obtenu le soutien d'autres fournisseurs d'énergie à partir du 13 mars 2011 (cf. tableau ci-dessus). Dans le cadre de cet accord, 120 personnes sont venues soutenir en premier lieu la «Health Physics Team» le 15 mars 2011 ([14]).

TEPCO a indiqué au final qu'environ 250 collaborateurs en provenance d'autres entreprises étaient venus porter assistance⁴⁸.

4 Aperçu des documents à venir

Les informations contenues dans cette première partie du dossier sur l'analyse organisationnelle et humaine de l'évènement de Fukushima Dai-ichi avaient pour objectif de présenter l'évènement, les organisations participant à la maîtrise de l'accident, ainsi que quelques repères sur les conditions physiques et organisationnelles dans lesquelles les différents acteurs ont dû travailler.

La prochaine partie présentera une description détaillée de la chronologie de l'accident aux plans organisationnel et humain. Les évènements survenus au niveau des réacteurs 1, 2 et 3, réacteurs les plus fortement touchés, seront décrits à partir du séisme. Les actions des différents acteurs ayant participé à la gestion de l'accident seront énumérées afin de mieux comprendre les conditions et les difficultés que les personnes et les différentes cellules de crise (sur et hors site) ont rencontrées.

La troisième partie du dossier présentera des explications possibles de l'évènement, d'origines organisationnelles et humaines, de sorte à en tirer des enseignements pour les organisations ayant potentiellement à participer à la maîtrise d'un accident grave.

5 Liste des abréviations

AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
ASN	Autorité française de sûreté nucléaire
BAF	Bottom of Active Fuel (Dessous du combustible)
BWR	Boiling Water Reactor (Réacteur à eau bouillante)
CB	Control building (Bâtiment d'exploitation et de salles de commande)
DG	Director General
EDG	Emergency Diesel Generator
ERC	Emergency Response Center (Centre d'urgence)
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (Société allemande pour la sûreté des installations et réacteurs nucléaires)
HPCS	High Pressure Core Spray System
IC	Isolation Condenser
ICANPS	Investigation Committee on the Accidents at Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company
IFSN	Inspection fédérale de la sécurité nucléaire
INES	Echelle internationale des événements nucléaires
INPO	Institute of Nuclear Power Operations
IRSN	Institut français de radioprotection et de sûreté nucléaire
LOOP	Loss of Off-Site Power
MCR	Main Control Room
METI	Ministère japonais de l'Economie, du Commerce et de l'Industrie
MEXT	Ministère japonais de l'Education, de la Culture, du Sport, des Sciences et des Technologies
MWe	Puissance électrique (en mégawatts)
NAIIC	Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission
NERHQ	Nuclear emergency Response Headquarters
NISA	Nuclear and Industrial Safety Agency (Autorité de sûreté nucléaire japonaise)
NPS	Nuclear Power Station
NSC	Nuclear Safety Commission
PM	Premier ministre
PSI	Institut Paul Scherrer
RB	Reactor building (Bâtiment réacteur)
RCIC	Reactor Core Isolation Cooling
REB	Réacteur à eau bouillante
RPV	Reactor Pressure Vessel (cuve du réacteur)
SB	Service building (Bâtiment d'entretien)
SPDS	Safety Parameters Display System (système de visualisation électronique)
TAF	Top of Active Fuel (Haut du combustible)
TB	Turbine building (Salle des machines)
TEPCO	Tokyo Electric Power Company

6 Références

- [1] Analyse Fukushima 11/03/2011 – Analyse approfondie de l'accident de Fukushima le 11 mars 2011 tenant particulièrement compte des facteurs organisationnels et humains, IFSN, 29.08.2011
http://www.ensi.ch/fr/wp-content/uploads/sites/4/2012/07/ensi_analyse_fr_050712_web.pdf
http://static.ensi.ch/1323964640/fukushima_analyse.pdf
- [2] Déroulement Fukushima 11/03/2011 – Chronologie des événements à Fukushima Daiichi et Daini à la suite du séisme Tohoku Chihou-Taiheiyou-Okii du 11.03.2011, IFSN, 26.08.2011
http://www.ensi.ch/fr/wp-content/uploads/sites/4/2012/07/ensi_ablauf_fr_050712_web.pdf
- [3] L'accident majeur de Fukushima Daiichi Académie des sciences Solidarité Japon Rapport du sous-groupe Nucléaire Juni 2011
- [4] Analyse de l'Institut de Radioprotection et Sécurité Nucléaire (IRSN) relative au déroulement de l'accident de Fukushima IRSN (film): «L'accident de Fukushima Daiichi», version française du film:
<http://www.youtube.com/watch?v=tjEHCGUx9JQ;>
 ou: <http://www.irsn.fr/FR/popup/Pages/analyse-IRSN-accident-Fukushima.aspx>
 Version anglaise du film: http://www.youtube.com/watch?v=ZJwg_McDGSi;
 ou: <http://www.irsn.fr/EN/popup/Pages/fukushima-video-2-years.aspx>
- [5] L'accident de Fukushima I – IRSN Pôle Sécurité des installations et des systèmes nucléaires – 19 mars 2012 – Karine HERVIOU
- [6] Fukushima Nuclear Accident Analysis Report (Interim Report) – The Tokyo Electric Power Company, Inc. – 2 décembre 2011
 Rapport complet: http://www.TEPCO.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/111202e14.pdf
 Annexe : http://www.TEPCO.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/111202e16.pdf
 Opinions of Workers and Working Conditions that indicate the Difficulty and Harshness of Working in the Field (p. 52)
- [7] The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission – The National Diet of Japan Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission (NAIIC), 2012
<http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/naaic.go.jp/en/report/>
- [8] National Police Agency of Japan www.npa.go.jp, cité par:
http://en.wikipedia.org/wiki/2011_T%C5%8Dhoku_earthquake_and_tsunami
- [9] Fukushima Nuclear Accidents – National Academies of Sciences – Fukushima Lessons-Learned Committee Meeting – Shin Takizawa – Tokyo Electric Power Company, 6 septembre 2012
- [10] How did Individual and Organizational Use of Probability and Risk Assessment at TEPCO Contribute to the Fukushima Accident? – Hank Drumhiller, World Association of Nuclear Operators (WANO) – International Experts Meeting on Human and Organizational Factors in Nuclear Safety in the Light of the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant – IAEA, 21–24 mai 2013
http://www-pub.iaea.org/iaea meetings/IEM5/IEM5_Hank%20Drumhiller_WANO.pdf
- [11] IAEA International Fact Finding Expert Mission of the Fukushima Daiichi NPP Accident Following the Great East Japan Earthquake and Tsunami, 24 mai–2 juin 2011
http://www-pub.iaea.org/mtcd/meetings/pdfplus/2011/cn200/documentation/cn200_finalfukushima-mission_report.pdf
- [12] Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station – INPO 11-005, novembre 2011.
http://www.nei.org/corporatesite/media/filefolder/11_005_Special_Report_on_Fukushima_Daiichi_MASTER_11_08_11_1.pdf
- [13] Fukushima from the Perspective of Managing the Unexpected – Akira Kawano, Tokyo Electric Power Company (TEPCO) – Technical Meeting on Managing the unexpected; From the Perspective of the Interaction

- between Individuals, Technology and Organization – IAEA, 25–29 juin 2012
<https://gnssn.iaea.org/NSNI/SC/TMMtU/Presentations/Mr%20Kawano's%20Presentation%202.pdf>
- [14]** Fukushima Nuclear Accidents Investigation Report – The Tokyo Electric Power Company, Inc. – 20 juin 2012
http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/2012/1205638_1870.html
- [15]** Lessons Learned from the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station – INPO 11-005 Addendum, août 2012
<http://www.wano.info/Documents/Lessons%20Learned.pdf>
- [16]** Lessons of TEPCO's Fukushima Accident from Human and Organizational Aspects and Challenges for Nuclear Reform – Akira Kawano, Tokyo Electric Power Company (TEPCO) – International Experts Meeting on Human and Organizational Factors in Nuclear Safety in the Light of the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant – IAEA, 21–24 mai 2013
http://www-pub.iaea.org/iaeameetings/IEM5/IEM5_Akira%20Kawano_Japan.pdf
- [17]** Investigation Committee on the Accidents at Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company (ICANPS), 26 décembre 2011 – Interim Report
<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/eng/interim-report.html>
- [18]** Fukushima in review: A complex disaster, a disastrous response – Rebuild Japan Initiative Foundation – Bulletin of the Atomic Scientists 2012 – 1er mars 2012 – Yoichi Funabashi and Kay Kitazawa DOI: 10.1177/0096340212440359
<http://bos.sagepub.com/content/68/2/9>
- [19]** Investigation Committee on the Accidents at Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company (ICANPS), 23 juillet 2012 – Final report
<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/eng/final-report.html>
- [20]** Gist of panel's report on Fukushima accident – Asahi, 27 décembre 2011
<http://ajw.asahi.com/article/0311disaster/fukushima/AJ201112270050>
- [21]** Report of the Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety – The accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations – Nuclear Emergency Response Headquarters Government of Japan, juin 2011
<http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/japan-report/>
- [22]** Fukushima accident overwhelmed contingency planning – Asahi, 17 juin 2011
http://ajw.asahi.com/article/0311disaster/analysis_opinion/AJ201106161220
- [23]** [23] Fukushima Daiichi 11. März 2011, Unfallablauf, Radiologische Folgen, 2^{ème} édition 2013, GRS-S-53 ISBN 978-3-939355-59-5
<http://www.grs.de/sites/default/files/pdf/GRS-S-53op1.pdf>
- [24]** Fukushima Daiichi 11. März 2011, Unfallablauf, Radiologische Folgen, 3^{ème} édition 2014, GRS-S-54 ISBN 978-3-944161-00-6
http://www.grs.de/sites/default/files/pdf/GRS_Fukushima_2014_WEB_0.pdf
- [25]** Fukushima, six mois après: un technicien de la centrale raconte – Le Nouvel Observateur, 12 septembre 2011
<http://tempsreel.nouvelobs.com/planete/20110912.OBS0229/fukushima-six-mois-apres-untechnicien-de-la-centrale-raconte.html>
- [26]** L'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daïchi – ASN IRSN, 9 juin 2011
http://www.irsn.fr/FR/base_de_connaissances/Installations_nucleaires/La_surete_Nucleaire/Les-accidents-nucleaires/accident-fukushima-2011/Documents/IRSN-ASN-Deroulement-accidentFukushima_09062011.pdf
- [27]** Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami based on a preliminary dose estimation – World Health Organization 2013
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78218/1/9789241505130_eng.pdf

- [28] Evaluation of the situation of cores and containment vessels of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Units 1 to 3 and examination into unsolved issues in the accident progression Progress Report No. 1 – Tokyo Electric Power Company Inc. – 13 décembre 2013
http://www.TEPCO.co.jp/en/press/corp-com/release/betu13_e/images/131213e0102.pdf
- [29] Ex-PM: Japan was unprepared for nuke crisis Associated Press, 17 février 2012
- [30] Conséquences Fukushima 11/03/2011 – Conséquences radiologiques des accidents nucléaires de Fukushima du 11.03.2011, IFSN, 16.12.2011
http://www.ensi.ch/fr/wp-content/uploads/sites/4/2012/08/ensi_fukushima_auswirkungfr_050712.pdf
- [31] Report on the Investigation and Study of Unconfirmed/Unclear Matters In the Fukushima Nuclear Accident – Progress Report No.2 – Tokyo Electric Power Company, Inc. 6 août 2014
http://www.TEPCO.co.jp/en/press/corp-com/release/2014/1240140_5892.html
- [32] Fukushima Nuclear Accident Summary & Nuclear Safety Reform Plan – March 29, 2013 – Tokyo Electric Power Company, Inc.
http://www.TEPCO.co.jp/en/press/corp-com/release/betu13_e/images/130329e0801.pdf
- [33] Ryusho Kadota (2014). On the Brink: The Inside Story of Fukushima Daiichi. Kurodahan Press (English Translation)
- [34] Fernandez-Moguel, L. & Birchley, J. (Institut Paul-Scherrer). Analysis of the accident in the Fukushima Daiichi nuclear power station Unit 3 with MELCOR_2.1. Annals of Nuclear Energy 83 (2015), pp. 193-215.

7 Notes de bas de page

¹ Une représentation de l'IFSN a travaillé sur l'établissement du rapport officiel sur Fukushima de l'AIEA, parallèlement à la rédaction du présent rapport. Le rapport de l'AIEA a été publié à la fin de l'été 2015. Les deux rapports sont formellement indépendants et mettent en lumière des aspects différents dans le cadre de la thématique principale, à savoir les facteurs humains et organisationnels.

² «The Nuclear Safety Commission of Japan estimated approximately 17 million curies (6.3 E17 Bq) of iodine-131 equivalent radioactive material was released into the air and 0.127 million curies (4.7 E15 Bq) into the sea between March 11 and April 5» ([12]).

³ cf. https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_de_s%C3%A9ismes_au_Japon.

⁴ Tranche 4: arrêt de l'installation pour révision (Maintenance Outage); tranche 5: arrêt (Shutdown) en vue d'effectuer un contrôle de l'étanchéité de la cuve du réacteur (Reactor Pressure Vessel – RPV – Leakage tests); tranche 6: arrêt à froid (Cold Shutdown) avant l'arrêt pour révision (Maintenance Outage) ([14]).

⁵ Tranche 1: 392 assemblages combustibles, dont 100 neufs; tranche 2: 615 assemblages combustibles, dont 28 neufs; tranche 3: 566 assemblages combustibles, dont 52 neufs; tranche 4: 1535 assemblages combustibles, dont 204 neufs; tranche 5: 994 assemblages combustibles, dont 48 neufs; tranche 6: 940 assemblages combustibles, dont 64 neufs ([14], p. 299).

⁶ Une conduite électrique, Okuma 3L, celle de la tranche 3, était déjà inutilisée avant le séisme en raison de travaux de maintenance; cela vaut également pour un des générateurs diesel de secours ([14], Attachment 6–4).

⁷ L'état de l'alimentation électrique en provenance de la sous-station de Genshiryoku vers la tranche 1 était inconnu ([14], Attachment 6–4).

⁸ La commission d'enquête du Parlement japonais a précisé que cette perte aurait pu être évitée si l'installation avait disposé de systèmes d'alimentation électrique externes, redondants et diversifiés et si la sous-station de Shinfukushima avait été résistante aux séismes ([7]).

⁹ Il existait une ligne de secours de 66 kV mais cette ligne n'a pas pu alimenter le réacteur 1 ([5]).

¹⁰ «It is difficult even now to confirm the state of the equipment in the reactor building and the basement of the turbine building at Fukushima Daiichi because of the problem of the remaining pools of contaminated water in the buildings and the problem of radiation, etc. Therefore, evaluation of the earthquake's impact on functions of equipment important from the perspective of safety was carried out based on plant parameter assessment, results of earthquake response analysis using observation records, and results of visual checks of power station equipment. As a result, major equipment at Fukushima Daiichi with functions important to safety retained their safety functionality during and immediately after the earthquake, and damage to such equipment caused by the earthquake was not confirmed. Also, even equipment of the low Seismic Design Classification was almost completely unaffected by the damage caused by the earthquake. While off-site power was lost due to the earthquake, power was successfully secured by the EDG at the point after the earthquake, and the plant was in a state of being able to respond suitably during and immediately following the earthquake» ([14] p. 18 Main Summary).

¹¹ Il est probable que ce constat soit durable, d'une part car certaines zones de la centrale restent difficiles d'accès compte tenu des conditions radiologiques ambiantes, et d'autre part du fait des explosions survenues sur le site qui ont causé des dégâts importants au niveau des installations.

¹² Toutes les indications de temps se réfèrent à l'heure locale japonaise.

¹³ Moins d'1,5 m dans les tranches 5–6 ([6]).

¹⁴ «The extent of flooding was extensive, completely surrounding all of the reactor buildings at the Fukushima Daiichi site. (...) «There were many obstacles blocking access to the road such as debris from the tsunami and rubble that was produced by the explosions. (...) «The tsunami caused the loss of all nine available Emergency Diesel Generators (EDG) cooled by sea water and the loss of one of the three EDGs cooled by air. The air-cooled EDG at Unit 6 was the remaining source of AC power at the six-unit site» ([11]).

- ¹⁵ L'instrumentation de la tranche 3 fonctionnait encore après le tsunami, mais seulement pour environ 30 heures.
- ¹⁶ Approvisionnement en courant alternatif par le biais d'une alimentation externe et de générateurs diesel de secours; courant continu par le biais de batteries.
- ¹⁷ «since the DC power source would eventually run out and display values would no longer be confirmable, AC power sources had to be ensured quickly» ([14], p. 265).
- ¹⁸ «The water-cooled EDGs themselves at Units 5 and 6 (EDG (5A), EDG (5B), EDG (6A), and high pressure core spray system (HPCS) DG) were not damaged by water, but all of the water-cooled EDGs at Units 1 to 4 shut down due to water damage. Water-cooled EDGs at Unit 5 and 6, which were not damaged by water, became inoperable due to loss of emergency seawater system pumps, ultimately resulting in the shutdown of all watercooled EDGs. On the other hand, Unit 2 EDG (2B), Unit 4 EDG (4B), and Unit 6 EDG (6B) are air-cooled EDGs and do not have emergency seawater system pumps, thus, there was no impact on their cooling systems caused by the tsunami. EDGs (2B) and (4B) were installed in the shared auxiliary facility (common pool building) to the southwest of Unit 4 R/B. Although there was no water damage to the EDGs themselves, the electrical equipment room in the basement of the building was flooded, submerging the EDG power panels and causing them to lose function. As a result, all of the EDGs for Units 1 to 5 shut down, causing a station black out. Unit 6 air-cooled EDG (6B) continued operating and maintained power» ([14], p. 152).
- ¹⁹ Le terme «Kantei» désigne le complexe de bâtiments de Tokyo qui abrite les bureaux et la résidence du Premier ministre.
- ²⁰ «Notifications are made by sending simultaneous fax messages from the power station to related organizations such as the government (Cabinet Secretariat, METI, and Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Fukushima Prefecture, the affected local municipal authorities, police, and the firefighting headquarters in accordance with the nuclear operator disaster prevention business plan.» ([14] Summary Report p. 12).
- ²¹ La liste n'est pas exhaustive. Outre les organisations citées dans l'illustration, de nombreux autres acteurs ont participé à la gestion des conséquences du séisme et du tsunami, par exemple la police, les pompiers locaux et l'armée, ou encore d'autres services gouvernementaux ainsi que des autorités communales ([13], [17]).
- ²² Actuellement, des informations détaillées font encore défaut afin de pouvoir indiquer en détail l'organisation interne des services concernés, le nombre exact des personnes ayant participé et leurs qualifications, leurs missions, ainsi que les relations entre elles.
- ²³ «...in order for the Government, local public bodies, the nuclear power operator and other relevant entities to share information and collaborate with one another as required regarding the emergency response measures» ([17], p. 60).
- ²⁴ «At that time, government officials from relevant ministries and agencies headed by Crisis Management Deputy Chief Ito had been carrying out response measures for earthquake/tsunami and nuclear accident» ([19], p. 219).
- ²⁵ (...) Prime Minister came to a conclusion that it was not appropriate for him to deal with the accident in the noisy Crisis Management Center meeting room crowded with many officials from relevant ministries and agencies, and went down on the Center's mezzanine floor (the mezzanine floor below ground in the Prime Minister's Office)» ([19], p. 219).
- ²⁶ «Two top managers, Chairman Katsumata and President Shimizu, were both out of Tokyo and away from TEPCO headquarters for more than 20 hours after the earthquake» ([11]).
- ²⁷ La «Rebuild Japan Initiative Foundation» précise que le directeur général de TEPCO est en voyage en Chine et que le président de l'entreprise se trouve dans l'ouest du Japon avec sa femme, où il sera bloqué jusqu'au samedi 12 mars. «For example, neither the chairman nor the president TEPCO's top two Managers was at the head office between Friday, March 11, and 10 a.m. on Saturday, March 12, the most crucial period for dealing with the accident. According to the explanation given by TEPCO, company Chairman Tsunehisa Katsumata was traveling in China on a

business trip, and company President Masataka Shimizu was in Nara, a historical town in the western part of Japan, sightseeing with his wife, when the disaster happened. The closure of three of the main Japanese transportation arteries the Chuo motorway, the Tomei motorway, and the Tokaido Shinkansen, or bullet train leading back to the Tokyo area prevented Shimizu from returning by land, and a tragicomic series of miscues related to air transport kept him in western Japan until mid-morning on Saturday.»

La commission conclut que: «TEPCO was consequently unable to make prompt organizational decisions and wound up losing the government's trust with regard to information sharing and decision making» ([18]).

²⁸ La partie 3 du rapport fournira des informations détaillées sur les difficultés considérables rencontrées dans les domaines de la communication et de la collaboration entre les différents services concernés.

²⁹ «Before 3/11, we were totally unprepared» he said. Not only the hardware, but our system and the organization were not prepared. That's the biggest problem» ([29]).

³⁰ «After the disaster, the activities at the site were in disarray because 'the chain of command system was unclear' and 'information was not fully shared' as well as others factors» ([16]).

³¹ There is no formal and legally binding coordination between the responses to various types of emergencies, although the consequences of the 2007 Kashiwazaki-Kariwa earthquake event indicated the necessity of such coordination» ([11], Findings Sheet A3-01).

³² «The off-site center is a key location, where the actual disaster response measures are performed near the power station. For this reason, the disaster prevention business plan stipulates that TEPCO has to dispatch staff members to the off-site center. However, the nuclear disaster site response headquarters at the off-site center could not perform initial activities during this accident due to the reasons such as power outages. This caused delays in dispatching workers from the ERC at Fukushima Daiichi. Upon having notified that the offsite center commenced its activities in the early hours of March 12, 10 staff members were initially dispatched to the off-site center. Within that same day, a total of 21 workers began activities at the center» ([6]).

³³ «A report was received on March 12 at 3:20 that the off-site center activities were beginning» ([14] p.14).

³⁴ En 2009 déjà, le ministère de l'Intérieur et de la Communication («Ministry of Internal Affairs and Communications») avait identifié le dernier dispositif cité comme étant un dispositif indispensable («Recommendations based on the Administrative evaluation and inspection of nuclear disaster prevention programs – Second Issue» [17]).

³⁵ Le journal japonais Asahi rapporte que les 22 centres de crise locaux répartis sur tout le territoire et basés près des sites nucléaires avaient pourtant fait l'objet d'un vaste plan d'investissements notamment pour les doter de moyens de téléconférence avec le METI ([22]).

³⁶ Un technicien interrogé en septembre 2011 par l'hebdomadaire «Nouvel Observateur» sur ce qu'il avait fait au moment du séisme, avait déclaré: «On nous a dit de rentrer chez nous et d'attendre qu'on nous appelle. Je n'étais donc plus là quand le tsunami est arrivé, ni pendant les explosions qui ont suivi. On a attendu deux semaines. Plus tard on a appris qu'en fait, pendant ces deux semaines, TEPCO n'avait laissé sur le site que certains ingénieurs maison. Quant aux techniciens, TEPCO a fait appel aux sociétés sous-traitantes qui avaient fabriqué les machines. Ce sont les personnels de ces sous-traitants qui ont travaillé pendant les deux premières semaines» ([25]).

³⁷ «Immediately after the tsunami, approximately 400 people (about 130 operators and 270 maintenance personnel) were available for the recovery process» ([12]).

³⁸ «From March 14 to March 15, 2011 The Fukushima Daiichi NPS Unit 2 was in crisis. At around 6:10 on March 15, an explosive sound was occurred and the pressure in the S/C of Unit 2 indicated 0 MPa [abs] (vacuum). Due to this event, at around 6:30 the TEPCO president gave the order to „evacuate except worker who works for the recovery work». The Site superintendent ordered that „team leaders to designate necessary worker» after which all contractors and TEPCO employees not directly involved with the work at hand (approximately 650 people) took temporary refuge in a safe place while the workers that remained (approximately 70 people) continued with recovery work» ([6]).

³⁹ Certains médias (japonais ou anglophones) ont nommé ce groupe d'employés resté sur le site les «cinquante de Fukushima» («Fukushima Fifty»).

⁴⁰ «After hydrogen explosion at Unit1 (15:36 on March 12): Unit 1/2 MCR: Only shift supervisor, deputy and chief remained in the MCR, and the other operators moved to the seismic isolated building. After increase in the radiation level in the Unit 3/4 MCR: Only a couple of operators remained in the MCR, and the other operators moved to the seismic isolated building. After hearing the large sound in the morning on March 15: Only about 70 personnel remained in the site ERC and about 650 people temporarily evacuated to the 2F site» ([13]) [2F = Fukushima Daini].

⁴¹ «March 14th, at 13:25 [...]. At this time, about 700 people had remained at the power station, all of whom would be exposed to danger. They included administrative staff, women and people who had no direct involvement in any immediate emergency work, who were reaching their limits physically with the continuous round-the-clock work. [...] At around 19:45, CNO Muto instructed his subordinates to examine an «evacuation procedure», and an evacuation manual was subsequently prepared. [...] The announcement specifically said «Evacuation has been decided. All members (excluding emergency response members) are to take immediate evacuation actions. [...] the manual was last updated at 3:13 on March 15» ([14], p. 102).

⁴² «The head of the ERC at the power station (Station Director) has the authority to design and implement an emergency recovery plan and to implement the necessary measures to prevent the spread of an accident. In addition, the checking of the operating conditions of the facilities and decision making regarding operations according to prescribed procedures are done by the shift supervisor» ([14] Summary Report p. 12).

⁴³ «At the ERC at the power station, there are 12 teams separated by different roles that implement activities to prevent the spread of accident, restoration activities, required notification activities, and public relation activities under the command of the ERC chief (site superintendent)» ([14] Main Report p. 72).

⁴⁴ Les documents utilisés par l'IFSN dans le cadre de l'élaboration de cette analyse n'ont pas permis de fournir des informations détaillées sur l'organisation de l'ERC ou sur sa modification durant le déroulement ultérieur de l'accident.

⁴⁵ «With no instrumentation for monitoring in the Main Control Room (MCR), and all emergency information transmission systems also having been lost, the ERC at the power station gleaned information by word of mouth from those coming back from the field and by the hotline that was the only remaining means of communications, and transmitted the information» ([14] Summary Report p. 13).

⁴⁶ «After reactor automatic shutdown, the work management team stationed in an office near the MCR (comprised of Shift Supervisor and operators, separate from the Shift Team in charge of operations) rushed to the MCR to support the Shift Team. Supporting personnel were also dispatched to the MCR from the ERC at the power station. Operators focused on station monitoring/operation for response from that point onward, while also keeping close contact between the MCR and the ERC at the power station» ([14], p. 275).

⁴⁷ Il s'agit ici du personnel de quart (chefs de quart et opérateurs) des groupes qui n'étaient pas en service au moment du séisme ([33]).

⁴⁸ A ce stade, les documents utilisés par l'IFSN pour l'élaboration de cette analyse ne permettent pas de fournir des informations complètes sur les personnes externes venues en soutien sur le site, sur les services auxquels elles appartenaient, ni sur l'organisation au cours des différentes interventions auxquelles elles ont participé.

Impressum:**Editeur**

Inspection fédérale de la sécurité
nucléaire
IFSN
Industriestrasse 19
CH-5200 Brugg
Téléphone +41 56 460 84 00
info@ensi.ch
www.ensi.ch

ENSI-AN-9393

En collaboration avec:

Christine Rémond
Pluricomcommunication
14 rue du Roi de Sicile
75004 PARIS



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

Editeur

Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Service d'information
CH-5200 Brugg
Téléphone 0041 (0)56 460 84 00
Téléfax 0041 (0)56 460 84 99
info@ensi.ch
www.ensi.ch

ENSI-AN-9393