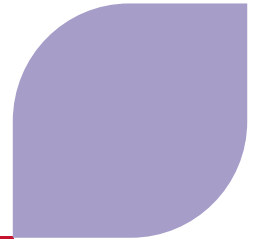




Evaluation complémentaire de la sûreté des installations nucléaires de base

Ce rapport fait suite à la décision de l'Autorité de sûreté nucléaire du 05 mai 2011 au regard de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Dalichi, consécutif aux catastrophes naturelles qui ont frappé le Japon en mars 2011.



**Evaluation complémentaire de la sûreté
des installations nucléaires de base
Site de MELOX**

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 1/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Sommaire

1	RETOUR D'EXPERIENCE IMMEDIAT DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA.....	11
1.1	Présentation succincte de l'événement	11
1.1.1	Une catastrophe naturelle majeure.....	11
1.1.2	L'impact sur les installations nucléaires.....	11
1.1.3	Des sur-accidents : les explosions d'hydrogène.....	12
1.1.4	La stabilisation de la situation	13
1.1.5	Les autres installations du site de Fukushima Daiichi	14
1.1.6	Les autres sites nucléaires	14
1.2	Retour d'expérience immédiat.....	15
1.2.1	Prévisibilité de l'événement naturel	15
1.2.2	L'agencement des installations de la plateforme de Fukushima Daiichi	16
1.2.3	L'accident nucléaire et les sur-accidents	17
1.2.4	La gestion de la situation	17
1.3	Transposition dans le domaine des installations du cycle du combustible.....	19
1.3.1	Revue des risques naturels	19
1.3.2	Potentiel de dangers immédiatement libérable.....	20
1.3.3	Réaction nucléaire	20
1.3.4	Appel à des fonctions actives pour le maintien en état de repli sûr.....	20
1.3.5	Cinétique de l'accident et nature des opérations à effectuer	21
1.3.6	Possibilité de sur-accident.....	21
2	DESCRIPTION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	22
2.1	Situation géographique.....	22
2.2	Environnement socio-économique	24
2.2.1	Environnement industriel	24
2.2.2	Données démographiques.....	25
2.3	Description globale des activités de MELOX.....	27
2.4	Accès au site	28
2.4.1	Réseau routier	28
2.4.2	Réseau ferroviaire	29
2.4.3	Voies de communication fluviales.....	30
2.4.4	Voies de communication aériennes.....	30
2.5	Climatologie.....	31
2.5.1	Températures	31

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 2/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

2.5.2	Humidité relative	31
2.5.3	Précipitations	31
2.5.4	Vents.....	32
2.5.5	Foudre	33
2.6	Géologie, hydrogéologie, topographie.....	34
2.6.1	Topographie.....	34
2.6.2	Géologie	34
2.6.3	Hydrogéologie et hydrologie	36
2.6.4	Sismicité	42
3	DESCRIPTION GLOBALE DES ACTIVITES ET DES INSTALLATIONS DU SITE	46
3.1	Historique	46
3.2	Description des installations	47
3.2.1	Implantation et description des bâtiments	47
3.2.2	Présentation des ateliers	49
3.2.3	Présentation des utilités.....	52
3.2.4	Présentation des systèmes de conduite de l'installation	57
3.3	Inventaire des matières radioactives et chimiques	59
3.3.1	Matières radioactives.....	59
3.3.2	Matières chimiques.....	60
3.4	Organisation de l'établissement.....	61
3.4.1	Principe d'organisation	61
3.4.2	Les responsabilités en matière de sûreté	63
3.4.3	Le Plan d'urgence interne	64
3.4.4	Le Plan particulier d'intervention.....	65
3.5	Inventaire des risques	66
3.5.1	Risque de dispersion de matières radioactives dans l'environnement	66
3.5.2	Risque d'exposition.....	67
3.5.3	Risque de criticité	68
3.5.4	Risques dus aux dégagements thermiques.....	68
3.5.5	Risque incendie	68
3.5.6	Risque d'inondation d'origine interne.....	69
3.5.7	Risque d'explosion.....	69
3.5.8	Risques liés à la perte de fourniture d'énergie et de fluides	70
3.6	Présentation des accidents PUI.....	71
3.6.1	Accident type pour la catégorie "a" : fuite au niveau du stockage d'hydrogène ..	71

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 3/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.6.2	Accident type pour la catégorie "b" : la chute d'un conteneur de matière active	71
3.6.3	Accidents types pour la catégorie "c"	72
3.7	Conformité de l'installation à son référentiel	73
3.7.1	Démarche de vérification de la conformité de l'installation à son référentiel	73
3.7.2	Traitement apporté aux non conformités	75
4	EXAMEN DES SCENARIOS ACCIDENTELS	77
4.1	Examen des scénarios accidentels	77
4.2	Description de l'état de repli sûr des installations	78
4.2.1	Dispositions assurant les Fonctions importantes pour la sûreté	78
4.2.2	Conduite de sauvegarde de l'installation	80
4.2.3	Etat de repli sûr de l'installation	82
4.3	Choix des installations spécifiquement analysées	84
4.3.1	Confinement du bâtiment	84
4.3.2	Prévention du risque de criticité	86
4.4	Description des événements envisagés	88
4.4.1	Perte du confinement de l'atelier Poudres et des laboratoires du bâtiment 500	88
4.4.2	Dégradation importante de la géométrie de l'entreposage de crayons STE	90
5	PROTECTION VIS-A-VIS DU SEISME	93
5.1	Objet	93
5.2	Données de conception et de dimensionnement	94
5.2.1	Données de conception	94
5.2.2	Données de dimensionnement	99
5.3	Identification des structures, systèmes et composants clés (SSCC) requis pour le maintien en état de repli sûr de l'installation dans le cadre des scénarios d'accidents graves...	100
5.3.1	Méthode d'identification des SSCC	100
5.3.2	SSCC analysés pour le bâtiment 500	100
5.3.3	SSCC analysés pour l'extension du bâtiment 500	101
5.3.4	SSCC analysés pour le bâtiment 504	101
5.3.5	SSCC analysés pour le bâtiment 506	101
5.3.6	Bâtiment 501	101
5.4	Analyse de la robustesse de l'installation	102
5.4.1	Méthodes d'analyses de la robustesse	102
5.4.2	Robustesse du génie civil	105
5.4.3	Robustesse des structures mécaniques	116
5.5	Identification des éléments aggravants	129

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 4/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.5.1	Incendie	129
5.5.2	Explosion	131
5.5.3	Accident de criticité.....	132
5.5.4	Perte des alimentations électriques de sauvegarde	133
5.5.5	Perturbations des conditions d'accès au site.....	133
6	PROTECTION VIS-A-VIS DU RISQUE D'INONDATION.....	134
6.1	Protection vis-à-vis du risque d'inondation	134
6.2	Données de conception et de dimensionnement	135
6.2.1	Montée des eaux du Rhône.....	135
6.2.2	Montée des eaux du contre-canal	135
6.2.3	Inondation interne	135
6.2.4	Adéquation du dimensionnement de l'usine MELOX	136
6.2.5	Identification des structures, système et composants clés.....	136
6.2.6	Analyse de la robustesse des installations	136
6.2.7	Identification des éléments aggravants pour les scénarios	140
7	PROTECTION VIS-A-VIS DES AUTRES RISQUES NATURELS EXTREMES	144
7.1	Conditions météorologiques extrêmes liées à l'inondation.....	144
7.1.1	Niveaux de la nappe phréatique	144
7.1.2	Dimensionnement de l'usine MELOX vis-à-vis de la nappe phréatique	144
7.1.3	Pluies de référence de dimensionnement de l'usine MELOX.....	145
7.1.4	Dimensionnement de l'usine MELOX vis-à-vis des pluies torrentielles	145
7.2	Dimensionnement de l'usine MELOX aux vents.....	147
7.3	Dimensionnement de l'usine MELOX à la neige	147
7.4	Adéquation du dimensionnement de l'usine MELOX vis-à-vis des conditions climatiques extrêmes.....	148
7.5	Situations climatiques extrêmes susceptibles de dégrader les SSCC	149
7.6	Conclusion sur la robustesse vis-à-vis des risques naturels extrêmes	151
7.7	Cumul séisme dépassant le séisme de dimensionnement et inondation induite.....	152
8	PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES ET/OU DES SYSTEMES DE REFROIDISSEMENT	153
8.1	Perte de l'alimentation électrique et/ou des systèmes de refroidissement.....	153
8.1.1	Perte de l'alimentation électrique.....	153
8.1.2	Réseau public.....	153
8.1.3	Réseau d'alimentation de secours.....	154
8.1.4	Réseau d'alimentation de sauvegarde	154
8.1.5	Réseaux permanents.....	155

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 5/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

8.1.6	Robustesse du dimensionnement de l'usine MELOX.....	156
8.2	Perte du système des systèmes de refroidissement	157
8.2.1	Refroidissement de l'entreposage de conteneurs AA227 (DCM)	158
8.2.2	Refroidissement des entreposages de pastilles PS*	158
8.2.3	Refroidissement de l'entreposage crayons STK du bâtiment 500.....	159
8.2.4	Refroidissement des entreposages de crayons STE et d'assemblages TAS....	160
8.2.5	Evolution des températures dans les entreposages après perte des systèmes de refroidissement.....	162
8.2.6	Tenue des filtres du dernier niveau de filtration (DNF)	164
8.3	Cumul des pertes de l'alimentation électrique et des systèmes de refroidissement .	164
8.4	Effet falaise	165
8.5	Dispositions envisagées pour renforcer la robustesse de l'installation.....	166
9	GESTION DES ACCIDENTS GRAVES	167
9.1	Description des scénarios envisagés	167
9.2	Les moyens d'intervention prévus sur l'établissement	168
9.2.1	L'organisation de la permanence des fonctions	168
9.2.2	L'organisation de la permanence de supervision	169
9.2.3	Les moyens d'intervention spécialisés	169
9.2.4	Les moyens d'intervention externes à l'établissement	170
9.2.5	Les procédures d'évacuation.....	171
9.2.6	Les moyens d'intervention prévus par type de scénarios du PUI.....	171
9.2.7	Le déclenchement du PPI.....	174
9.3	Prises en compte des éléments aggravants au niveau de MELOX.....	175
9.3.1	Les difficultés d'intervention en cas de situation accidentelle aggravée.....	175
9.3.2	La robustesse des moyens d'intervention prévus dans le PUI face à une situation accidentelle aggravée.....	180
9.4	Conclusion/Evaluation de la capacité de l'établissement MELOX à gérer une situation accidentelle aggravée	183
10	RECOURS AUX ENTREPRISES PRESTATAIRES	184
10.1	Politique industrielle.....	184
10.1.1	Orientations générales.....	184
10.1.2	Faire ou faire faire.....	185
10.1.3	Champ des activités sous-traitées.....	185
10.1.4	Politique Achats	186
10.1.5	Données quantifiées	187
10.2	Processus Achats.....	189

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 6/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

10.2.1	Evaluation a priori	189
10.2.2	Analyse de risque et (pré)sélection	190
10.2.3	Modalités de choix	190
10.2.4	Suivi de réalisation et surveillance.....	191
10.2.5	Notation et suivi	193
10.3	Conditions d'intervention des prestataires.....	194
10.3.1	Référentiel groupe et déclinaison opérationnelle.....	194
10.3.2	Sensibilisation, formation, habilitation.....	195
10.3.3	Conditions d'intervention	196
10.3.4	Organisation et résultats en matière de radioprotection	197
10.3.5	Résultats en matière de sécurité	199
10.4	Conclusion/Evaluation du recours à des prestataires pour renforcer les équipes de l'établissement MELOX engagées à gérer une situation accidentelle aggravée.....	200
11	CONCLUSION.....	201
	Liste des abréviations.....	203

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 7/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Table des illustrations

<i>Figure 1 : Situation géographique de Marcoule</i>	22
<i>Figure 2 : Localisation de MELOX sur le site de Marcoule</i>	24
<i>Figure 3 : Répartition de la population autour de MELOX en 2007.....</i>	26
<i>Figure 4 : Axes routiers proches de MELOX.....</i>	29
<i>Figure 5 : Rose des vents</i>	32
<i>Figure 6 : Carte géologique de l'environnement immédiat du site de Marcoule</i>	35
<i>Figure 7 : Cours d'eau et rivières autour de MELOX.....</i>	36
<i>Figure 8 : Localisation des aménagements de la CNR en aval de MELOX.....</i>	40
<i>Figure 9 : Localisation des aménagements de la CNR autour de MELOX</i>	41
<i>Figure 10 : Spectre de dimensionnement SDD 1981 MELOX à 5% d'amortissement.....</i>	44
<i>Figure 11 : Spectre de dimensionnement SDD 1998 MELOX à 5% d'amortissement.....</i>	45
<i>Figure 12 : Implantation des bâtiments</i>	47
<i>Figure 13 : procédé de fabrication du combustible MOX</i>	50
<i>Figure 14 : Systèmes de refroidissement.....</i>	56
<i>Figure 15 : Organisation de MELOX</i>	62
<i>Figure 16 : Principe de confinement et barrières statiques.....</i>	67
<i>Figure 17 : Eléments nécessaires au maintien du confinement statique de la 3ème barrière</i>	82
<i>Figure 18 : Scénario envisagé de perte du confinement de l'atelier Poudres et des laboratoires du bâtiment 500.....</i>	89
<i>Figure 19 : Scénario envisagé de la dégradation importante de la géométrie de l'entreposage STE</i>	91
<i>Figure 20 : Schéma descriptif du bâtiment 500.....</i>	106
<i>Figure 21 : Schéma descriptif de l'extension du bâtiment 500.....</i>	108
<i>Figure 22 : Schéma descriptif du bâtiment 501.....</i>	110
<i>Figure 23 : Schéma descriptif du bâtiment 506.....</i>	113
<i>Figure 24 : Schéma descriptif de la structure d'entreposage des crayons.....</i>	123
<i>Figure 25 : Modélisation des niveaux d'eau après rupture de la digue rive droite du Rhône....</i>	141
<i>Figure 26 : Positionnement de l'écluse/barrage de Bollène par rapport à MELOX.....</i>	142
<i>Figure 27 : Evolution des températures dans les entreposages après perte des systèmes de refroidissement.....</i>	163
<i>Figure 28 : Synthèse des difficultés d'intervention et leurs conséquences en cas de situation accidentelle aggravée sur MELOX.....</i>	179
<i>Figure 29 : Panorama des activités réalisées sur MELOX.....</i>	186

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 8/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

<i>Figure 30 : Ventilation des achats de prestation en 2010</i>	187
<i>Figure 31 : Répartition géographique des achats de prestation en 2010</i>	188
<i>Tableau 1 : Principales activités industrielles dans la région de Marcoule</i>	25
<i>Tableau 2 : Répartition de la population au tour de MELOX en 2007</i>	26
<i>Tableau 3 : Liste des ICPE de MELOX</i>	27
<i>Tableau 4 : Aérodrômes existants autour du site</i>	30
<i>Tableau 5 : Vitesse et fréquence des vents</i>	32
<i>Tableau 6 : Débits caractéristiques du Rhône</i>	38
<i>Tableau 7 : Importance et localisation des surfaces submersibles au bord du Rhône</i>	39
<i>Tableau 8 : Débits et niveaux du Rhône</i>	41
<i>Tableau 9 : Vecteur isotopique</i>	59
<i>Tableau 10 : Fonctions sauvegardées de l'installation MELOX</i>	81
<i>Tableau 11 : Critères de classement des équipements de l'installation MELOX</i>	94
<i>Tableau 12 : Classes de sol (Extrait de l'Eurocode 8)</i>	95
<i>Tableau 13 : Détails des liaisons entre le bâtiment 500 et son extension</i>	98
<i>Tableau 14 : Caractéristiques principales du bâtiment 500</i>	106
<i>Tableau 15 : Exigences et critères relatifs au génie civil du bâtiment 500</i>	108
<i>Tableau 16 : Caractéristiques principales de l'extension du bâtiment 500</i>	109
<i>Tableau 17 : Exigences et critères relatifs au génie civil de l'extension du bâtiment 500</i>	110
<i>Tableau 18 : Caractéristiques principales du bâtiment 501</i>	111
<i>Tableau 19 : Exigences et critères relatifs au génie civil du bâtiment 501</i>	112
<i>Tableau 20 : Caractéristiques principales de l'extension du bâtiment 504</i>	112
<i>Tableau 21 : Exigences et critères relatifs au génie civil du bâtiment 504</i>	113
<i>Tableau 22 : Caractéristiques principales de l'extension du bâtiment 506</i>	114
<i>Tableau 23 : Exigences et critères relatifs au génie civil du bâtiment 506</i>	115
<i>Tableau 24 : Synthèse de la robustesse du génie civil</i>	115
<i>Tableau 25 : Synthèse des facteurs de robustesse des structures mécaniques de STK</i>	117
<i>Tableau 26 : Synthèse des facteurs de robustesse des structures mécaniques de PSK, PSR et PST</i>	118
<i>Tableau 27 : Coefficients de robustesse pour le réseau de ventilation par rapport au spectre de référence</i>	120
<i>Tableau 28 : Facteurs de robustesse pour le réseau de ventilation par rapport aux essais sur table vibrante</i>	120
<i>Tableau 29 : Facteurs de robustesse des structures mécaniques de PSA et PSB</i>	122
<i>Tableau 30 : Facteurs de robustesse des structures mécaniques de STE</i>	124

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 9/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

<i>Tableau 31 : Facteurs de robustesse des structures mécaniques du réseau d'eau glacée de STE</i>	126
<i>Tableau 32 : Facteurs de robustesse des structures mécaniques du réseau Extraction Stockage</i>	127
<i>Tableau 33 : Facteurs de robustesse des structures mécaniques du groupe de sauvegarde validés par calcul</i>	127
<i>Tableau 34 : Facteurs de robustesse des structures mécaniques du groupe de sauvegarde validés expérimentalement sur table vibrante</i>	128
<i>Tableau 35 : Synthèse de la robustesse des équipements mécaniques</i>	128
<i>Tableau 36 : Synthèse de position des systèmes et composants clés par rapport à la CMS</i>	138
<i>Tableau 37 : Station pluviométrique de Nîmes-Courbessac – Précipitations maximales ajustées sur la période 1964-1992</i>	145
<i>Tableau 38 : Station pluviométrique de Nîmes-Courbessac – Précipitations maximales ajustées sur la période 1964-2009</i>	148
<i>Tableau 39 : Présentation des moyens d'intervention humains et techniques prévus dans le PUI – Cas de l'incendie</i>	172
<i>Tableau 40 : Présentation des moyens d'intervention humains et techniques prévus dans le PUI – Cas de la fuite au niveau du stockage hydrogène</i>	173
<i>Tableau 41 : Présentation des moyens d'intervention humains et techniques prévus dans le PUI – Cas de la chute d'un conteneur de matière active</i>	174
<i>Tableau 42 : Présentation des moyens d'intervention humains et techniques prévus dans le PUI – Cas de l'accident de criticité dans le bâtiment 500</i>	174
<i>Tableau 43 : Répartition des achats de prestations en 2010</i>	188
<i>Tableau 44 : Volume des actions de surveillance en 2010</i>	192
<i>Tableau 45 : Résultats en matière de dosimétrie</i>	199
<i>Tableau 46 : Résultats en matière de sécurité</i>	199

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 10/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

1 RETOUR D'EXPERIENCE IMMEDIAT DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA

1.1 Présentation succincte de l'événement

1.1.1 Une catastrophe naturelle majeure

Le 11 mars 2011 à 14h46 en heure locale, une rupture sismique de très grande ampleur s'initie sur le plan de subduction qui exprime le contact et le glissement relatif des plaques tectoniques Pacifique et Asie au large de l'île d'Honshu au Japon. Un séisme de magnitude 9 affecte alors toute la côte Nord Est de l'île, sur une longueur de plusieurs centaines de kilomètres. Le déplacement des fonds marins au dessus du plan de subduction provoque un tsunami : une vague d'une dizaine de mètres de hauteur au contact de la côte déferle sur la zone littorale directement exposée. Le port de Sendai est particulièrement touché par l'événement.

L'événement sismique et le tsunami associé font plus de 27 000 victimes. La destruction des zones résidentielles littorales conduit à de nombreux réfugiés sans abri. Ces deux événements naturels provoquent une interruption généralisée du système d'alimentation électrique de la zone, une destruction des moyens de communication d'axe Nord Sud longeant la zone littorale et du port de Sendai. De nombreux dommages affectent les différentes usines construites le long de la côte (raffineries, équipements électroniques). Quelques ouvrages hydrauliques ruraux, dans l'arrière pays, sont endommagés par l'événement sismique.

Sur les cent dernières années d'observation sismique, cet événement du Tohoku est classé au niveau mondial dans les dix plus forts événements enregistrés, qui sont tous des séismes créés par les zones de subduction majeures du globe. La longueur inusuelle de la rupture implique un temps de propagation significatif de cette rupture depuis son point d'initialisation (foyer) et une durée de plusieurs minutes de la phase forte des ondes sismiques induites. Les accélérations mesurées tout le long du littoral sont de l'ordre de 5 à 8 m/s², avec des valeurs ponctuelles enregistrées très élevées dans la région de Sendai.

1.1.2 L'impact sur les installations nucléaires

Six sites nucléaires sont situés sur la frange littorale nord-est de l'île d'Honshu. A partir de l'extrémité nord de la côte, Rokkasho Mura, Higashidori, Onagawa, Fukushima Daiichi, Fukushima Daini et Tokai sont concernés par l'événement sismique et par ses conséquences.

Quinze réacteurs nucléaires sur cinq sites sont concernés, principalement de type réacteur à eau bouillante (REB ou BWR). Le site de Fukushima Daiichi comporte 6 réacteurs à eau bouillante. Chacun de ces réacteurs est associé à une piscine de désactivation des combustibles usés. Au moment des événements, les réacteurs 1, 2 et 3 de ce site sont en production à puissance nominale. Les trois autres réacteurs sont à l'arrêt et le cœur du réacteur 4 est déchargé dans sa piscine de désactivation.

Les réacteurs nucléaires japonais sont équipés d'un arrêt d'urgence automatique, sur détection de l'arrivée des ondes sismiques sur les sites concernés. Le bon fonctionnement de ces dispositifs a conduit à l'arrêt immédiat des réacteurs qui étaient en phase de production. Dans cette configuration et compte tenu de la perte généralisée des alimentations électriques externes, la fonction de refroidissement des réacteurs nucléaires à l'arrêt doit être assurée par

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 11/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

les moyens de sauvegarde prévus à cet effet pour chaque réacteur, permettant l'évacuation de la chaleur résiduelle par circulation forcée d'eau et échange thermique avec une source froide.

Sur le site de Fukushima Daiichi, le tsunami submerge complètement la plateforme de la centrale nucléaire. La vague qui s'élève à 4 mètres de hauteur au-dessus de la plateforme des réacteurs 1 à 4 submerge l'ensemble des installations situées à la périphérie des bâtiments réacteurs et des bâtiments turbine. L'impact de la vague est suffisant pour détruire un certain nombre d'équipements vitaux assurant ou participant à la fonction de refroidissement des réacteurs. Sur les unités les plus anciennes du site, une partie de ces équipements est directement à l'air libre : pompes de recirculation de l'eau de mer, réservoirs de fuel. L'eau de mer rentre dans les bâtiments turbine et vient envahir les sous-sols, où sont situés les diesels et des dispositifs de commande. La majorité des diesels utilisés sont refroidis à l'eau, quelques diesels étant refroidis à l'air. Ces équipements sont rendus inopérants par l'inondation des locaux.

En conséquence, les réacteurs nucléaires 1 à 4 perdent simultanément leurs capacités d'évacuation de la puissance résiduelle et toute source externe d'électricité. Les réacteurs 5 et 6 -situés un peu plus hauts- sont mieux protégés de l'onde de submersion. L'agencement de leur plateforme permet par ailleurs la préservation d'un diesel de sauvegarde refroidi à l'air, situé derrière les bâtiments principaux : ce diesel se trouve de fait mieux protégé de l'impact direct de la vague.

Les batteries d'ultime secours situées à l'intérieur des bâtiments assurent pendant quelques heures une alimentation électrique minimale des installations, avant d'arriver à leur limite d'épuisement. Dans les instants puis les heures qui suivent la submersion de la plateforme, les réacteurs perdent donc successivement la disponibilité de toute source d'énergie électrique nécessaire à la recirculation forcée des dispositifs de refroidissement, et l'accès à la source froide ultime assurée par l'océan Pacifique via les stations de pompage du site.

Des désordres majeurs sont alors pratiquement inévitables au niveau des réacteurs nucléaires eux-mêmes, par échauffement du cœur des réacteurs : détérioration des éléments combustibles, rupture de la première barrière de confinement constituée par les gaines en zirconium, libération des produits de fission volatils à l'intérieur du circuit primaire, et dégagement interne d'hydrogène. Une fusion plus ou moins complète de ces éléments est alors possible, associée à une montée de la pression interne dans la cuve du réacteur.

Dans ce cas de figure, la protection ultime des réacteurs BWR est assurée par des soupapes de décharge mettant en communication la cuve du réacteur avec l'enceinte de confinement et avec une zone de décharge de la vapeur d'eau (le tore inférieur). La protection ultime de l'enceinte de confinement elle-même est assurée par des vannes de décharge à l'extérieur, selon une procédure de rejets d'urgence concertés. Il est probable que la détérioration des cœurs dans les cuves des réacteurs par absence de refroidissement a été assez rapide : l'exploitant de la centrale considère que le réacteur n°1 ait été fortement endommagé dès la première journée, et que les réacteurs n°2 et 3 ont été endommagés dans un délai de trois à quatre jours (accident grave de fusion des cœurs nucléaires).

1.1.3 Des sur-accidents : les explosions d'hydrogène

La mise en œuvre des procédures de rejets d'urgence conduit à l'émission des gaz de produits de fission volatils (xénon, iode et césium principalement), mais aussi probablement de l'hydrogène gazeux produit par l'interaction à haute température entre le zirconium et l'eau. La non-maîtrise de la dispersion de l'hydrogène libéré par la fusion totale ou partielle des cœurs en

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 12/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

réacteur apparaît être la cause directe des différentes explosions qui ont détruit les superstructures des bâtiments réacteurs situées au-dessus des enceintes de confinement, mettant à l'air libre les piscines de désactivation du combustible usé. Ces explosions ont conduit à des projections d'éléments divers (bardage, blocs de béton) et à un effondrement partiel ou complet des toitures, menaçant directement l'intégrité de ces piscines. La puissance des explosions résulte de la masse d'hydrogène mobilisée -de valeur inconnue aujourd'hui- et de la plus ou moins grande résistance des parois délimitant la zone soumise à l'explosion. Certains BWR au Japon sont équipés de parois soufflables permettant de limiter les surpressions d'explosion et de protéger ainsi les structures porteuses principales et l'enceinte de confinement du réacteur.

Pour le réacteur n°1, l'explosion a conduit au soufflage des bardages latéraux et de la toiture, l'ossature principale restant en place. La présence d'hydrogène dans la partie supérieure des superstructures est expliquée aujourd'hui par le blocage en position ouverte d'une vanne d'une portion de circuit de ventilation commune utilisée pour la ventilation d'urgence du confinement du réacteur.

Il n'y a pas eu d'explosion sur la tranche 2. La mise à l'air libre du hall supérieur a permis la dispersion de l'hydrogène.

Les photographies disponibles aujourd'hui montrent que les racks d'entreposage de la piscine du réacteur n°3 sont entièrement recouverts par des débris issus des éléments en béton armé du hall supérieur de ce bâtiment réacteur. Sur ce réacteur n° 3, l'explosion est suffisamment violente pour endommager les dalles de protection biologique situées au dessus du réacteur en fonctionnement : les intervenants éventuels ne sont plus alors protégés de l'irradiation directe du réacteur.

Les dégâts constatés sur la tranche 4 correspondent à une explosion dans les infrastructures du bâtiment réacteur. La structure externe de la piscine de désactivation des combustibles usés de la tranche n° 4 est fortement endommagée, bien que son ossature métallique interne soit préservée. Les reconnaissances photographiques mettent en évidence une absence de dommages significatifs au niveau des combustibles entreposés dans cette piscine. L'exploitant met en avant un scénario de transfert d'hydrogène du réacteur n°3 vers le réacteur n°4 par des utilités communes. Une source d'irradiation complémentaire peut être liée à la diminution du niveau d'eau au-dessus des éléments combustibles entreposés dans les piscines, par effet de vague au moment du séisme, par perte d'étanchéité au niveau des batardeaux de liaison avec la zone au-dessus du réacteur lui-même ou par évaporation de l'eau.

1.1.4 La stabilisation de la situation

Le rétablissement de la fonction de refroidissement des trois réacteurs endommagés a été obtenu provisoirement par injection directe en circuit ouvert d'eau de mer dans une première phase, puis d'eau douce. L'utilisation d'un circuit ouvert résulte de l'ensemble des contraintes imposées par la situation : faible accessibilité aux installations du fait des émissions radioactives, défaillance des circuits et vannes, perte d'étanchéité des cuves. Ce dispositif de secours est utilisé pendant plusieurs mois après l'accident. Il en résulte une accumulation d'eau dans les zones basses des installations (bâtiment réacteur et bâtiment turbine), ainsi que dans différentes galeries de liaison. Ces eaux en circuit ouvert sont au contact direct des cœurs sévèrement endommagés : elles dispersent donc dans l'ensemble des infrastructures des matières radioactives dissoutes ou entraînées. Ces eaux contaminées sont traitées depuis début juin par une station d'épuration dédiée installée après l'accident sur le site.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 13/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

1.1.5 Les autres installations du site de Fukushima Daiichi

Le site de Fukushima Daiichi abrite aussi une piscine d'entreposage long terme de combustibles usés. Ces combustibles sont moins actifs thermiquement que les combustibles qui viennent d'être extraits des réacteurs. Ils sont en attente de prise en charge par la filière prévue à cet effet par le Japon. Située à proximité des réacteurs nucléaires n° 1 à 4 du site, cette installation a perdu comme les quatre réacteurs voisins son alimentation électrique lors des événements. Néanmoins, l'inertie thermique de cette piscine d'entreposage long terme est nettement plus importante, au regard de la puissance thermique résiduelle des éléments combustibles entreposés. Lorsque la fonction de refroidissement thermique a été restaurée par l'exploitant avec l'alimentation électrique (sous un délai de deux semaines), l'échauffement de l'eau de cette piscine restait sous contrôle. Cette installation n'a donc pas contribué à l'accident nucléaire.

Sur le site, quelques mois avant le séisme du Tohoku, l'exploitant a mis en service un centre de crise rénové, prenant en compte le retour d'expérience de l'événement de Kashiwasaki-Kariwa (2007). Ce bâtiment est construit sur appuis parasismiques, et il est localisé en hauteur sur la plateforme générale du site. Ces deux caractéristiques ont contribué au maintien opérationnel de ce centre de crise sur site. Il constitue le poste de commandement local de l'ensemble du dispositif de gestion de la situation sur le site après l'accident.

1.1.6 Les autres sites nucléaires

Les autres sites nucléaires présents sur la côte nord-est ont été concernés par les vibrations sismiques à des niveaux variables en fonction de leur éloignement, mais peu ou pas par le tsunami. Ces installations ont aussi perdu leur alimentation électrique externe, mais ont globalement toujours conservé une capacité minimale électrique de sauvegarde interne. Le site d'Onagawa est le site le plus proche du foyer du séisme. Il a été affecté par une réplique sismique de magnitude 7 à proximité immédiate du site le 7 avril. Cette réplique a conduit à la perte de deux des trois lignes électriques externes qui venaient d'être rétablies pour assurer l'alimentation de ce site. Ces dommages successifs à l'alimentation électrique de ce site, du fait des vibrations sismiques lors de l'événement principal ou lors de la réplique, n'ont pas eu de conséquences majeures en termes d'événement nucléaire.

Les raisons qui peuvent expliquer la survenue de l'accident nucléaire majeur de Fukushima Daiichi doivent donc être aussi recherchées dans les différences objectives entre les différents sites nucléaires affectés.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 14/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

1.2 Retour d'expérience immédiat

La compréhension fine de l'ensemble des événements liés à l'accident nucléaire de Fukushima prendra certainement plusieurs années, même si de nombreuses informations ont déjà été mises à disposition à cette fin par les diverses entités japonaises impliquées : la complexité du déroulement des événements est probablement bien plus importante que ce que nous sommes en mesure d'appréhender aujourd'hui, de nombreux détails ayant pu avoir un rôle dans la succession et la causalité précise des événements.

D'un point de vue strictement technique, certaines informations ne seront accessibles que lorsque des investigations détaillées de l'état interne des équipements et de leur contenu seront possibles, notamment pour les enceintes de confinement et les cuves des réacteurs sur le site. Les éléments déjà observés à ce jour impliquent très certainement une perte d'étanchéité de ces composants fondamentaux. Cette analyse détaillée permettra de mieux identifier ce qui est spécifique à l'aménagement global du site de Fukushima ou ce qui résulte de la conception des différents réacteurs BWR présents sur le site.

De même, les organisations mises en œuvre pour gérer un tel événement dans le contexte général d'une crise majeure de sécurité civile sont spécifiques à chaque pays, et difficilement transposables en dehors du contexte social, politique et culturel de celui-ci. Notre compréhension des modes de fonctionnement de l'ensemble du dispositif de gestion opérationnelle de cette crise sera toujours partielle du fait de ce prisme culturel. Néanmoins, le retour d'expérience relatif aux conditions de gestion d'un accident grave sur une installation nucléaire est un élément important.

1.2.1 Prévisibilité de l'événement naturel

La première cause identifiable de l'événement est bien entendu l'événement naturel lui-même, un séisme majeur suivi d'un tsunami. La question de la 'prévisibilité' de ces événements naturels est bien évidemment fondamentale, cette question n'ayant pas nécessairement la même réponse au milieu des années 60 lors de la conception initiale du site, et plusieurs décennies plus tard.

La subduction au large du Japon est depuis très longtemps associée à un risque sismique majeur potentiel au niveau mondial. Le niveau de l'aléa sismique vibratoire a été plusieurs fois réévalué -et accru- pour le site au fur et à mesure de l'acquisition des connaissances, sans remettre en cause le fonctionnement des installations. Néanmoins, la magnitude de l'événement a surpris la communauté sismologique japonaise.

En termes de vibrations induites, l'effet principal d'un accroissement de la magnitude au-delà de ce qui était attendu par les sismologues japonais est plutôt à trouver dans l'allongement de la durée de la sollicitation sismique et non dans une augmentation des valeurs maximales d'accélération, du fait des phénomènes de saturation et des effets d'éloignement relatif d'une partie de la rupture. Les effets directs vibratoires sur site du séisme n'apparaissent pas en l'état des informations disponibles une cause fondamentale des événements, même si il sera difficile d'exclure la contribution d'une défaillance localisée d'un équipement particulier. Les accélérations enregistrées ne sont pas significativement différentes des niveaux considérés dans les différentes réévaluations du risque présentées par l'exploitant.

Le détail des enregistrements sismiques disponibles indique une réponse dynamique probablement un peu différente des ouvrages principaux, mais l'exploitant a montré a posteriori

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 15/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

le caractère acceptable des niveaux de vibration enregistrés sur le site pour les installations. Le site de Fukushima Daiichi est assimilable à un site de type 'sol' au sens des Règles Fondamentales de Sûreté françaises (vitesse de propagation locale des ondes sismiques comprises entre 300 et 800 m/s).

Des tassements des plateformes périphériques ont pu participer à une dégradation des équipements extérieurs, et à la fissuration des galeries qui ont été plus tardivement envahies par les eaux polluées. Le retour d'expérience préalable acquis sur l'événement de 2007 ayant affecté la centrale de Kashiwasaki-Kariwa rend crédible cette assertion. Les enregistrements confirment aussi la variabilité importante des accélérations sur un même site, phénomène déjà observé à Kashiwasaki-Kariwa.

Le mouvement vertical des fonds marins a initié un tsunami exceptionnel, supérieur à ce qui était envisagé dans les études de réévaluation de ce risque effectuées ces dernières années pour cette centrale nucléaire et conformes à la réglementation japonaise la plus récente en la matière. Sur une base historique récente, des spécialistes japonais considèrent cependant aujourd'hui que des tsunamis d'une importance comparable ont déjà affecté la côte nord-est de l'île d'Honshu. L'utilité de travaux de protection complémentaire de la plateforme aurait été identifiée avant l'événement. Par ailleurs à très grande échelle, le mouvement de l'ensemble de l'île d'Honshu a pu abaisser le niveau altimétrique absolu de la côte par rapport au niveau moyen de l'océan, diminuant la protection contre le tsunami, ce qui n'est pas pris en compte dans la méthodologie d'analyse de ce risque.

Compte tenu de l'ensemble des informations accessibles, la période de retour associée à un tel tsunami majeur sur la côte Est du Japon n'excède pas un millénaire en ordre de grandeur. A ce titre, l'événement naturel n'est pas techniquement imprévisible : les méthodologies utilisées en France, basées sur la prise en compte déterministe des plus forts événements naturels connus dans l'environnement d'un site nucléaire de façon indépendante des analyses statistiques de ces aléas, permettent leur prise en compte dans les analyses de sûreté des installations.

On peut noter par ailleurs que les dispositifs d'alerte tsunami ont fonctionné, et que tous les personnels présents sur la plateforme se sont mis à l'abri de l'inondation, ce qui n'a malheureusement pas été le cas dans les zones résidentielles de Sendai ou de Soma au nord : le risque était donc identifié et les procédures opérationnelles d'alerte bien déployées.

1.2.2 L'agencement des installations de la plateforme de Fukushima Daiichi

La majeure partie des dispositifs de sauvegarde des réacteurs était directement exposée au risque de submersion : à cet égard, le niveau de calage en hauteur de la plateforme constituait la seule mesure de prévention retenue par rapport au risque de submersion.

Cette mesure de prévention passive s'est avérée insuffisante par rapport à l'importance du tsunami. En termes de défense en profondeur, les dispositions techniques retenues étaient peu robustes vis-à-vis du risque de submersion de la plateforme avec notamment des équipements à l'air libre, directement soumis à l'impact dynamique de la vague, sans écran. Une inondation frontale est bien plus dangereuse qu'une inondation par contournement et montée progressive du niveau des eaux.

Le principe de défense en profondeur est la base de la conception des réacteurs nucléaires, depuis très longtemps : les installations concernées présentaient visiblement plusieurs lignes de défense par rapport à des initiateurs internes. Une attention particulière doit donc être apportée à la déclinaison de ce principe de défense en profondeur vis-à-vis d'une inondation externe généralisée.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 16/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

1.2.3 L'accident nucléaire et les sur-accidents

L'arrêt instantané à chaud d'un réacteur à eau légère en production nécessite la disponibilité immédiate et continue d'une fonction de refroidissement active, assurée par différents moyens indépendants. L'accident nucléaire de Fukushima Daiichi provient de la perte quasi simultanée de tous les moyens prévus à cette fin, sur la base d'un initiateur unique, la submersion de la plateforme par une vague de grande énergie.

Le déroulement d'ensemble de l'accident nucléaire compte tenu des connaissances disponibles pour les BWR apparaît prédictible avec les outils de modélisation actuels, avec un bon niveau de confiance, à partir de l'hypothèse d'une perte totale de la fonction de refroidissement après un arrêt à chaud. Certaines dispositions de mitigation d'un accident grave sont intégrées dans la conception de ce type de réacteur : capacité de décharge des surpressions dans la cuve des réacteurs, protection de l'enceinte de confinement par rapport à un risque d'explosion hydrogène dans les superstructures par exemple. On peut noter que l'exploitant indique une absence de réaction nucléaire entretenue dans les cuves de réacteur actuellement, sur la base des informations acquises par la détection neutronique périphérique. La fusion des éléments combustibles en cuve conduit à une géométrie incontrôlée et à des mélanges métalliques peu propices à cet effet, même si la quantité de matières nucléaires présente est suffisante à l'obtention d'une réaction entretenue. L'injection massive de bore dans l'eau de refroidissement visait aussi à cet objectif.

Le délai associé au rétablissement de la fonction de refroidissement des cœurs ne pouvait pas excéder quelques dizaines d'heures. Par ailleurs, la présence de communications directes entre les réacteurs (1 et 2, 3 et 4) via des utilités communes comme les réseaux de ventilation a participé à la détérioration de la situation. On peut noter qu'il n'y a pas eu de sur-accident ou d'effet domino dans les installations voisines du site, non directement liées aux réacteurs n° 1-2 ou 3-4. L'interdépendance directe des diverses installations présentes sur un même site doit donc être intégrée comme un facteur de risque supplémentaire dans l'analyse. A contrario, l'indépendance de gestion opérationnelle locale des différentes installations sur le site a été plutôt positive (tranches 5-6, piscine d'entreposage long terme, parc d'entreposage à sec).

1.2.4 La gestion de la situation

Dans la situation de crise généralisée de la région affectée par le tsunami, la mobilisation de moyens de secours et d'intervention complémentaires était nécessairement très difficile. La situation était de plus en plus complexe à traiter du fait des détériorations successives des installations pendant cinq jours. La situation 'stabilisée' à partir du sixième jour reste précaire et non définitive en termes de sûreté : l'accident s'installe alors dans la durée, avec des risques permanents de dégradation complémentaire, soit du fait des très nombreuses répliques sismiques affectant toute la côte est de l'île d'Honshu, soit d'une autre défaillance des dispositifs exceptionnels mis en œuvre.

L'adéquation de la rapidité d'intervention à la cinétique de dégradation de la situation ainsi que la durée de mobilisation des moyens exceptionnels d'intervention sont des éléments importants du retour d'expérience.

Une autonomie minimale des sites impactés est clairement indispensable, ce qui n'exclut pas l'utilité d'une capacité de projection de moyens complémentaires dans des conditions d'intervention ou de présence sur site clairement difficiles.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 17/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

La capacité d'acquisition des informations indispensables est un point important.

La situation résultant de l'accident est complexe et elle nécessite très clairement une capacité d'analyse et d'arbitrage importante entre diverses priorités : des constatations similaires avaient suivi l'événement de Kashiwasaki-Kariwa. L'organisation mise en œuvre pour gérer la situation doit évidemment être capable en temps réel de détecter et de gérer ces priorités, puisqu'il est illusoire de prétendre prévoir à l'avance le séquençage temporel d'une situation aussi complexe. Ceci est un principe de base de la gestion des situations d'urgence.

La présence d'un centre de crise protégé sur le site est un élément positif, qui participe pleinement à la gestion de la situation telle qu'elle est stabilisée aujourd'hui, en fournissant une base support avancée où transite plus de mille intervenants par jour.

La capacité à produire de l'information sur les conséquences des rejets pendant cette phase stabilisée est un élément externe de gestion de la situation : l'évolution de la situation dans les semaines qui suivent la phase de rejets est globalement bien connue des acteurs et intervenants. Dans le contexte d'un accident qui reste à cinétique relativement lente, la gestion des dispositions de protection immédiate des populations riveraines semble avoir atteint son but (mise à l'abri, évacuation décalée de 78 000 personnes dans une zone de 20 km). Des cinétiques beaucoup plus rapides pourraient cependant être plus compliquées à gérer dans le cadre d'un événement naturel généralisé. Lors de l'événement de Kashiwasaki-Kariwa, la population de la ville avait été informée en temps réel de la situation de la centrale nucléaire par les dispositifs d'information prévus à cet effet. Dans le cas présent, dans un contexte visiblement beaucoup plus rural, très peu d'informations sont actuellement disponibles sur cet aspect de la gestion de l'événement.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 18/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

1.3 Transposition dans le domaine des installations du cycle du combustible

La notion d'accident grave a été spécifiquement développée pour les réacteurs nucléaires, notamment pour structurer une démarche de défense en profondeur pertinente pour ce type d'installation. L'accident grave pour un réacteur est initié par la défaillance des dispositifs de protection prévus pour assurer le maintien des fonctions de sûreté fondamentales en situation d'accident : garantir l'arrêt de la réaction nucléaire, puis l'évacuation de la puissance thermique résiduelle.

Une défaillance des mécanismes de contrôle de la réaction nucléaire peut conduire à un accident à chaud (Tchernobyl). Une défaillance de la fonction d'évacuation de la puissance thermique résiduelle peut conduire à une fusion du cœur à l'arrêt (Fukushima). Dans les deux cas, le terme source radioactif est constitué par une fraction plus ou moins importante des matières radioactives, en fonction du niveau de dégradation des éléments combustibles. Les rejets potentiels dépendent du déroulement de l'accident et du dimensionnement des moyens de protection (enceinte de confinement).

La connaissance actuelle du déroulement de l'accident de Fukushima conduit à considérer une fusion totale ou significative de trois cœurs, libérant les produits de fission volatils normalement enfermés dans la gaine des combustibles, mais aussi ceux piégés dans les pastilles de combustible, du fait de la fusion de celles-ci. Ces produits volatils ont été dispersés dans l'installation ou relâchés lors des phases de rejets d'urgence. La fusion des cœurs a par ailleurs endommagé les cuves des réacteurs, entraînant une dispersion de matières radioactives solubles dans l'eau de refroidissement injectée en circuit ouvert, et répandue dans les sous-sols des installations.

Un mécanisme de dispersion complémentaire dans les bâtiments est probablement lié à la perte d'étanchéité des circuits d'eau au-delà de la cuve elle-même, par exemple au niveau des vannes de décharge, sollicitées plusieurs fois après utilisation d'eau de mer. Dans ces conditions, la quantité de matières radioactives dans les rejets pouvait être significative, même si la cinétique de dispersion n'était pas instantanée.

La transposition du déroulement de l'accident de Fukushima Daiichi dans le domaine des installations du cycle du combustible, hors centrales nucléaires, repose sur les éléments suivants.

1.3.1 Revue des risques naturels

Les risques naturels sont présents à des niveaux divers sur tous les sites AREVA concernés : une revue de ces risques est donc effectuée. Néanmoins aucun site nucléaire AREVA en France n'est concerné par un risque de tsunami. Le site du Tricastin apparaît spécifiquement sensible par rapport au risque d'inondation, dans la mesure où celle-ci pourrait affecter une grande surface sur le site, et résulter d'un effet induit par un séisme local, via des dommages induits sur les ouvrages exploités par la Compagnie nationale du Rhône (CNR). Pour les autres sites, il paraît exclu pour de simples raisons topographiques que ce scénario conduise seul à une agression généralisée directe des installations : ce type de scénario sera alors essentiellement caractérisé par des effets induits potentiels sur la disponibilité des alimentations électriques et des utilités nécessaires au refroidissement quand cela est pertinent.

Les mécanismes contrôlant l'activité sismique en France métropolitaine sont très différents de ceux présents au niveau des limites des plaques tectoniques comme au Japon, et les taux de

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 19/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

réurrence des événements plausibles sont très différents. Un séisme de forte amplitude est donc nécessairement un événement très rare sur notre territoire, et il est de ce fait très difficile à caractériser faute d'observations disponibles. La probabilité que ce séisme très rare impacte directement une cible donnée du fait de sa localisation géographique est encore plus faible.

1.3.2 Potentiel de dangers immédiatement libérable

Les produits de fission volatils constituent le terme source principal des rejets atmosphériques constatés à Fukushima. Ils sont présents à l'aval du cycle du combustible, après utilisation de celui-ci dans les réacteurs. Ce type de risques concerne donc les entreposages de combustibles usés, et les activités de recyclage qui visent justement à isoler et confiner durablement dans des verres ces produits de fission. Pour réaliser ces activités, l'usine de La Hague abrite des capacités d'entreposage en piscine de combustibles usés et des capacités d'entreposage intermédiaire de produits de fission en solution, en complément des capacités de vitrification en ligne de ces produits de fission. Compte tenu du temps de refroidissement des combustibles, le xénon et l'iode ne sont plus les éléments radioactifs principaux présents : le césium et les actinides mineurs sont prépondérants. A l'amont du cycle du combustible, les risques principaux découlent d'abord de la nature des composés chimiques mis en œuvre, et plus précisément de l'usage sous des formes diverses de fluor. La notion d'accident grave doit donc être associée d'abord pour le cycle du combustible à un risque de dispersion d'une quantité importante de produits toxiques ou radioactifs, mettant en jeu des périmètres de dangers allant au-delà des aires identifiées dans les Plans particulier d'intervention (PPI).

1.3.3 Réaction nucléaire

Dans le cycle du combustible, il n'est jamais fait usage de la réaction nucléaire : les règles de sûreté-criticité impliquent l'existence de deux défaillances indépendantes pour envisager l'apparition éventuelle d'une réaction critique qui -dans la plupart des cas- serait autocontrôlée par éloignement immédiat des matières nucléaires à la source de l'accident. Un tel accident de criticité ne peut avoir que des effets très locaux, à l'échelle d'une pièce ou d'une installation, même si ces effets locaux peuvent être très graves pour les travailleurs concernés. L'accident de criticité est donc d'abord dans le cadre de cette étude une source potentielle d'effets dominos (agression d'une activité voisine ou d'une fonction de confinement) et un obstacle complémentaire à la gestion d'une situation d'accident grave (accessibilité réduite).

1.3.4 Appel à des fonctions actives pour le maintien en état de repli sûr

L'état de repli sûr des installations du cycle du combustible repose très souvent sur des dispositions totalement passives, les enjeux d'évacuation d'une puissance thermique résiduelle n'étant présents qu'à l'aval du cycle du combustible. Les dispositions permettant d'arriver à cet état de repli sûr peuvent être très simples : dans de nombreux cas, il suffit de couper volontairement les alimentations électriques, quand la situation n'a pas conduit d'elle-même à cet état de fait. L'ensemble des vannes d'isolement se met alors en position sûre. La perte des alimentations électriques n'est donc un enjeu que pour les installations nécessitant des fonctions actives à long terme. Pour les installations non concernées en termes de sûreté, cet élément est pris en considération dans les stratégies d'intervention (absence d'éclairage et moyens d'intervention ou de surveillance autonomes en puissance électrique).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 20/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

1.3.5 Cinétique de l'accident et nature des opérations à effectuer

La cinétique de déroulement des accidents est un élément important, associé ou non à la complexité des opérations à effectuer pour maîtriser autant que possible ses conséquences. Les notions de durée et de difficulté d'intervention sont souvent liées à la cinétique de l'accident envisagé. Une cinétique très rapide peut être associée à une simplification drastique de la gestion de la situation post-accidentelle sur l'installation.

Les installations de l'amont du cycle sont plutôt caractérisées par des cinétiques rapides de dispersion potentielle de produits, associées avec une stratégie assez simple d'intervention en cas de rupture du confinement : la principale intervention de limitation des conséquences sur site consiste à rabattre par des écrans d'eau les produits émis, et principalement l'acide fluorhydrique. Les installations de l'aval du cycle sont elles plutôt concernées par des cinétiques lentes au niveau des procédés, éventuellement associées à des difficultés d'accès sur de plus longues périodes.

Une dispersion par voie liquide similaire à celle constatée à Fukushima résulterait essentiellement de la mise en œuvre des moyens d'intervention, notamment en cas d'incendie : un scénario d'inondation généralisée de cinétique lente ne serait pas associé à une destruction mécanique de tous les équipements contenant des matières toxiques ou radioactives.

1.3.6 Possibilité de sur-accident

Les installations du cycle du combustible utilisent régulièrement du gaz hydrogène, notamment pour former les oxydes métalliques nécessaires à la fabrication du combustible. Par ailleurs des phénomènes de formation d'hydrogène par radiolyse de l'eau sous irradiation ou plus largement par radiolyse de matières hydrogénées sont fréquemment présents, avec des cinétiques de formation lentes sous l'effet de la radioactivité des matières entreposées. Une production massive d'hydrogène suite à une oxydation du zirconium en présence de vapeur d'eau est possible, dans le cas d'un très fort échauffement des éléments combustibles irradiés entreposés en piscine, selon un mécanisme similaire à celui constaté lors des accidents des réacteurs de Three Mile Island et de Fukushima. La problématique des sur-accidents liés à la présence d'hydrogène est donc directement transposable dans un certain nombre d'installations du cycle du combustible, tout en prenant alors des formes différentes.

Ces différents critères -termes sources significatifs, cinétique de l'événement, état de repli passif ou actif, présence d'hydrogène- sont pris en compte dans le choix des scénarios spécifiquement analysés dans chaque installation au titre de la prise en compte du REX de l'événement de Fukushima Daiichi. Les différentes conséquences d'une agression en mode commun de l'ensemble d'un site et de son environnement sont systématiquement prises en compte.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 21/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

2 DESCRIPTION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

2.1 Situation géographique

Le site de Marcoule sur lequel est construit l'INB 151 MELOX est situé dans le Sud de la France, au Nord-est du département du Gard dans le canton de Bagnols-sur-Cèze. Il est implanté sur la rive droite du Rhône en amont de son confluent avec la Cèze. La Figure 1 ci-dessous situe l'établissement MELOX dans la vallée du Rhône.

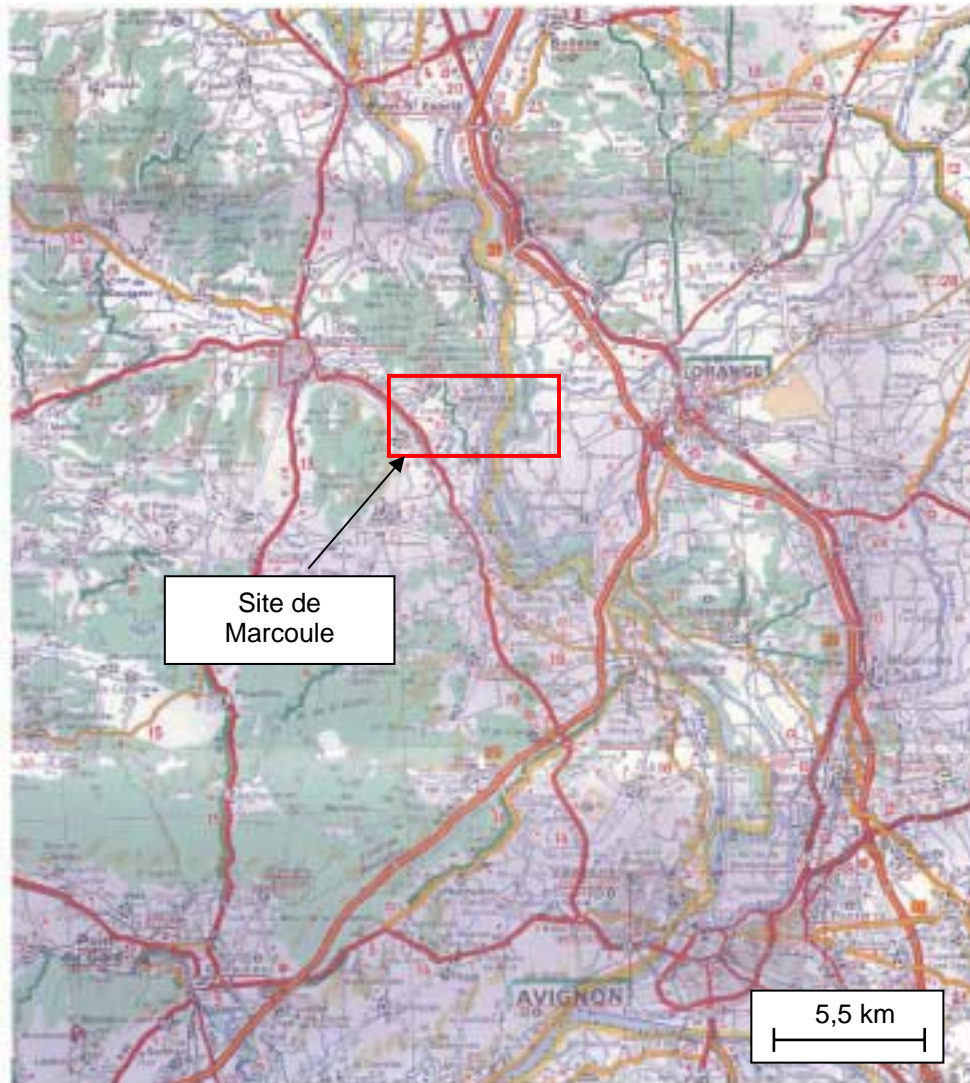


Figure 1 : Situation géographique de Marcoule

L'établissement MELOX se situe à une distance de :

- 8 km d'Orange,
- 8 km de Bagnols-sur-Cèze,
- 23 km d'Avignon,
- 45 km de Nîmes.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 22/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

La Figure 2 rend compte de la localisation géographique de l'établissement MELOX par rapport aux autres installations du site de Marcoule.

L'établissement MELOX est implanté à l'Est du site. Il est attenant à la clôture lourde délimitant le périmètre des installations nucléaires classées secrètes de l'établissement CEA de Marcoule.

L'établissement MELOX s'étend sur une superficie d'environ onze hectares. Les installations nucléaires de l'INB, qui s'étend sur environ cinq hectares, comprennent deux bâtiments principaux : l'un destiné à la fabrication du combustible nucléaire recyclé MOX, l'autre au conditionnement des rebuts et déchets technologiques.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 23/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

2.2 Environnement socio-économique

2.2.1 Environnement industriel

La région voisine de l'établissement est essentiellement viticole. Seules quelques activités industrielles éparses sont présentes autour de MELOX.

Le site de Marcoule, situé en bordure de MELOX, est principalement composé :

- des 16 installations individuelles et de leurs unités support de l'INBS de l'établissement CEA de Marcoule,
- des INB de l'établissement CEA de Marcoule : réacteur nucléaire de recherche PHENIX (à l'arrêt définitif), ATALANTE
- de l'INB CENTRACO de la société SOCODEI,
- de l'ICPE de la société CIS BIO.



Figure 2 : Localisation de MELOX sur le site de Marcoule

Une centrale d'enrobés type ICPE non Seveso (BRAJA VESIGNE SA) est implantée sur la commune de Piolenc à 1 km de l'établissement de MELOX. Des produits tels que la houille ou le coke ainsi que certains liquides inflammables sont présents dans cette installation.

Seule la région de Laudun – L'Ardoise située à 5 km au sud peut être considérée comme un complexe industriel.

Le site nucléaire de Marcoule est situé à 18 km du site nucléaire du Tricastin.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 24/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

L'ensemble des principales activités industrielles dans la région de Marcoule est rappelé dans le tableau ci-après.

NOM	ACTIVITE	COMMUNE D'IMPLANTATION	DISTANCE PAR RAPPORT AU SITE
Braja Vesgine SA	Centrale d'enrobés	Piolenc	1 km
Socodei	Traitement des déchets	Codolet	2,5 km
EDF	Energie	Chusclan - Codolet	2,5 km
Owens Corning	Fibres de verre	Laudun – L'Ardoise	7 km
FM Logistics	Prestation de services	Laudun– L'Ardoise	7 km
Ferrogem	Métallurgie	Laudun – L'Ardoise	7 km
Blagden Emballages	Chaudronnerie	Laudun– L'Ardoise	7 km

Tableau 1 : Principales activités industrielles dans la région de Marcoule

2.2.2 Données démographiques

La répartition de la population communale dans un rayon de 10 km autour de MELOX est donnée ci-dessous. La majeure partie de la population se situe dans une zone comprise entre 5 et 10 km autour du site.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 25/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	



Figure 3 : Répartition de la population autour de MELOX en 2007

COMMUNE	Nb habitants *	Superficie (km ²)	Densité en (h/km ²)
Rayon de 2,750 km			
Chusolan	990	13.23	75.3
Codolet	691	5.17	133.7
Si/Total (1)	1 687	18.4	91.7
Rayon de 5 km			
Orsan	1 151	6.9	166.8
St-Etienne -des-Sorts	512	9.85	52.0
Si/Total (2)	1 663	16.75	99.3
Rayon de 10 km			
Bagnols sur Cèze	10 023	31.37	606.4
Caderousse (Vaucluse)	2 765	32.39	85.4
Comnaux	1 685	9.58	175.9
Laudun	5 501	34.19	160.9
Mondragon (Vaucluse)	3 609	40.65	88.8
Montfaucon	1 356	4.24	319.8
Momas (Vaucluse)	2 297	26.09	88.0
Orange (Vaucluse)	30 755	74.2	414.5
Piolenc (Vaucluse)	4 672	24.8	188.4
St Alexandre	1 128	12.87	87.6
St Geniès de Comolas	1 876	8.26	227.1
St Laurent des Arbres	2 221	16.35	135.8
St Nazaire	1 194	6.68	178.7
St Paul les Fonts	721	5.46	132.1
St Victor la Coste	1 865	26.57	70.2
Tresques	1 865	17.86	104.4
Uohaux	1 413	18.48	76.5
Vénéjan	1 205	18.55	65.0
Si/Total (3)	85 151	408.59	208.4
TOTAL (1) + (2) + (3)	88 991	443.74	199.4

Tableau 2 : Répartition de la population au tour de MELOX en 2007

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 26/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

2.3 Description globale des activités de MELOX

L'usine MELOX fabrique des combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium appelés combustibles "MOX".

La fabrication de MOX se décompose en fonctions principales qui sont :

- la fabrication du combustible, le contrôle de fabrication et la recette associée,
- la réception et l'entreposage des différents constituants des éléments combustibles :
- l'entreposage et le conditionnement des éléments combustibles avant expédition (crayons, assemblages),
- l'expédition des éléments combustibles (pastilles, crayons, assemblages)

L'INB MELOX dispose de 3 ICPE nécessaires à son fonctionnement qui sont rappelées dans le tableau ci-après.

NOMENCLATURE ARRETES-TYPES	DESIGNATION DES ACTIVITES	SITUATION GEOGRAPHIQUE N° BATIMENT
I.C.P.E 1416	Stockage d'hydrogène gaz	Plate-forme gaz
I.C.P.E 2920	Installations de réfrigération et de compression	500, 501, 507, 508 et 525
I.C.P.E 2910	Installations de combustion (groupe diesel, chaudières)	503 504

Tableau 3 : Liste des ICPE de MELOX

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 27/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

2.4 Accès au site

MELOX est situé dans une zone géographique accessible par différentes voies de communication aussi bien par les voies routières, ferroviaires, fluviales qu'aériennes.

L'ensemble de ces voies de communication est décrit dans les paragraphes ci-dessous et est pris en compte dans l'analyse des moyens d'intervention et de secours.

2.4.1 Réseau routier

L'accès principal à MELOX se fait par l'intermédiaire de la route départementale RD 138A qui longe le site à l'est et qui relie Saint-Etienne-des-Sorts au barrage de Caderousse.

Un accès est possible par l'établissement CEA de Marcoule, pour des interventions directes spécifiques (FLS et transports à l'intérieur du site).

Les axes routiers présents dans l'environnement de MELOX sont :

- La Route Nationale 86 :
La RN86 dessert la rive droite du Rhône. Sa distance au site est de l'ordre de 7 km à l'Ouest.
- L'Autoroute A7
Axe routier principal de la vallée du Rhône situé en rive gauche du Rhône, qui passe à environ 5 km du site au niveau de Piolenc et au droit du site au niveau d'Orange.
- La Route Nationale 7 :
La RN7 longe le Rhône en rive gauche, parallèlement à l'autoroute. Au niveau de Piolenc, elle est à une distance de 5 km environ.
- La Route Nationale 580 :
La RN580 située à 2,5 km du site relie Bagnols-sur-Cèze à Avignon
- La Route Départementale 237
La RD237 située à 2 km du site sur l'autre rive du Rhône, relie Caderousse à Orange.
- La Route Départementale 765
La RD765 située à 1,5 km du site dessert le site de Marcoule.
- La Route Départementale 138 :
L'accès à MELOX se fait par la RD138a qui longe le site à l'Est et qui relie Saint-Etienne-des-Sorts au barrage de Caderousse.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 28/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	



Figure 4 : Axes routiers proches de MELOX

2.4.2 Réseau ferroviaire

Le T.G.V. Méditerranée, qui relie Valence à Marseille et à Montpellier, passe à environ 2,5 km du site au plus près, entre le Rhône et l'autoroute A7, sur les communes de Caderousse, Piolenc et Mornas.

La liaison Paris/Lyon/Marseille est implantée sur la rive gauche du Rhône. A double voie, elle supporte un trafic intense, tant voyageurs que marchandises. Au niveau de Piolenc, elle est très proche de l'autoroute A7 et de la RN7 et passe à environ 5 km au Nord-est du site.

La voie ferrée Givors/Nîmes descend la vallée du Rhône sur la rive droite, longeant la RN580 entre Bagnols-sur-Cèze et l'Ardoise. A double voie, elle permet d'écouler un important trafic de marchandises et passe à 2,5 km environ au Sud-ouest du site.

Le terminal routier-ferroviaire d'Orsan, situé sur la ligne Givors/Nîmes, est utilisé pour les transports de matières radioactives tels que l'expédition des déchets et des matières nucléaires. Le terminal d'Orsan et le site de Marcoule sont reliés par des transports routiers. Une aire de manutention exploitée par la société TN International, filiale d'AREVA, y permet de charger et décharger les camions et les wagons.

Les gares de Bagnols-sur-Cèze (située à 2,5 km sur la ligne Givors/Nîmes) et d'Orange (située à 9 km) permettent l'acheminement et le déchargement de marchandises.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 29/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

2.4.3 Voies de communication fluviales

L'usine MELOX est située sur les rives du Rhône. Les aménagements à proximité sont l'embarcadère de Saint-Etienne des-Sorts (situé à 2 km) et le port fluvial de l'Ardoise (située à 7 km).

2.4.4 Voies de communication aériennes

Les différents aérodromes existants dans un rayon de 50 km autour du site sont indiqués dans le tableau ci-après.

AERODROME	DISTANCE AU SITE (km)	ACTIVITÉ
Orange/Caritat	13	Militaire
Avignon/Pujaut	16	Aéro-club /Centre de parachutisme et de vol à voile
Orange/Plan de Dieu	18	Militaire/Aéro-club

Tableau 4 : Aérodromes existants autour du site

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 30/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

2.5 Climatologie

Le climat de l'établissement de MELOX se caractérise par :

- des étés chauds et secs : températures élevées et sécheresses régulières, le mois le plus chaud étant juillet,
- la douceur des hivers, le mois le plus froid étant janvier,
- des vents violents et froids : le mistral domine le climat de la basse vallée du Rhône,
- des pluies sous forme d'averses courtes et brutales jusqu'au début du printemps. Les orages et les averses (souvent atteignant plus de 100 mm de hauteur d'eau en quelques heures), les pluies de printemps et surtout celles de l'automne fournissent des précipitations abondantes,
- une neige rare.

2.5.1 Températures

Les informations suivantes résultent de l'analyse d'observations réalisées sur une période de 50 ans.

Le contraste des températures entre l'hiver et l'été est important : en juillet, la température maximale moyenne est de 29,7°C, en janvier, la température minimale moyenne est de 2,3°C. La température moyenne annuelle est de 14,2°C. La température sous abri est égale ou supérieure à 30°C, 37,5 jours par an. Des températures inférieures à 0°C se rencontrent 21,7 jours par an sous abri.

Les températures extrêmes relevées sur le site sont de -11,2°C (janvier 1987) et 43,1°C (août 2003).

2.5.2 Humidité relative

L'humidité relative moyenne annuelle est de 67,5 %, avec un minimum absolu de 39,9 % (juillet 1964) et un maximum absolu de 87,7 % (décembre 1987 et octobre 1988).

2.5.3 Précipitations

La proximité du relief (Cévennes) entraîne des précipitations relativement plus abondantes que dans l'ensemble de la région climatique.

Pour la période de 1959 à 2008, la hauteur moyenne annuelle des précipitations est de 753,6 mm. En 2008, il est constaté un record de pluie avec 1 174,6 mm répartis sur 253 heures et 139 jours par an en moyenne.

D'une année à l'autre, ces paramètres peuvent varier considérablement.

Le mois le plus sec est juillet avec 34,5 mm de précipitations en moyenne.

Le mois le plus pluvieux est octobre avec une moyenne de 109,3 mm.

Il y a en moyenne 17 jours dans l'année avec un orage (mai à septembre) et 1 à 2 jours avec de la grêle (mars). Les 8 et 9 septembre 2002, un « épisode cévenol » a concerné les départements du Gard, du Vaucluse et de l'Hérault. Ce phénomène météorologique, d'une grande violence et d'une rare longueur, a provoqué des précipitations qui en certains points des départements concernés, ont atteint 670 mm d'eau en 31 heures (moyenne de 22 mm/h).

Les précipitations neigeuses sont rares : en moyenne, moins de 3 journées par an (période de 1965 à 2006), de novembre à mars. Le record de précipitations neigeuses est de 50 cm, le 29 décembre 1970.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 31/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

2.5.4 Vents

La rose des vents établie à partir de données météorologiques obtenues par la station du site de Marcoule sur une période de 1982 à 2006 est présentée en Figure 5 .

La vitesse et la fréquence moyennes des vents sur la période sont indiquées dans le tableau ci-après.

Direction	1982-2006	
	Vitesse moyenne m/s	Fréquence moyenne %
360	8,0	21,0
340	6,0	14,2
320	3,5	7,4
300	2,8	7,3
280	2,4	3,7
260	2,3	1,8
240	2,6	1,8
220	3,0	2,3
200	3,2	2,7
180	3,5	3,4
160	3,7	4,2
140	3,4	3,2
120	2,5	2,1
100	1,6	1,3
80	1,5	1,5
60	1,7	1,9
40	3,0	2,5
20	6,4	8,3
calme	< 0,5	9,3

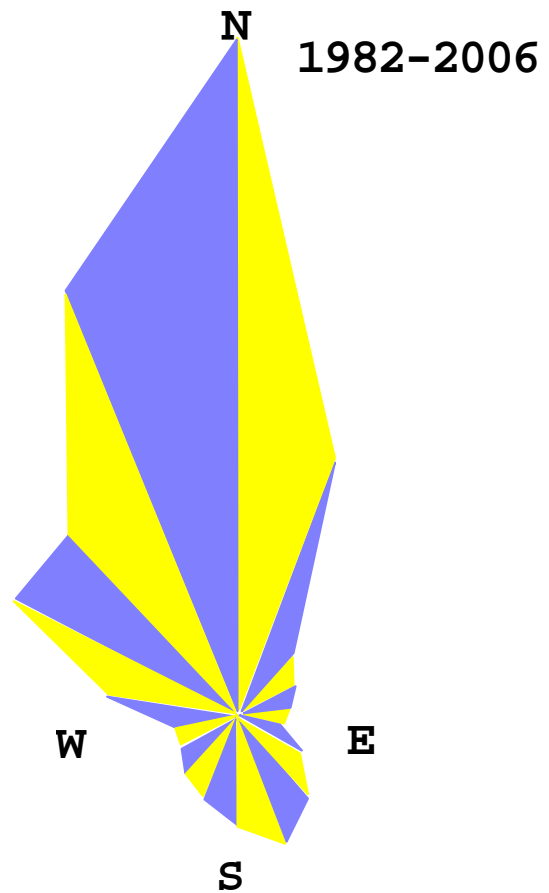


Figure 5 : Rose des vents

Tableau 5 : Vitesse et fréquence des vents

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 32/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

MELOX est soumis au régime du Mistral. Le vent est mesuré au niveau de la station météorologique du site de Marcoule, implantée au Sud du site, au bord du Rhône.

Les vents de secteur Nord (vents de direction Nord/Nord-est à Nord/Nord-Ouest) soufflent pratiquement 1 jour sur 2, avec une vitesse moyenne qui est supérieure à 6 m.s^{-1} plus d'un tiers du temps. Il en résulte un ciel peu nuageux et des brouillards très rares.

Le nombre de jours de vent soufflant à plus de 16 m.s^{-1} entre 1965 et 2008 est d'environ 168 par an. La moyenne du nombre de jour de vent fort depuis 1982 (année du nouvel emplacement de la station météo) est de 150 jours. La vitesse de pointe maximale enregistrée sur le site, pour un vent de secteur Nord, est de 42 m.s^{-1} , le 12 décembre 1967. Le record pour un vent de secteur Sud est de 32 m.s^{-1} , le 7 novembre 1982.

2.5.5 Foudre

Concernant la foudre, la densité de foudroiement, correspondant au nombre d'impacts foudre par an et par km^2 dans une région, est prise en compte. Déterminée à partir du retour d'expérience de la période 1996 à 2007, elle est de 1,6 pour une moyenne annuelle nationale de 1,84.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 33/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

2.6 Géologie, hydrogéologie, topographie

2.6.1 Topographie

Le site de Marcoule se trouve au Nord de la Cèze, le long du Rhône et au pied du massif de Pont-Saint-Esprit.

L'aspect général du massif de la Cèze est celui d'un pays d'altitude moyenne (200 m) où l'on peut distinguer trois zones morphologiques :

1ère zone : Au Nord de la Cèze, un pays de cuestas : le massif de Pont-Saint-Esprit.

2ème zone : Au Sud, un autre pays de cuestas comportant les plateaux constituant le massif de Bagnols-sur-Cèze.

3ème zone : Les plaines alluviales des affluents du Rhône séparant ces reliefs (Cèze, Tave,...).

Les cours d'eau prennent une direction parallèle à celle des cuestas et favorisent l'installation de plaines alluviales, dans les vallées de la Cèze et de la Tave, par exemple. La vallée de la Cèze, la plus encaissée, fait la transition entre les cuestas au Nord et les plateaux au Sud. L'altitude de ces plaines décroît régulièrement d'ouest en est.

Enfin, la plaine du Rhône borde le massif de la Cèze à l'est, où la divagation du lit du fleuve a créé des îles (Ile de la Piboulette, Ile des Rats).

2.6.2 Géologie

Les marnes bleues du Plaisancien (3,6 millions d'années), présentes notamment à l'affleurement dans la partie concave du méandre de la Cèze (en aval de Chusclan), constituent le substratum imperméable de la nappe alluviale sous le site de Marcoule.

Le site est constitué de deux terrasses alluvionnaires anciennes (250 000 ans) : une terrasse moyenne (Riss) d'altitude variant entre 54 et 61 m NGF et une terrasse basse (Würm) d'altitude variant entre 40 et 42 m NGF, séparées par une rupture de pente allongée selon la direction NE / SW, appelée "cuesta". Ces terrasses sont composées de sables, graviers et galets millimétriques à décimétriques constituant des strates glaciaires consolidées.

La plaine alluvionnaire (100 000 ans) du Rhône (altitude de 34 à 36 m NGF), plus récente, constitue une bande de 200 à 300 m de largeur entre la centrale PHENIX et l'extrémité Sud-est du site de Marcoule, en rive droite du Rhône. Elle englobe au Sud la plaine de Codolet (altitude de 31 à 34 m NGF) comprise entre le Rhône (à l'est) et la Cèze (à l'ouest). Les matériaux constitutifs sont des sables, graviers et galets, en général non cimentés, surmontés de limons récents de 1 à 3 m d'épaisseur. L'épaisseur des alluvions est comprise entre 5 et 15 m.

La carte géologique de l'environnement immédiat du site de Marcoule est présentée en Figure 6.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 34/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

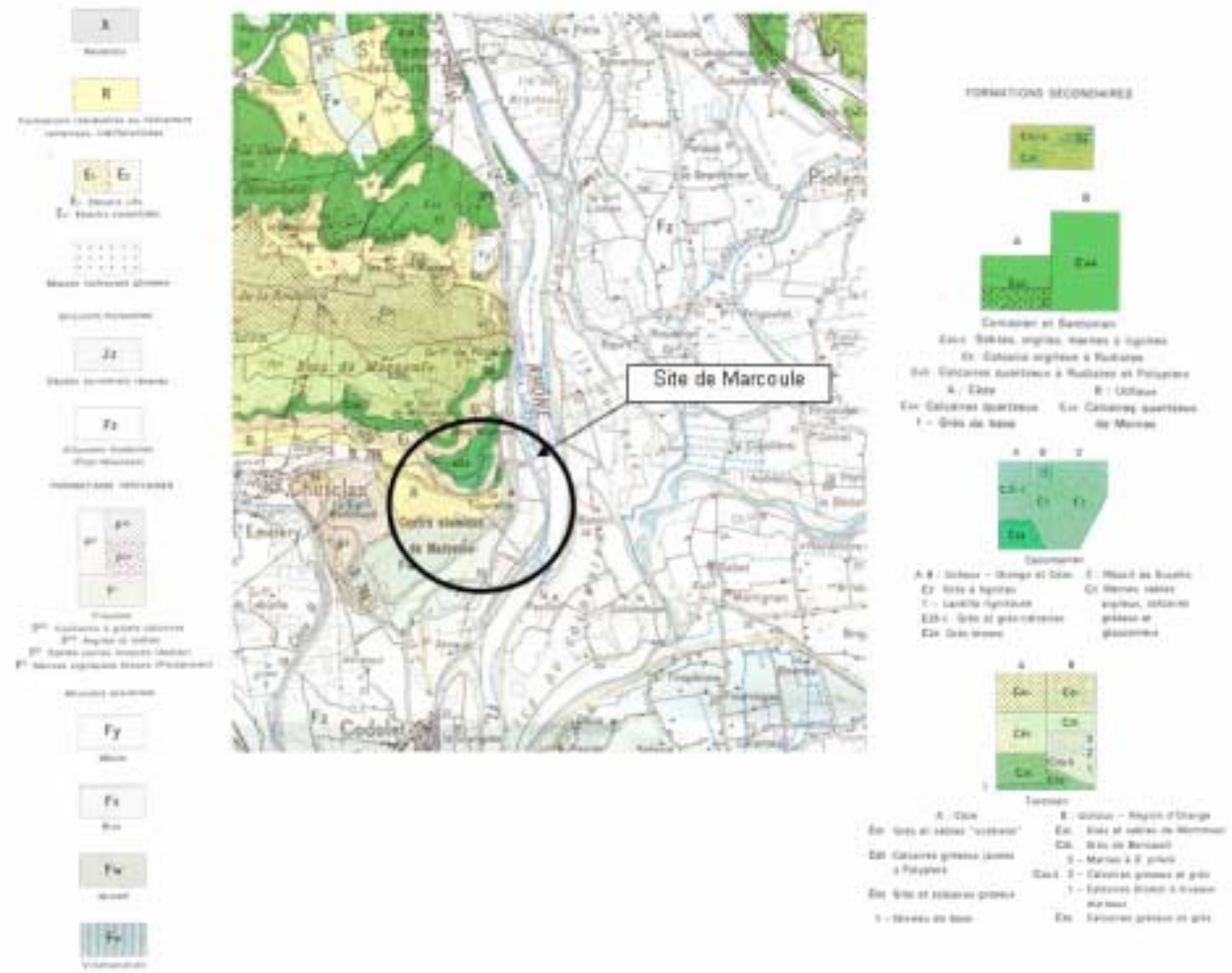


Figure 6 : Carte géologique de l'environnement immédiat du site de Marcoule

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 35/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

2.6.3 Hydrogéologie et hydrologie

Les principaux cours d'eau et rivières situés dans l'environnement proche de MELOX sont donnés à la figure ci après :



Figure 7 : Cours d'eau et rivières autour de MELOX

2.6.3.1 Nappes situées dans l'environnement proche de MELOX

2.6.3.1.1 Nappe phréatique sous le site

Sur la majeure partie du site, une nappe phréatique circule dans les alluvions du Rhône (alluvions récentes et terrasses du Riss et du Würm). Cette nappe alluviale repose sur le substratum imperméable formé par les marnes plaisanciennes. Elle est en général libre mais peut être localement semi-captive sous des limons et des sables fins plus ou moins argileux.

Le fonctionnement hydrogéologique du site peut se résumer à un déversement de la nappe allant de terrasse en terrasse, selon une direction globale nord-sud jusqu'à la plaine de Codolet où les écoulements souterrains rejoignent soit la lône à l'est, soit la Cèze à l'ouest.

Globalement, ses caractéristiques hydrodynamiques (transmissivité et emmagasinement) en font une nappe libre globalement soumise à des fluctuations saisonnières et à potentialités moyennes à très bonnes suivant les secteurs.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 36/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

En 1986, une paroi étanche a été construite empêchant tout transfert de pollution dans la nappe phréatique aval. Ainsi, la paroi étanche, longue de 496 m sur 5 à 8 m de profondeur au niveau des marnes du sous-sol, isole la nappe phréatique du sud du site de celle de la plaine de Codolet.

L'efficacité de cette paroi continue est notable. Le pompage associé à la réalisation de cette paroi permet de maintenir le niveau de la nappe interne au-dessous de celui de la nappe externe et contribue à l'assainissement du sous-sol. L'eau pompée est rejetée, après contrôle, dans le Rhône.

Une défaillance de cette paroi n'aurait pas d'impact sur MELOX.

2.6.3.1.2 Nappes alluviales du Rhône au sud du site

Lors de l'établissement des ouvrages d'aménagement du Rhône, la Compagnie nationale du Rhône (CNR) a pris les dispositions nécessaires pour maintenir les nappes phréatiques à leur niveau antérieur (avant l'aménagement du fleuve).

Ce maintien est assuré grâce à un réseau de contre-canaux de part et d'autre du lit endigué du Rhône. Ces contre-canaux amènent les eaux qu'ils collectent en aval du barrage de retenue de Caderousse (à l'aval du site). Leur niveau est maintenu tel que la nappe ne subisse aucune variation de niveau consécutive à l'installation des ouvrages. En régime normal, les contre-canaux jouent le rôle de drains, le sens d'écoulement des eaux allant de la nappe aux contre-canaux. Par contre, en période de crue, pendant la période de montée des eaux, le niveau des contre-canaux est influencé par le débit du Rhône en aval de l'aménagement. Le niveau des contre-canaux devient alors plus élevé que celui de la nappe et le sens des écoulements des eaux va alors du contre-canal vers la nappe.

L'examen des écoulements souterrains le long du Rhône et les communications entre les nappes montrent que le Rhône est une très bonne barrière hydraulique et que l'on peut exclure d'ores et déjà un éventuel transfert d'une nappe phréatique en rive droite vers une nappe en rive gauche. De même, la Cèze située au sud du site de Marcoule, constitue également une limite hydraulique qui privilégie un acheminement des eaux dans le sens d'écoulement de la rivière, qui se jette elle-même dans le Rhône.

2.6.3.2 Aménagements réalisés par la Compagnie nationale du Rhône (CNR)

Du site de Marcoule à la mer, le Rhône est entièrement équipé par les ouvrages de la CNR qui régulent son débit. Le niveau d'eau est de 35,32 m NGF au droit du site de Marcoule (aménagement de Caderousse). L'aménagement de la chute de Caderousse intéresse plus particulièrement le site de Marcoule.

Les caractéristiques de l'aménagement de Caderousse sont les suivantes :

- longueur de la retenue : 12,2 km,
- longueur du canal de dérivation : 4,3 km,
- niveau normal de la retenue à St-Etienne-des-Sorts : 35,50 m NGF,
- puissance installée à la centrale : 156 MW,
- débit d'équipement : 2400 m³.s⁻¹,
- hauteur de chute maximale : 9,5 m.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 37/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Cet aménagement complète ceux du tiers aval du Rhône où sont en service les barrages de Sauveterre, Avignon et Vallabrègues. Il a pour conséquences :

- dans la retenue, une augmentation de 220 à 250 m de la largeur du plan d'eau et une multiplication par un facteur 1,5 à 7,2 de la surface mouillée ainsi qu'un ralentissement très net de l'écoulement consécutif à l'élargissement du lit du Rhône,
- des fluctuations importantes du débit en aval du barrage de prise dans le lit du Rhône. En effet, lorsque le débit du Rhône est inférieur à $2400 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, il ne s'écoule plus qu'un débit de $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ grossi par le débit de la Cèze ; la quasi-totalité du débit du Rhône est alors déviée dans le canal d'amenée à l'usine hydroélectrique. C'est seulement pour des débits du Rhône supérieurs à $2400 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, c'est-à-dire environ deux mois par an, que l'excédent est restitué à l'ancien lit du fleuve, par ouverture progressive des vannes du barrage,
- le relèvement du plan d'eau à la cote 35,5 m NGF, soit très au-dessus des zones riveraines (cote voisine 33 m NGF) et par suite l'existence de digues et de contre-canaux pour stabiliser le niveau des nappes phréatiques,
- la nécessité de maintenir un débit sanitaire dans la lône de Codolet, grâce à une prise d'eau dans la retenue.

2.6.3.3 Caractéristiques du Rhône

2.6.3.3.1 Débit

Les débits caractéristiques du Rhône au niveau de l'aménagement de Caderousse sont les suivants :

Etiage conventionnel	NIVEAU/DEBIT
	26,00 m NGF à l'aval du barrage éclusé 35,50 m NGF à l'amont du barrage éclusé
Débit semi-permanent	$1\ 300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Débit moyen annuel	$1\ 525 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Débit dépassé 10 jours/an	$3\ 800 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Crue décennale	$7\ 200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Crue centennale	$10\ 000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Crue millénaire	$12\ 500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Tableau 6 : Débits caractéristiques du Rhône

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 38/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les périodes de basses eaux se rencontrent en été, les périodes de crues au printemps et en automne.

Le débit le plus faible observé a été de $320 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en moyenne mensuelle, au mois d'août 1976.

Les débits les plus élevés ont été de $7600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en Septembre 2002 et de $10000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en Décembre 2003, en moyenne horaire.

En aval de la retenue de Caderousse, le débit du Rhône est augmenté du débit des affluents tels que la Cèze et le Gard sur la rive droite, l'Aygues et la Durance sur la rive gauche.

2.6.3.3.2 Zones inondables

La fréquence des crues du Rhône a conduit à des aménagements des zones identifiées comme submersibles.

Le tableau suivant montre l'importance et la localisation des surfaces submersibles.

Aménagement	Surface inondée avant aménagement	Surface protégée par aménagement	
	en ha (1)	Totalement en ha (1)	Partiellement en ha (1)
Caderousse	4 700	2 600	2 100
Avignon	5 050	1 450	3 600
Vallabrègues	7 600	2 800	4 800
Arles	1 600	300	1 300
TOTAL	18 950	7 150	11 800

(1) Déduction faite de l'emprise des ouvrages.

Tableau 7 : Importance et localisation des surfaces submersibles au bord du Rhône

2.6.3.4 Evaluation de l'aléa inondation

A la conception de l'usine MELOX, et afin de définir les moyens de protection vis-à-vis du risque d'inondation, la RFS I.2.e (Règle Fondamentale de Sûreté) du 12 avril 1984 a permis de définir les données à prendre en compte. Ces données ont été fournies par la Compagnie nationale du Rhône (CNR). Il s'agit des niveaux :

- de la crue millénaire majorée (CMM), représentée à partir du débit de la crue millénaire majoré de 15%,
- de la crue centennale cumulée avec l'effacement du barrage de Vouglans.

Les cartes suivantes permettent de visualiser la situation de l'installation MELOX vis-à-vis des aménagements de la CNR (barrages de Caderousse et contre-canal) :

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 39/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

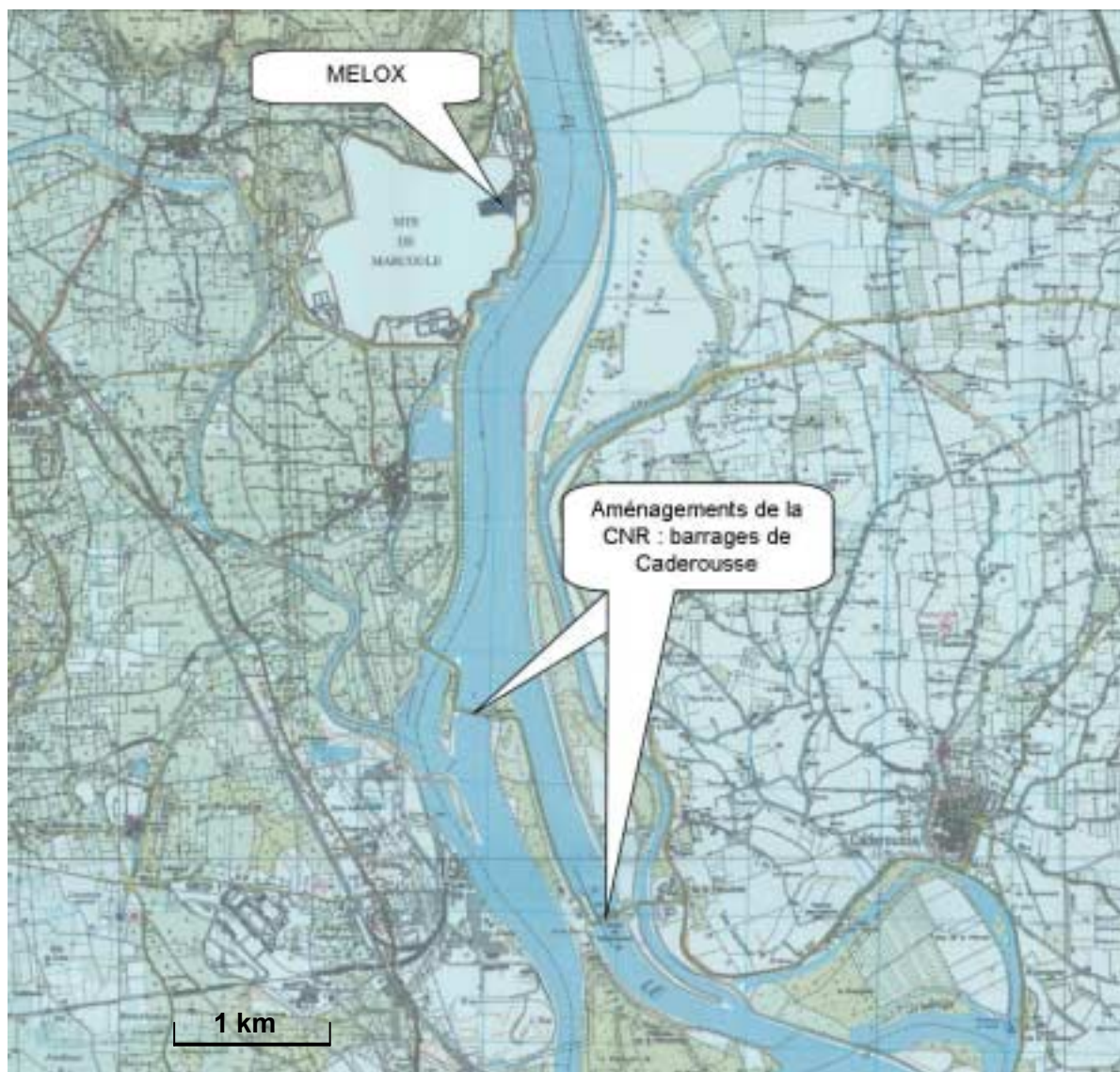


Figure 8 : Localisation des aménagements de la CNR en aval de MELOX

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 40/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

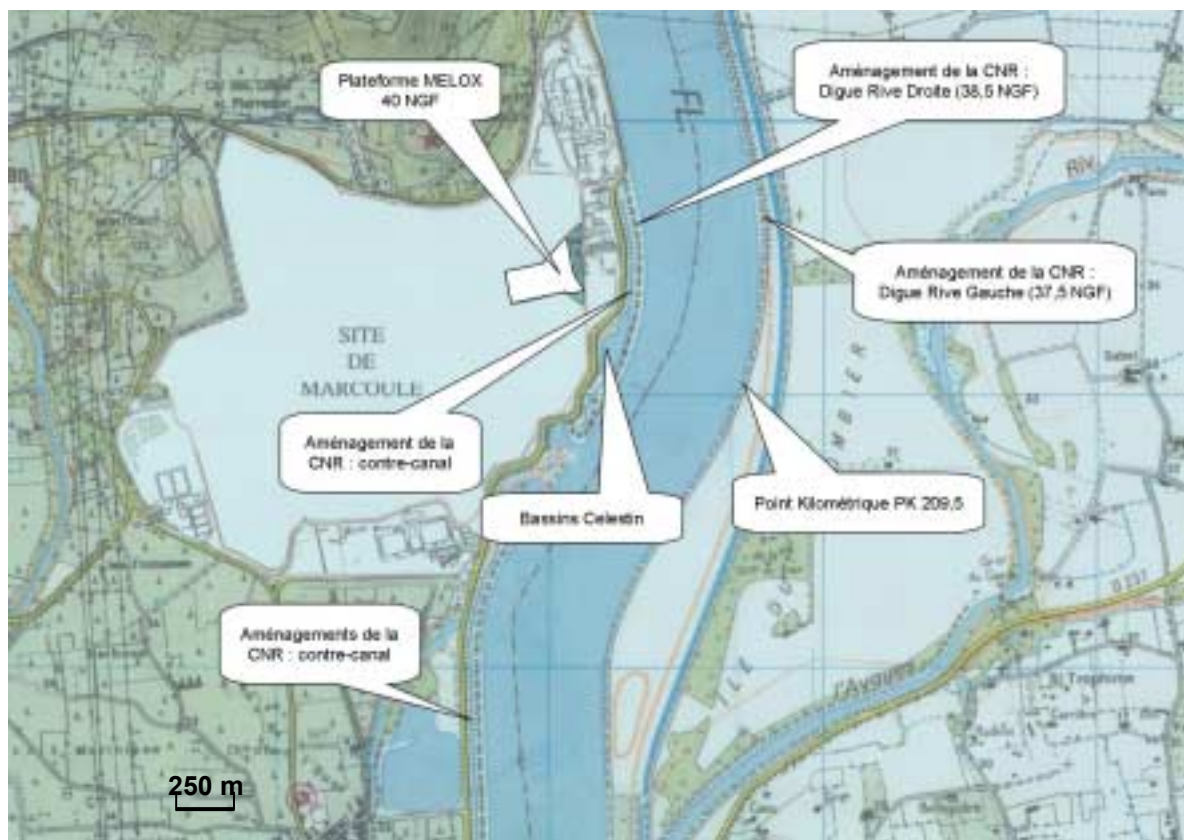


Figure 9 : Localisation des aménagements de la CNR autour de MELOX

2.6.3.4.1 Montée des eaux du Rhône

La relation débit-niveau au droit du site de Marcoule donnée par la CNR est indiquée dans le tableau de valeurs suivant :

SITUATION	DEBIT (m ³ .s ⁻¹)	COTE (m NGF)
Niveau normal	1500	35,50
Crue décennale CNR	7200	35,90
Crue centennale CNR	10000	36,00
Crue millénaire CNR	12500	37,25

Tableau 8 : Débits et niveaux du Rhône

Le débit de la crue millénaire majoré de 15 % est estimé à 15500 m³.s⁻¹ (borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70 %).

Le débit de la crue centennale entraînant l'effacement du barrage de Vouglans est inférieur à 11700 m³.s⁻¹.

C'est donc le débit de la crue millénaire majoré de 15 % qui est retenu comme étant le plus pénalisant.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 41/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Au droit du site de Marcoule (Point Kilométrique PK 209,5), le Rhône s'écoule entre deux digues CNR.

Le niveau de la crête de la digue rive droite qui longe le site de Marcoule varie entre 38 et 38,5 m NGF.

Le niveau de la crête de la digue rive gauche se situe à environ 37,5 m NGF.

Pour une crue millénaire (débit de $12500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), la cote du Rhône est estimée à 37,25 m NGF, soit 0,25 m en dessous de la digue rive gauche et 0,75 m en dessous du niveau de la digue rive droite. En cas de crue millénaire majorée de 15 % (cas le plus pénalisant), le Rhône ne peut, en pratique, dépasser que de peu la cote de + 37,5 m NGF (cote de la digue rive gauche).

2.6.3.4.2 Montée des eaux du contre-canal

Le contre-canal situé derrière la digue rive droite, en bordure du site de Marcoule, se jette dans le Rhône juste en aval de la retenue de Caderousse. En cas de crue, il subit donc une remontée de ses eaux. C'est alors le niveau d'eau du point aval de la chute de Caderousse qui détermine le niveau du contre-canal le long du site de Marcoule.

Pour une crue millénaire CNR ($12500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), le niveau au point aval de la chute de Caderousse est de 34,5 m NGF.

2.6.4 Sismicité

2.6.4.1 Données sur la sismicité régionale

L'analyse de la sismicité régionale résulte de l'examen des données sismiques historiques et instrumentales collectées pour l'ensemble de la région sud-est de la France, telles qu'identifiées par exemple dans les catalogues de sismicité disponibles pour le territoire français.

La sismicité instrumentale récente permet d'accéder aux événements de très faible magnitude (catalogue LDG), relativement peu nombreux dans la zone d'étude par rapport aux mouvements enregistrés à l'est dans les Alpes du Sud.

Les données historiques rassemblées dans le catalogue SIRENE, donnent une image fiable de la sismicité historique sur une période de l'ordre de 1000 ans, pour ce qui concerne les événements sismiques d'intensité moyenne à forte.

Enfin, l'éventualité d'événements sismiques beaucoup plus anciens, tels que marqués par les indicateurs connus de paléosismicité à proximité du site de Marcoule a été envisagée.

Ces événements sismiques peuvent généralement être rattachés à des discontinuités structurelles bien identifiées. Certains événements sismiques ont été cependant pris en compte au titre de la sismicité diffuse, compte tenu de l'imprécision éventuelle de la localisation de leur épiceutre et de la faible identification de leur origine sismotectonique.

2.6.4.2 Séismes dans la zone sous-cévenole

2.6.4.2.1 Zone sous-cévenole

Quelques événements sismiques comme le séisme du 13 mai 1901 ou le séisme du 24 septembre 1924 ne peuvent pas être rattachés à des discontinuités sismotectoniques précises.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 42/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Le séisme de septembre 1924 a été localisé à proximité immédiate du site de Marcoule : l'intensité macrosismique attachée à cet événement probablement très superficiel est modérée (VI-VII MSK à l'île de la Piboulette). La magnitude locale de cet événement est évaluée à 4,6. Compte tenu de la très faible profondeur du foyer, ce séisme n'aurait été ressenti qu'avec une intensité III sur le site de Marcoule.

2.6.4.2 Faille de Nîmes

La faille de Nîmes constitue l'accident sismogène majeur le plus près du site de Marcoule. Un certain nombre d'événements sismiques peuvent être rattachés à la faille de Nîmes, qui doit être considérée comme active. Ces événements historiques sont caractérisés par une intensité macrosismique épiscopentrale faible à modérée (Malaucène 1568, Bédarrides 1769, Chateauneuf du Pape 1840, Remoulins 1855, Nîmes 1927, Malaucène 1927, sud de Remoulins 1927, 1946, 1986). Le séisme de Pierrelongue (1952) peut être rattaché à un prolongement de la faille de Nîmes ou au chevauchement de Ventoux-Lure.

L'intensité macrosismique épiscopentrale maximale attachée à ces événements est de VII MSK.

L'indice paléosismique découvert à Courthézon met en évidence la potentialité d'événements sismiques assez anciens (> 30000 ans) ayant pu conduire à une rupture de faible extension en surface dans l'environnement de la faille de Nîmes.

2.6.4.3 Séismes extérieurs à la zone sous-cévenole

2.6.4.3.1 Failles de Costes-Trevaresse

Le séisme destructeur de Lambesc (1909) constitue l'événement marquant de l'histoire récente de la sismicité provençale. Son intensité épiscopentrale est évaluée au niveau IX MSK. Cette intensité épiscopentrale forte pourrait être reliée à des effets de site. L'éloignement relatif de son foyer par rapport au site de Marcoule a conduit à une intensité faible à Marcoule (intensité V).

Ce séisme est supposé pouvoir se reproduire sur la discontinuité Vauvert Alpilles, dans le prolongement des failles de Costes-Trévaresse et sur la discontinuité de Ventoux-Lure, parallèle au Nord.

2.6.4.3.2 Faille de la Moyenne Durance

L'activité de la faille de la Moyenne Durance peut être caractérisée par un certain nombre d'événements historiques, en particulier dans la région de Manosque (Manosque 1509, Manosque 1708, Beaumont de Pertuis 1812, Volx 1913).

L'éloignement important de ces événements par rapport au site de Marcoule ne peut conduire qu'à des intensités négligeables pour ce site.

La magnitude locale maximale évaluée pour ces événements historiques est de 5,3.

Ce séisme est translaté sur la faille de Nîmes de même direction, bien que l'amortissement des déplacements tectoniques globaux subis par la zone provençale dans l'ensemble des failles situées au Sud de la faille de Nîmes conduise probablement à diminuer les vitesses de déplacement au niveau de la faille de Nîmes.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 43/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

2.6.4.3 Faille de Salon-Cavaillon

Cette faille a une orientation Nord-Sud. Elle se termine dans la zone triple du Ventoux-Lure. Les séismes de 1731, 1738, 1763, 1887 et 1935 pourraient être rattachés à cette faille, pour des intensités épicentrales observées évaluées à VI-VII MSK.

2.6.4.4 Evaluation de l'aléa sismique

Les règles de conception parasismique ont été appliquées aux bâtiments et ouvrages de génie civil de MELOX présentés précédemment.

Les bâtiments, ouvrages et matériels ont été dimensionnés dans le domaine élastique-linéaire, à la différence de ce qui est fait pour le bâti courant dimensionné dans le domaine élasto-plastique.

Le dimensionnement initial des ouvrages a été réalisé avec les spectres établis en application de la RFS 1981 :

- un spectre forfaitaire (type I) PGA 0,3 g correspondant à un séisme proche,
- deux spectres (types II.1 et II.2) PGA 0,21 g correspondant à deux séismes lointains d'intensité VIII MSK.

L'ensemble de ces spectres est appelé « SDD 1981 MELOX » (spectre de dimensionnement RFS 1981 de MELOX).

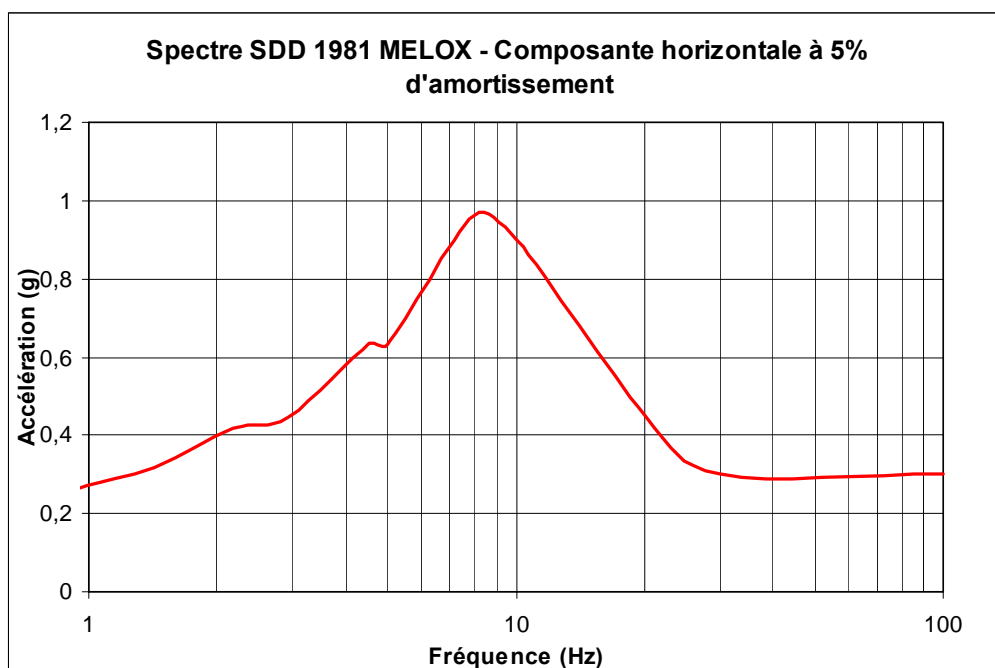


Figure 10 : Spectre de dimensionnement SDD 1981 MELOX à 5% d'amortissement

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 44/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les modifications du bâtiment 500 ont été justifiées avec les spectres établis en application de la version provisoire de 1998 de la RFS 2001-01 :

- un spectre correspondant à un séisme proche de magnitude 5,3 et distance focale 7 km, PGA 0,25 g,
- un spectre correspondant à un paléoséisme de magnitude 6,5 et distance focale 13,5 km.

L'ensemble de ces spectres est appelé « SDD 1998 MELOX » (spectre de dimensionnement de la version 1998 de la RFS 2001-01 de MELOX).

La mise à jour du Rapport de Sûreté Définitif révision B en 2003, approuvé par l'Autorité de sûreté nucléaire, a permis de consolider la justification du caractère enveloppe des spectres retenus pour le dimensionnement des ouvrages par rapport aux spectres de la RFS 2001-01.

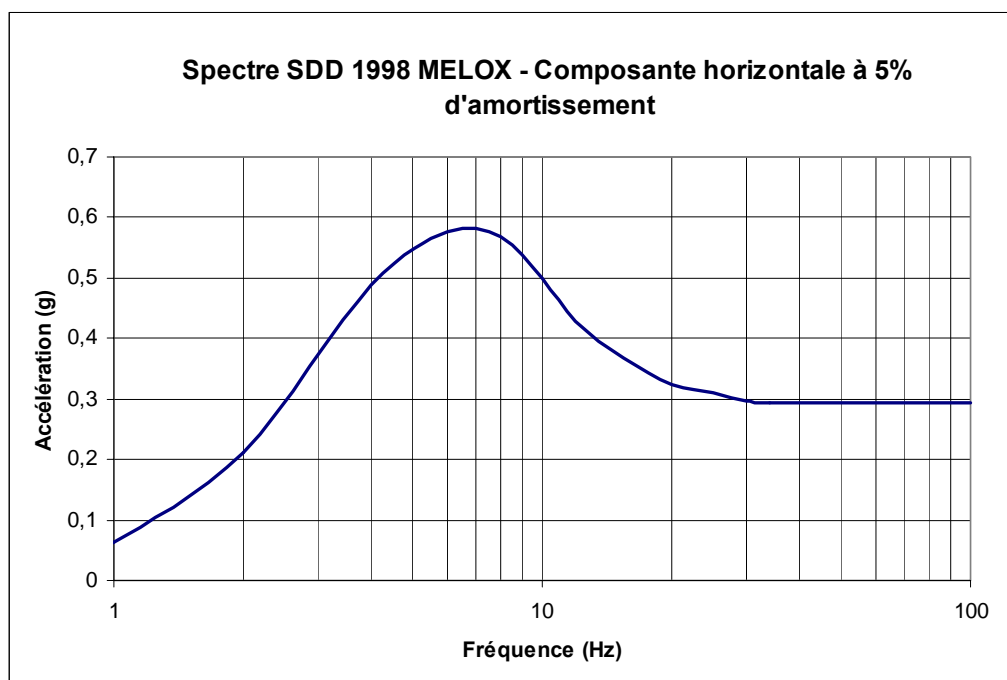


Figure 11 : Spectre de dimensionnement SDD 1998 MELOX à 5% d'amortissement

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 45/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3 DESCRIPTION GLOBALE DES ACTIVITES ET DES INSTALLATIONS DU SITE

3.1 Historique

Par décret du 21 mai 1990, paru au Journal Officiel le 22 mai 1990, la Compagnie générale des matières nucléaires (COGEMA) a reçu l'autorisation du Ministère de l'Industrie et de l'Aménagement du Territoire et du Ministère de l'Environnement, de créer une usine de fabrication de combustibles nucléaires, constituant l'INB 151 dénommée MELOX, sur le site nucléaire de Marcoule.

Cette usine est destinée à fabriquer des crayons et des assemblages combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium pour les réacteurs nucléaires à eau.

Sa limite administrative de production, par le décret précité, est de 115 tonnes d'oxyde mixte par an sous forme d'éléments combustibles, pour une quantité maximale d'oxyde de plutonium présente dans l'usine limitée à 14 tonnes.

Par décret du 30 juillet 1999, paru au Journal Officiel le 31 juillet 1999, et modifiant le décret du 21 mai 1990, COGEMA a obtenu l'autorisation de création d'une extension du bâtiment de production, accompagnant une diversification des fabrications, en particulier celles destinées aux réacteurs de la filière à eau bouillante (REB).

Par décret du 30 novembre 2007 approuvant les modifications de statuts de la Compagnie générale des matières nucléaires (AREVA NC), la dénomination sociale est désormais AREVA NC

Des autorisations d'augmentation de la capacité de production de l'usine MELOX ont été obtenues :

- par décret du 3 septembre 2003 autorisant l'augmentation de la capacité annuelle de production à 145 tML et modifiant le décret d'autorisation de création du 21 mai 1990,
- par décret du 26 avril 2007 et modifiant le décret 21 mai 1990, AREVA NC a obtenu l'autorisation d'augmenter la capacité annuelle de production à 195 tML.

Par décret du 3 septembre 2010 relatif au changement d'exploitant nucléaire, la société MELOX SA a obtenu l'autorisation d'exploiter l'installation.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 46/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.2 Description des installations

3.2.1 Implantation et description des bâtiments

Le site d'implantation de l'INB 151 MELOX comprend deux plateformes principales :

- une plateforme supérieure sur laquelle sont installés :
 - les bâtiments de Production :
 - Bâtiment 500 et son extension - Fabrication,
 - Bâtiment 501 - Conditionnement des déchets et rebuts,
 - Bâtiment 504 - Electricité,
 - Bâtiment 506 - Contrôle/accès,
 - les bâtiments Auxiliaires :
 - Bâtiments 502 et 508 - Administration,
 - Bâtiment 503 - Services généraux/magasins.

Le bâtiment 506 est relié d'une part au bâtiment 500 et d'autre part au bâtiment 501 par des galeries. Ce bâtiment 506 est lui-même relié par une galerie au bâtiment 502.

- la plateforme de stockage des gaz (Argon, hydrogène, azote, hélium),
- l'unité de production d'air respirable.
- une plateforme inférieure sur laquelle sont installés les bâtiments Auxiliaires suivants :
 - Bâtiment 505 - Poste de garde,
 - Bâtiment 507 - Restaurant Personnel/Accueil Visiteurs,
 - Le stockage réactif,
 - La station de traitement des eaux usées.



Figure 12 : Implantation des bâtiments

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 47/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Le bâtiment 500 et son extension intègrent les fonctions dédiées à la production de combustibles MOX. Ces fonctions sont les suivantes :

- réception et entreposage du PuO_2 et de l' UO_2 ,
- constitution du mélange MOX par mélange des poudres de PuO_2 et d' UO_2 ,
- fabrication des pastilles par pressage du mélange MOX puis frittage et rectification,
- fabrication des crayons par introduction des pastilles dans les gaines de crayons,
- fabrication des assemblages par montage des crayons dans une structure métallique,
- entreposage et expédition des éléments combustibles (crayons, assemblages...),
- analyse et contrôle de conformité des produits fabriqués (laboratoire).

Ces fonctions sont regroupées par atelier :

- Poudres,
- Pastilles,
- Gainage,
- Contrôle Crayons,
- Assemblage.

Chaque atelier comprend des postes de procédé nécessaires à la fonction fabrication ainsi que des entreposages entre chaque poste procédé.

Le bâtiment 501 assure principalement les fonctions suivantes :

- traitement des déchets,
- conditionnement ou reconditionnement des déchets et rebuts,
- entreposage et expédition des déchets et rebuts.

A ces fonctions, se rajoutent les opérations de gestion des matières radioactives notamment le contrôle par comptage des matières radioactives contenues dans les rebuts de production et les déchets.

Nota : L'extension du bâtiment 500, mise en service en 2000, comporte les lignes procédés permettant la fabrication de crayons multi design.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 48/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.2.2 Présentation des ateliers

3.2.2.1 Ateliers du bâtiment 500

Le détail des fonctions réalisées par atelier au sein du bâtiment 500 est donné ci-après et présenté à la figure ci-après.

- Atelier Poudres

Dans l'atelier Poudres sont réalisés les différents traitements à effectuer sur les poudres de PuO_2 et d' UO_2 depuis l'approvisionnement à partir des entreposages (PuO_2 , UO_2), jusqu'à la réalisation d'un mélange disponible pour la fabrication des pastilles.

Dans l'atelier Poudres est effectué un premier dosage (mélange de PuO_2 et d' UO_2) permettant de réaliser le mélange primaire qui est ensuite broyé. Un second dosage est effectué sur ce mélange primaire afin d'obtenir le mélange d'oxyde final à la teneur souhaitée en PuO_2 . Ce mélange final est homogénéisé et envoyé vers l'atelier Pastilles.

- Atelier Pastilles

L'atelier Pastilles assure la fabrication et le contrôle de pastilles à partir d'un mélange d'oxydes (mélange final) issu de l'atelier Poudres.

Le mélange final provenant de l'atelier Poudres est comprimé sur des presses afin d'obtenir des pastilles. Ces pastilles sont ensuite frittées (passage dans un four de frittage) puis rectifiées pour permettre leur gainage après contrôles.

- Atelier Gainage

L'atelier Gainage assure la fabrication de crayons combustibles à partir de pastilles triées provenant de l'atelier Pastilles.

Les pastilles provenant de l'atelier Pastilles sont introduites dans une gaine étanche afin de constituer des crayons. Ces crayons sont ensuite décontaminés avant envoi vers l'atelier Contrôle crayons.

- Atelier Contrôle Crayons

L'atelier Contrôles Crayons assure le contrôle de la qualité des crayons soudés et décontaminés et leur entreposage avant leur mise en assemblage et expédition.

- Atelier Assemblage

L'atelier Assemblage réceptionne les crayons pour les mettre en assemblage à travers d'une structure métallique. Ces assemblages sont ensuite nettoyés puis entreposés avant leur mise en emballages et leur expédition.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 49/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	



Figure 13 : procédé de fabrication du combustible MOX

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 50/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.2.2.2 Ateliers du bâtiment 501

Le bâtiment 501 assure principalement des fonctions d'entreposage des déchets et de rebuts.

Les fûts de déchets constitués au cours du procédé sont traités (reconditionnement,...) puis stockés dans le bâtiment 501 avant envoi vers les filières agréées.

Les rebuts en provenance des bâtiments 500 et de son extension ou du bâtiment 501 sont réceptionnés et reconditionnés dans le bâtiment 501 avant de les expédier vers les installations de traitement ou de les recycler dans le procédé.

3.2.2.3 Bâtiment 504

Le bâtiment 504 (Electricité) assure :

- la distribution électrique haute tension vers les postes de transformation haute tension/basse tension des autres bâtiments,
- la production et la distribution des énergies « secours » et « sauvegarde »,
- la production d'alimentations de contrôle (tension continue et ondulée).

Les diesels de secours et de sauvegarde nécessaires au fonctionnement de l'installation en situation dégradée sont situés dans ce bâtiment.

3.2.2.4 Bâtiment 506

Le bâtiment 506 permet d'assurer notamment le contrôle des accès au bâtiment 500 et son extension et au bâtiment 501 ainsi que la surveillance générale des bâtiments Il est relié aux bâtiments 500 et 501 par une galerie de liaisons subdivisée en deux, de façon à assurer la séparation de la circulation du personnel et des matériels.

Il constitue le seul point d'entrée-sortie normal du personnel en zone surveillée et contrôlée, c'est-à-dire aux bâtiments 500, extension 500 et 501.

Les salles de conduite de sauvegarde, à partir desquelles est exploitée l'installation en situation dégradée, sont situées dans ce bâtiment.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 51/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.2.3 Présentation des utilités

Un ensemble de fonctions auxiliaires et d'utilités est nécessaire au fonctionnement de l'installation. Les principales fonctions ou utilités sont les suivantes :

- système de ventilation,
- installation électrique générale,
- systèmes de refroidissement.

3.2.3.1 Systèmes de ventilation

La ventilation assure deux types de fonctions :

- fonctions de sûreté,
- fonctions de conditionnement.

La ventilation est divisée en 3 réseaux :

- le réseau THD (Très Haute Dépression) lié au confinement dynamique des enceintes de confinement,
- le réseau HD (Haute Dépression) lié au confinement dynamique des locaux,
- le réseau MD (Moyenne Dépression) lié au confinement dynamique du bâtiment.

Les bâtiments 500, son extension et 501 ont leurs propres systèmes de ventilation :

- les circuits d'extraction THD (Très Haute Dépression) qui assurent le maintien en dépression de l'ensemble des enceintes, le circuit THD du bâtiment 500 étant commun à son extension,
- pour le bâtiment 500 et son extension, deux systèmes similaires de ventilation constitués de circuits fermés véhiculant de l'azote qui ventilent la plupart des boîtes à gants des ateliers Poudres, Pastilles et Gainage et certaines enceintes du laboratoire (respect de la qualité produit). Ces circuits assurent le maintien en dépression des enceintes par des liaisons avec le circuit THD du bâtiment 500,
- certaines boîtes à gants sont ventilées en hélium perdu (ou en air), l'aspiration étant faite par le circuit THD,
- les autres enceintes du bâtiment 500 et de son extension et la plupart des enceintes du bâtiment 501 sont ventilées en air par transfert à partir du local dans lequel elles sont installées, l'aspiration de l'air étant faite par le circuit THD,
- certaines enceintes des bâtiments 500, son extension et 501 sont ventilées en air sec ou en azote perdu et l'extraction est réalisée par le réseau d'extraction THD. L'air sec et l'azote provenant des réseaux de distribution des bâtiments sont obtenus par détente en amont des enceintes.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 52/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les fonctions de sûreté et de conditionnement assurées par la ventilation sont décrites ci après.

3.2.3.1.1 Fonctions de sûreté

Les fonctions de sûreté assurées par les systèmes de ventilation sont les suivantes :

- le confinement en agissant de manière dynamique au niveau des discontinuités des barrières statiques des différents systèmes de confinement,
- l'épuration en dirigeant les gaz de ventilation vers des emplacements définis en vue de leur traitement (filtration,...) de façon à limiter les rejets en produits toxiques ou radioactifs et permettre leur contrôle (cascade de dépression),
- le refroidissement par l'évacuation de l'énergie thermique dissipée par la matière radioactive ou par des équipements ayant en particulier une fonction de sûreté,
- la participation à la surveillance et la limitation des conséquences de la dissémination de matière radioactive et de l'incendie,
- l'assainissement par un renouvellement de l'air des locaux.

3.2.3.1.2 Fonctions de conditionnement

Les systèmes de ventilation assurent le conditionnement de l'air de façon à maintenir des conditions d'ambiance (température, hygrométrie, pression) convenables :

- pour le personnel pouvant séjourner dans les locaux à occupation occasionnelle ou permanente,
- pour les matériels.

3.2.3.2 Installation électrique générale

L'alimentation électrique doit couvrir trois types de besoin :

- tous les besoins des équipements en régime normal,
- les besoins du régime incidentel concernant les fonctions qui nécessitent une alimentation électrique pour assurer :
 - la sûreté nucléaire,
 - la sécurité du personnel,
 - la protection de l'outil de travail.
- les besoins du régime accidentel concernant les fonctions qui nécessitent une alimentation électrique pour assurer la sûreté nucléaire.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 53/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

L'alimentation électrique assure principalement :

- la distribution de la Haute Tension « normal », la transformation Haute Tension/ Basse Tension « normal », puis la distribution Basse Tension « normal » dans les bâtiments,
- la production de la Haute Tension « secours », la distribution de la Haute Tension « secours »,
- la transformation Haute Tension/Basse Tension « secours », puis la distribution Basse Tension « secours » dans les bâtiments,
- la production de courant « permanent de secours » (batteries) dans les bâtiments,
- la production et la distribution du courant « sauvegarde ».

La distribution électrique de l'ensemble de MELOX est effectuée depuis le bâtiment 504 où sont installés les équipements principaux de production et de distribution électrique.

L'installation de production et de distribution électrique est constituée des réseaux suivants :

- un réseau normal
- un réseau secours
- deux réseaux de sauvegarde indépendants

Les différents réseaux de distribution électrique sont détaillés au chapitre 8 de ce rapport.

3.2.3.3 Systèmes de refroidissement

Le besoin d'alimentation en eau glacée/eau froide est l'apport de frigories nécessaires au refroidissement :

- des équipements de procédé,
- de l'air de ventilation,
- des climatiseurs implantés dans certains locaux.

Les systèmes de refroidissement sont principalement utilisés pour le refroidissement direct des éléments combustibles situés dans les entreposages via les boucles d'eau glacée et les réseaux recycleurs.

Dans le cas de l'entreposage de crayons (unité STE), le refroidissement de l'unité d'entreposage est assuré par convection forcée en flux vertical. L'air est soufflé en partie basse de l'entreposage. Il ressort par des ouvertures en partie supérieure de chaque module, pour être repris par un réseau de gaines spécifique. Ce système de refroidissement est sauvegardé et ces composants sont décrits ci après.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 54/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Le refroidissement est réalisé par :

- 2 fois 2 recycleurs d'air avec échangeurs air/eau glacée implantés dans deux locaux distincts dédiés,
- 2 groupes frigorifiques de production d'eau glacée implantés à deux emplacements distincts dédiés,
- 2 circuits d'eau glacée reliant les groupes frigorifiques et les échangeurs air/eau glacée des recycleurs. L'appoint d'eau est effectué à partir du réseau d'eau industrielle,
- une distribution de gaines de soufflage et de reprise. L'air est soufflé via un réseau de gaines de distribution en partie basse des colonnes d'entreposage. Il est repris au-dessus de chaque colonne d'entreposage par un réseau de gaines qui chemine dans un carneau sur toute la longueur et au-dessus des locaux où sont entreposés les crayons.

Chaque boucle, constituée de deux recycleurs et du groupe frigorifique associé, est dimensionnée pour assurer 100 % de la charge thermique à évacuer.

La figure ci-après présente un schéma de principe de fonctionnement du refroidissement de l'entreposage de crayons.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 55/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

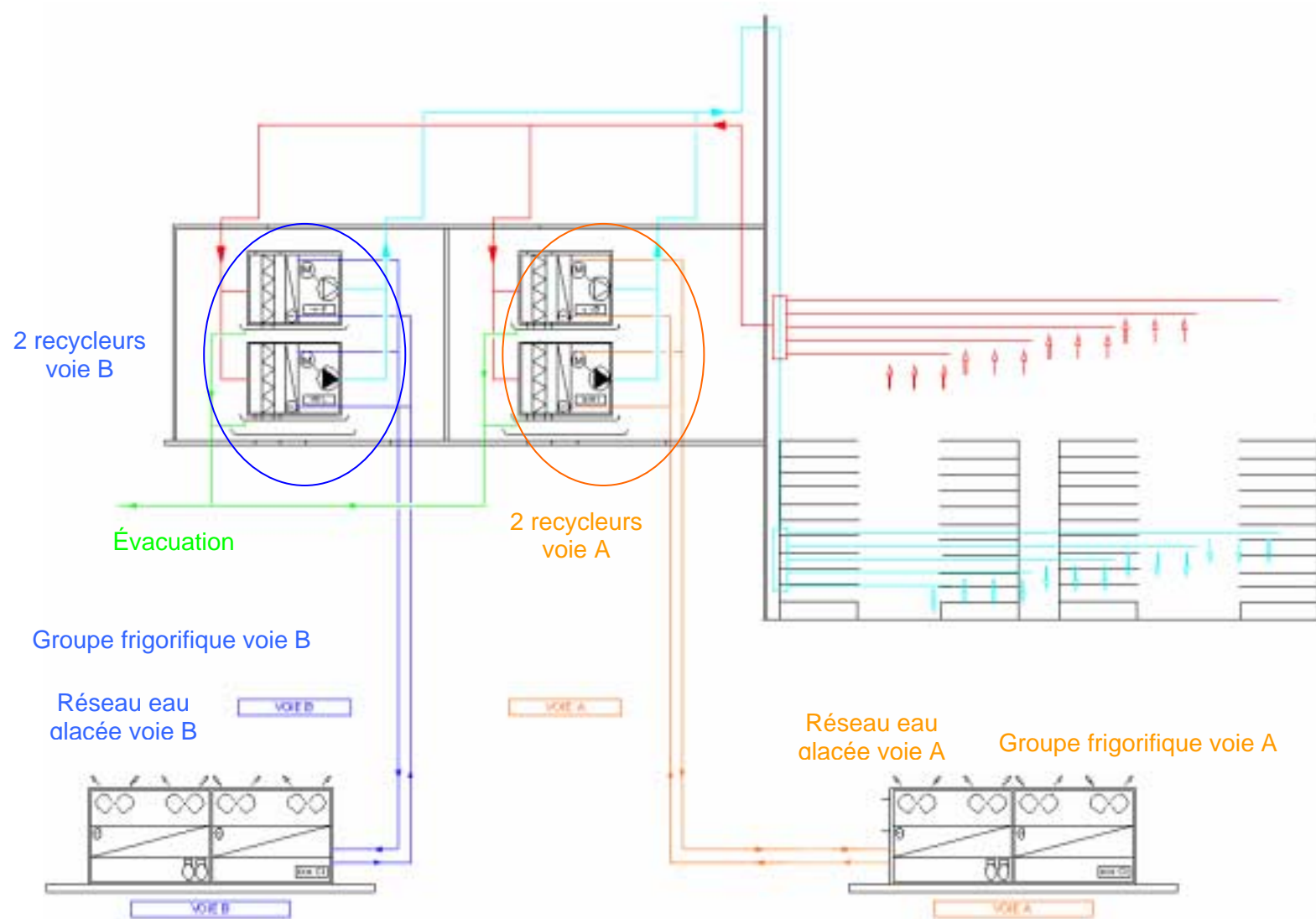


Figure 14 : Systèmes de refroidissement

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 56/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.2.4 Présentation des systèmes de conduite de l'installation

3.2.4.1 Conduite des installations

Les ateliers de production disposent chacun de leurs propres salles de conduite permettant de piloter les installations à distance (salle de conduite poudres, salle de conduite pastilles, salle de conduite gainage, salle de conduite contrôle crayons et salle de conduite assemblage).

La conduite des utilités (électricité, ventilation, système de refroidissement, fluides,...) est centralisée dans un poste de surveillance générale au bâtiment 506.

Les personnels du service de radioprotection disposent de leur propre poste de contrôle de la situation radiologique des installations situé au bâtiment 506.

En fonctionnement normal, les installations sont conduites à partir des salles de conduite. Les services MIU (Maintenance Intervention et exploitation Utilités) et PMN (Protection des Matières Nucléaires) disposent de leurs propres systèmes de conduite et de surveillance dans des locaux regroupés dans le bâtiment 506.

Dans les situations dégradées, dites de sauvegarde, les installations sont pilotées à partir de pupitres de conduite de sauvegarde redondants et installés dans des locaux séparés dans le bâtiment 506.

Chacun de ces modes de conduite permet de garantir l'état sûr des installations dans les situations de fonctionnement normales et dégradées.

Les systèmes de conduite de l'usine MELOX assurent :

- les fonctions de production,
- les fonctions d'exploitation des utilités :
 - alimentation et distribution électrique,
 - ventilation,
 - alimentation et fourniture en fluides auxiliaires,
- les fonctions de contrôle radioprotection,
- les fonctions de détection et d'extinction incendie,
- la fonction de détection de criticité.

Ces systèmes de conduite sont détaillés dans les paragraphes ci-après.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 57/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.2.4.2 Système normal d'exploitation

Le système normal d'exploitation est composé :

- du système de conduite normale permettant d'exploiter en fonctionnement normal l'ensemble des unités mécaniques de production et de traitement des déchets (bâtiment 501) et des Utilités (ensemble de l'usine),

Ce système adopte une architecture redondante pour les fonctions liées à la sûreté ou importantes pour la production.

- des automatismes de sécurité agissant en cas de dysfonctionnement des systèmes normaux ou de dépassement de seuils pour placer et maintenir l'installation en état sûr.

Les automatismes de sécurité des unités mécaniques des postes de production et d'exploitation du bâtiment 500, de son extension et du bâtiment 501 participent à la maîtrise des risques de :

- dispersion des matières radioactives,
- criticité (bâtiment 500 et son extension),
- incendie,
- refroidissement.

Les automatismes de sécurité des utilités participent au maintien des fonctions de confinement des matières radioactives et à la maîtrise des risques incendie et explosion.

3.2.4.3 Systèmes de conduite de sauvegarde

Le système de conduite de sauvegarde, totalement indépendant et redondant, assure la maîtrise du risque de dispersion des matières radioactives dans l'environnement.

Deux situations de sauvegarde sont possibles : hors séisme et post-séisme.

Le passage en conduite de sauvegarde hors séisme résulterait d'un dysfonctionnement du système de conduite normale ou d'une perte des alimentations électriques normales et secours.

Le passage en conduite de sauvegarde post-séisme résulterait d'une perte des alimentations électriques normales et secours associée à une détection sismique (six détecteurs implantés dans les bâtiments 500, 501 et 506).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 58/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.3 Inventaire des matières radioactives et chimiques

3.3.1 Matières radioactives

Les matières radioactives présentes sur l'installation et nécessaires à la fabrication de combustibles MOX sont présentes ou mises en œuvre tout au long du procédé.

Ces matières se présentent sous différentes formes :

- de poudres d'UO₂ et PuO₂, en enceintes de confinement dans les ateliers du bâtiment 500,
- de pastilles MOX, en enceintes de confinement dans les ateliers du bâtiment 500,
- de crayons, en enceintes de confinement et après soudage étanche en locaux procédés et entreposages dans les ateliers des bâtiments 500 et 501,
- d'assemblages dans les locaux procédés et entreposages dans les ateliers du bâtiment 500.

Le détail des matières radioactives nécessaires à la mise en œuvre du procédé MELOX est présenté ci-après.

3.3.1.1 PuO₂

L'oxyde de plutonium (sous forme de poudre PuO₂) mis en œuvre dans l'usine provient des combustibles usés (à base d'UO₂ ou MOX, déchargés des réacteurs à eau légère) traités dans les installations de l'usine d'AREVA à La Hague.

Sur les 10 dernières années, la quantité maximale de PuO₂ présente à un instant donné dans l'usine est de 9 tonnes pour une limite autorisée de 14 tonnes de PuO₂.

La composition isotopique du Pu (vecteur isotopique) utilisé dans l'installation MELOX est présentée dans le tableau ci-après.

Isotope	%
²³⁸ Pu	2,50
²³⁹ Pu	54,50
²⁴⁰ Pu	25,20
²⁴¹ Pu	8,60
²⁴² Pu	7,90
²⁴¹ Am	1,30

Tableau 9 : Vecteur isotopique

3.3.1.2 UO₂

MELOX reçoit des poudres d'oxyde d'uranium (UO₂) à base d'uranium naturel, appauvri ou de retraitement.

L'oxyde d'uranium appauvri provient de la conversion de l'UF₆ appauvri en isotope ²³⁵U généré par les usines d'enrichissement.

L'oxyde d'uranium de retraitement provient du retraitement de combustibles usés, irradiés dans les réacteurs à eau.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 59/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.3.2 Matières chimiques

Le procédé de fabrication ne met pas en œuvre de produits chimiques.

Les produits chimiques présents sur le site MELOX, le sont principalement pour les opérations d'analyse et de contrôle. Ils se répartissent comme suit :

Bâtiments 500 et extension :

- les produits chimiques utilisés au laboratoire,
- l'alcool isopropylique utilisé pour la décontamination des crayons,
- l'acétone utilisée pour le nettoyage des crayons,
- les agents extincteurs (CO₂, ...).

Bâtiment 501 :

- les agents extincteurs (CO₂, ...).

Autres bâtiments :

- l'acétone utilisée pour le nettoyage des petits composants (bâtiment 503),
- le fioul utilisé pour les groupes électrogènes de secours et de sauvegarde et les chaudières,
- l'hydrogène (couplé à l'argon) nécessaire à l'alimentation des fours de frittage,
- les agents extincteurs (CO₂, ...).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 60/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.4 Organisation de l'établissement

3.4.1 Principe d'organisation

L'organisation des pouvoirs et des responsabilités au sein de l'établissement repose sur un système de délégations de pouvoir vérifié et révisé, dès que nécessaire, pour tenir compte de l'évolution des structures de l'organisation.

Cette organisation repose sur les principes suivants :

- Les missions des différents acteurs et leur périmètre de responsabilité sont définis dans tous les domaines et, a minima, pour chacun des domaines suivants :
 - sécurité classique,
 - sûreté et sécurité nucléaires,
 - environnement,
 - protection des informations,
- La chaîne de responsabilités des différents niveaux de la hiérarchie est définie et les domaines de délégation nominative sont fixés,
- Pour chaque domaine, l'autorité délégante est désignée par les dispositions légales et réglementaires et/ou par l'autorisation administrative délivrée. A ce titre, chaque niveau hiérarchique intégré dans le chaînage des missions et des lignes de responsabilités est identifié pour son intervention effective dans le processus décisionnel,
- Des fiches de fonction définissent, pour les domaines identifiés au premier alinéa et pour chaque fonction générique, les missions et les responsabilités de chacun des niveaux hiérarchiques. Ces fiches visent à simplifier la gestion documentaire pour le transfert de responsabilités et à renforcer, par un bon degré de précision dans la définition des missions, l'efficacité du système de délégation.

La figure ci-après représente l'organisation de l'établissement.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 61/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

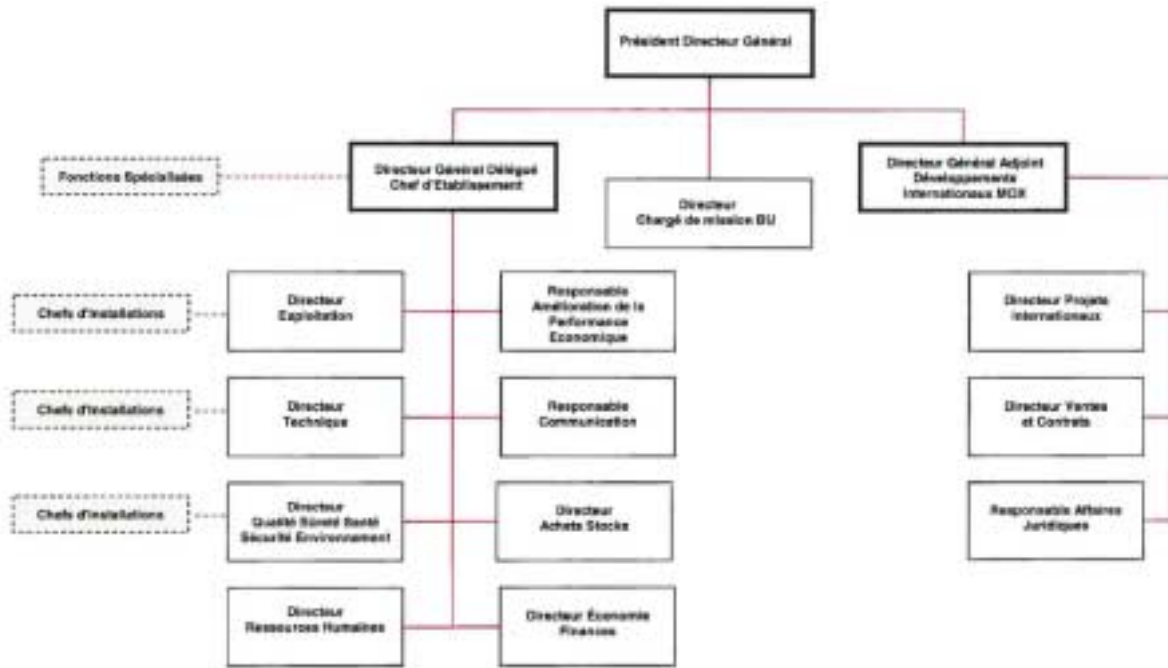


Figure 15 : Organisation de MELOX

La Direction Exploitation a pour missions :

- d'exploiter l'outil de production,
- de réaliser la maintenance de l'outil de production,
- d'assurer le bon niveau de consommables usines et de pièces de rechange,
- de planifier l'ensemble des opérations de l'établissement,
- d'exploiter les infrastructures établissement.

La Direction Technique a pour principales missions :

- de définir les programmes d'améliorations dans tous les domaines sur le procédé, les produits, les installations de fabrication et de contrôles ainsi que les systèmes associés,
- d'établir et piloter les programmes de qualification,
- d'assurer le soutien technique de la Direction d'Exploitation et du Laboratoire.

La Direction Qualité Sûreté Sécurité Santé Environnement (DQ3SE) regroupe l'ensemble des moyens spécialisés dans les domaines de :

- Santé et sécurité au travail,
- Sûreté nucléaire et sécurité des transports de matières dangereuses,
- Radioprotection des travailleurs,
- Protection des populations et des écosystèmes contre les rayonnements ionisants,
- Protection des matières nucléaires et des installations,
- Contrôle des matières nucléaires,
- Protection de l'environnement,
- Laboratoire d'analyse.

Dans chacun de ces domaines, DQ3SE s'assure, pour le compte du Directeur général délégué (DGD), Chef d'établissement, du respect par les Chefs d'Installation des exigences législatives, réglementaires et normatives.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 62/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.4.2 Les responsabilités en matière de sûreté

Le système de délégation en matière de sûreté mis en place sur l'établissement MELOX responsabilise la ligne hiérarchique du directeur d'établissement au chef d'installation.

La responsabilité opérationnelle est assurée par la succession suivante :

- le directeur d'établissement, déléataire de l'exploitant nucléaire, met en place l'organisation adéquate pour appliquer les exigences légales et réglementaires relatives à tous les aspects de la sûreté, de la protection de l'environnement et du personnel,
- le chef d'installation, à sa nomination lors de son acceptation nominative de pouvoir, devient responsable d'une installation définie par un périmètre géographique. Conformément aux textes réglementaires, il veille au respect et à la mise en œuvre opérationnelle des exigences de sûreté, sécurité, environnement de son installation. Il applique les Règles générales d'exploitation (RGE),
- le chef de quart, responsable de l'équipe conduite, coordonne les activités des opérateurs pour l'exploitation et la surveillance des installations de l'atelier concerné.

Le Directeur général délégué, Chef d'établissement, confie la responsabilité d'ensembles immobiliers pourvus d'équipements de travail et appelés « installations » aux chefs d'installation. Ces installations recouvrent la totalité des surfaces du site.

Un chef d'installation assure la maîtrise globale de toutes les activités qui sont conduites sur son installation. A ce titre, il a la responsabilité de mettre en œuvre l'organisation et les actions nécessaires à la maîtrise des risques inhérents à son installation dans les domaines suivants :

- Santé et sécurité au travail,
- Sûreté nucléaire et sécurité des transports de matières dangereuses,
- Radioprotection des travailleurs,
- Protection des populations et des écosystèmes contre les rayonnements ionisants,
- Protection des matières radioactives et des installations,
- Contrôle des matières radioactives,
- Protection de l'environnement,
- Protection des activités classées (Secret Défense),
- Protection des activités et informations (patrimoine scientifique, commercial, financier et stratégique).

Il s'appuie, chaque fois que nécessaire, sur les moyens et compétences spécialisés de la Direction Qualité Santé Sûreté Sécurité Environnement (DQ3SE).

Il a le pouvoir de faire suspendre toute opération, quels qu'en soient les exécutants, s'il estime qu'elle présente des risques inacceptables pour la sûreté, la santé, la sécurité des personnes ou des biens, ou pour l'environnement.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 63/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.4.3 Le Plan d'urgence interne

3.4.3.1 L'organisation PUI

L'organisation du Plan d'urgence interne (PUI) est une organisation qui permet à la fois :

- une grande souplesse pour s'adapter aux circonstances. Elle n'applique pas des schémas préétablis. Elle dispose d'un fort potentiel d'analyse et de réflexion pour construire le schéma adapté à la situation réelle et, par ailleurs, de scénarios représentatifs pré-étudiés sur lesquels sont basés les exercices de gestion de crise,
- une grande efficacité opérationnelle, grâce à un commandement très direct. En outre, le support documentaire du PUI est basé sur des « fiches réflexes », qui sont des documents opérationnels et précis.

Des exercices PUI sont réalisés plusieurs fois par an avec la participation des acteurs concernés des pouvoirs publics et de l'Autorité de sûreté. Ils visent ainsi à entraîner l'organisation de crise de l'établissement et vérifier le bon fonctionnement des interfaces entre les cellules de communication.

3.4.3.2 Les moyens de l'établissement

L'organisation de crise regroupe l'ensemble des moyens humains et matériels nécessaires pour :

- lutter contre les effets de l'accident,
- limiter l'extension de l'accident et ses conséquences,
- assurer l'évacuation du personnel de la zone accidentée et regrouper en des lieux prévus, le personnel non indispensable à la gestion de la situation accidentelle,
- effectuer des rondes et des appels pour déceler les absences du personnel nécessaire à la gestion de crise,
- collecter les informations pour évaluer l'importance de l'accident, en prévoir les conséquences et suivre son évolution,
- mettre sur pied les équipes d'intervention immédiate qui doivent entreprendre des mesures à l'intérieur et à l'extérieur de l'unité pour compléter les informations,
- informer les personnes ou organismes qui doivent être tenus au courant,
- faire appel aux moyens de l'établissement CEA de Marcoule (FLS Formation Locale de Sécurité, SST Service Santé du Travail, SPR Service de Protection Radiologique) et assurer la coordination de ces moyens au sein de MELOX.

Le site de Marcoule regroupe plusieurs INB. La situation accidentelle d'une installation peut conduire à la mise en alerte et/ou alarme voire la mise en sécurité et l'évacuation d'autres installations voisines.

Certains moyens de secours ou d'expertise sont communs tels que ceux de la FLS, du SST, du SPR.

Aussi, l'organisation de crise de MELOX s'inscrit dans l'organisation globale de crise du site de Marcoule ainsi que dans celle du groupe AREVA.

Le grément, au sein de MELOX, de cette organisation de crise est assuré par un système d'astreintes.

Au sein de MELOX, le Directeur général délégué ou le Responsable du PCD-L peut modifier la composition nominative de l'organisation en fonction des circonstances.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 64/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les postes de l'organisation non sujets à astreinte sont pourvus par les personnes présentes sur site en horaire normal ou par les personnes jointes par appel sur les listes d'astreinte correspondantes (renfort).

Pour favoriser l'efficacité opérationnelle, les tâches sont réparties entre plusieurs cellules opérationnelles dont les missions sont définies de façon précise.

3.4.4 Le Plan particulier d'intervention

En complément du PUI, mis en œuvre à l'intérieur de l'établissement, le Préfet peut mettre en œuvre le Plan particulier d'intervention « PPI ».

Le PPI définit les moyens et l'organisation nécessaires pour :

- protéger les populations en cas d'accident,
- apporter à l'exploitant nucléaire de l'installation accidentée l'appui des moyens d'intervention extérieurs (pompiers, police, gendarmes, SAMU...).

Il précise les missions des différents services de l'Etat concernés, les schémas de diffusion de l'alerte des populations, les moyens matériels qui seraient mis en œuvre et l'articulation avec le plan d'urgence interne (PUI).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 65/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.5 Inventaire des risques

Les risques analysés dans le cadre de la présente évaluation complémentaire de la sûreté de l'installation MELOX sont les suivants :

- risque de dispersion de matières radioactives,
- risque d'exposition,
- risque de criticité,
- risques dus aux dégagements thermiques,
- risque incendie,
- risque d'inondation,
- risque d'explosion,
- risques liés à la perte de fourniture d'énergie et de fluides.

3.5.1 Risque de dispersion de matières radioactives dans l'environnement

Le risque de dispersion de matières radioactives dans l'environnement provient de la potentielle rupture de l'ensemble des barrières de prévention, de détection et d'intervention.

Ce risque de dispersion est induit par la présence tout au long du procédé de matière radioactive en enceinte ou hors enceinte.

Vis-à-vis du risque de dispersion de matières radioactives, les dispositions sont :

- la mise en place de deux types de confinement :
 - un confinement statique, constitué de trois barrières statiques successives, étanches, indépendantes, résistantes au séisme et à l'incendie (voir Figure 16) : les parois des boîtes à gants, les murs des ateliers qui sont eux-mêmes des voiles et planchers des locaux,
 - un confinement dynamique, basé sur des systèmes de ventilation qui assure une cascade de dépression entre chaque barrière statique qui dirige la circulation d'air depuis l'extérieur vers l'intérieur.

Le bon fonctionnement de ce confinement dynamique est garanti y compris en cas de séisme.

- une surveillance de la radioactivité au niveau :
 - des locaux de travail,
 - des sas, situés au franchissement de chacune des deuxième et troisième barrières de l'installation, permettant le contrôle systématique des intervenants en sortie d'atelier et en sortie de bâtiment nucléaire,
 - des systèmes de filtration de Très Haute Efficacité (THE) de l'air extrait par le système de ventilation (THD, HD et MD).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 66/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

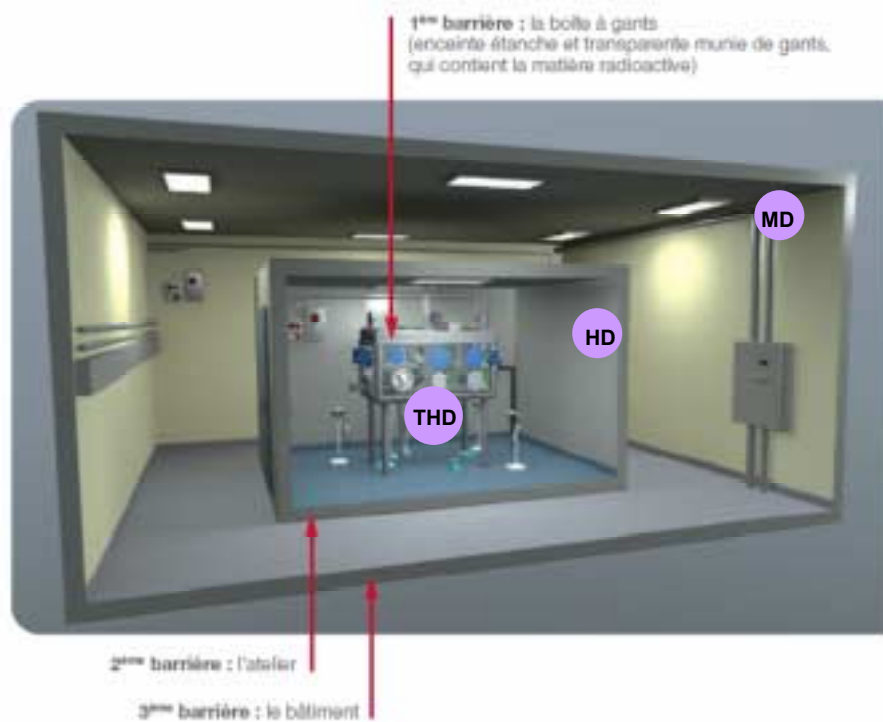


Figure 16 : Principe de confinement et barrières statiques

3.5.2 Risque d'exposition

Le risque d'exposition est lié à l'exposition du personnel résultant de sources de rayonnements ionisants situées en dehors de l'organisme.

Afin de limiter l'exposition des travailleurs, les dispositions suivantes de conception sont mises en œuvre et le plus souvent combinées entre elles :

- limitation de la durée d'exposition grâce à l'automatisation des postes de production,
- mise à distance des opérateurs par rapport aux sources de rayonnement (conduite à distance),
- interposition, entre opérateur et source, de protections adaptées à la nature et à l'intensité des rayonnements. Ces écrans de protection sont mis en place au plus près de la source. Les matériaux de protection utilisés et leur implantation sont optimisés compte tenu des contraintes d'accessibilité et de maintenabilité des équipements et de maîtrise des autres risques (incendie, séisme, criticité,...),
- surveillance des niveaux d'exposition et contrôle de l'accès dans les zones où le risque est présent.

En exploitation, ces dispositions sont complétées par :

- la formation et la sensibilisation des opérateurs au risque,
- l'analyse des besoins de modification et ajout de protections radiologiques, collectives ou individuelles,
- l'optimisation des temps de présence des opérateurs,
- la surveillance permanente des débits de dose des locaux et de la dosimétrie des personnels.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 67/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.5.3 Risque de criticité

Le risque de criticité est lié au risque de déclenchement d'une réaction de fission en chaîne incontrôlée.

La prévention du risque de criticité repose sur la mise en place de mode de contrôle. Ces modes de contrôles permettent d'éviter le risque de réaction de fission en chaîne non contrôlée.

Les modes de contrôle principaux sont :

- contrôle par la géométrie,
- contrôle par la masse,
- contrôle par la modération,

avec combinaison dans certains cas de plusieurs de ces modes de contrôle.

Le mode de contrôle par la géométrie peut être associé à un contrôle par empoisonnement solide (écrans neutrophages).

Vis-à-vis du risque de criticité, la prévention repose sur la caractérisation du milieu fissile (composition isotopique, forme physico-chimique, densité...) et sur la mise en place de « modes de contrôle de la criticité », qui gouvernent les risques de criticité. À certains de ces modes de contrôle, par exemple pour la masse, sont associées des limites de masses physiques à ne pas dépasser. Ainsi la limitation de la quantité de matière présente en un lieu donné ou encore l'espacement des lots de matières contribue à prévenir le risque de criticité.

Le principe de précaution conduit néanmoins à postuler qu'un accident doit être pris en compte.

Pour limiter les conséquences d'une telle situation hypothétique, les dispositions de prévention sont complétées par un système de détection et d'alarme, pour avertir le personnel et lui permettre d'évacuer rapidement les locaux en cas d'accident de criticité.

Des dispositions variées, répondant à la même exigence de diversité des lignes de défense en profondeur, sont adoptées spécifiquement pour chacun des autres risques.

3.5.4 Risques dus aux dégagements thermiques

Le risque de dégagements thermiques provient principalement des calories dégagées naturellement par les matières radioactives utilisées au cours du procédé de fabrication

La prévention des risques liés aux dégagements thermiques est assurée par l'évacuation des calories dégagées et ceci en toute situation de fonctionnement de l'usine.

3.5.5 Risque incendie

L'association d'un combustible, d'un comburant et d'une source d'ignition est nécessaire au déclenchement d'un feu.

Les principes de prévention, de surveillance et de limitation des conséquences d'un incendie sont appliqués pendant les phases de conception, de réalisation et d'exploitation de l'installation. Ils permettent d'éviter l'apparition des foyers d'incendie et de limiter l'importance des dommages potentiels, d'en garantir la détection ainsi que de mettre en œuvre les moyens d'intervention et d'extinction.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 68/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Ces principes généraux consistent à :

- limiter les éléments comburants, les combustibles et les sources d'allumage,
- détecter et localiser rapidement les foyers,
- maîtriser un foyer potentiel par des moyens d'extinction adaptés,
- sectoriser les locaux pour empêcher la propagation d'un incendie,
- limiter les conséquences grâce à la mise en œuvre de protections, l'éloignement des équipements d'un risque potentiel ou la redondance d'équipements importants.

3.5.6 Risque d'inondation d'origine interne

Le risque d'inondation d'origine interne est lié à la présence dans l'installation de fluides nécessaires à la réalisation de fonctions annexes au procédé (alimentation des groupes frigorifiques principalement). Le procédé de l'usine ne fait pas appel aux liquides.

De manière générale, les volumes des capacités de fluides installées dans l'usine sont limités autant que possible. Les tuyauteries ne circulent pas dans les locaux hors d'eau ou dans les locaux à risque (locaux à risque de dispersion, locaux électriques, locaux d'implantation des équipements de sauvegarde,...).

L'ensemble de ces réseaux est surveillé en permanence par :

- des mesures de débit et de pression,
- la mise en place de seuils de niveau avec alarmes opérateur sur les capacités de rétention,
- un compteur totalisateur sur l'alimentation en eau déminéralisée.

3.5.7 Risque d'explosion

Le risque d'explosion est lié à la combustion très rapide d'un mélange gazeux combustible (gaz ou vapeurs inflammables) en présence d'un comburant et d'une source d'ignition

La prévention du risque d'explosion est basée sur :

- l'implantation des stockages d'hydrogène et de fioul à l'extérieur des bâtiments,
- le maintien de la concentration du composant explosif en dehors du domaine d'explosivité,
- le stockage de ces produits dans des locaux et des conditions adaptés,
- la prévention et la limitation des fuites de fluides explosifs,
- l'inertage des équipements à risque,
- l'utilisation de matériel électrique anti-déflagrant dans les zones à risque d'explosion,
- l'utilisation de batteries à recombinaison de gaz.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 69/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.5.8 Risques liés à la perte de fourniture d'énergie et de fluides

Les principes de conception prévenant la perte de fourniture en énergie électrique et en fluides sont basés sur la redondance des équipements, la fiabilisation de leur alimentation en puissance ou de leur séparation physique. Cette dernière disposition, appliquée aux équipements de l'alimentation électrique, permet d'éviter la perte de fourniture par mode commun. Ce risque est examiné vis-à-vis des équipements participant au confinement de matières radioactives, à la prévention du risque de criticité et au contrôle des rejets.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 70/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.6 Présentation des accidents PUI

L'installation a été conçue pour que la sûreté soit assurée en toutes situations : des mesures de prévention ont été prises pour éviter les accidents et des mesures de protection pour en limiter les conséquences. Les accidents sont regroupés en catégories :

- catégorie « a » : Accidents sans conséquence radiologique (conventionnel),
- catégorie « b » : Accidents dont les conséquences radiologiques sont limitées à l'établissement de MELOX,
- catégorie « c » : Accidents dont les conséquences radiologiques peuvent s'étendre à l'extérieur de l'établissement de MELOX.

Les scénarios d'accidents présentés ci-après sont des accidents hors dimensionnement et correspondent aux scénarios enveloppes pour chacune des catégories.

3.6.1 Accident type pour la catégorie "a" : fuite au niveau du stockage d'hydrogène

L'hydrogène est utilisé pour le bâtiment 500 en tant que fluide procédé pour la réalisation du mélange argon/hydrogène alimentant les fours de frittage et le laboratoire. Son stockage (2x6 cadres de 18 bouteilles soit environ 1900 Nm³ à 200 bars), est situé sur la plate-forme extérieure à l'ouest de l'extension du bâtiment 500.

Le stockage comprend aussi 2x8 cadres de 18 bouteilles de mélange argon/hydrogène à 8% maximum.

L'ensemble est installé sur une aire bétonnée située à 10 m du bâtiment 500 (extension).

Toutes les mesures ont été prises pour prévenir un accident (tuyauteries en haute pression courtes - soudures - éloignement des sources d'ignition - présence d'extincteurs - surveillance de pression, en application des réglementations en vigueur).

Cependant, une explosion au niveau du stockage a été envisagée.

Cet accident a été retenu vis-à-vis des conséquences sur le personnel et de son impact médiatique potentiel. Les conséquences ne remettent pas en cause la sûreté des installations.

Aucune conséquence radiologique n'est à redouter puisque l'accident ne provoque pas d'atteinte au confinement des bâtiments voisins contenant de la matière active (bâtiment fabrication de MELOX).

3.6.2 Accident type pour la catégorie "b" : la chute d'un conteneur de matière active

Des dispositions ont été prises pour prévenir la chute d'un conteneur au niveau des systèmes de levage et de préhension des charges : surdimensionnement et fiabilisation des engins dont la défaillance pourrait occasionner une chute ayant des conséquences pour la sûreté (de type redondant protégés de la défaillance unique d'un organe mécanique ou électrique). Les conséquences d'un tel accident ont cependant été analysées.

Le cas étudié est celui de la chute d'une jarre de mélange primaire dans l'atelier Poudres.

Cette situation enveloppe les accidents de cette catégorie.

Les expositions engendrées par ce scénario restent très inférieures à la dose limite annuelle (d'environ un facteur 2000) pour le public.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 71/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.6.3 Accidents types pour la catégorie "c"

3.6.3.1 Accident de criticité dans le bâtiment 500

Les différents critères de dimensionnement qui permettent de prévenir un accident de criticité (pas des entreposages, limites de masse, limites de modération) sont garantis en toutes situations normales, incidentelles et accidentelles. Toutefois, les conséquences d'un accident de criticité hypothétique sont étudiées.

L'accident de criticité est supposé se produire dans l'équipement ayant la plus grande capacité de matière fissile. Cet équipement est le mélangeur du poste d'homogénéisation contenant 680 kg de mélange oxyde dont 85 kg de PuO₂ (teneur maximale de 12,5 %).

Ces expositions resteraient très inférieures à la dose limite annuelle (d'environ un facteur 2000) pour le public.

3.6.3.2 L'incendie dans un atelier "Poudres"

MELOX dispose d'un système de détection incendie, d'un dispositif d'intervention rapide par des équipes spécialisées et d'un système redondant d'extinction dans les zones à risque élevé (locaux à fort potentiel calorifique et contenant des quantités importantes de matière active). Néanmoins, il a été retenu comme accident de dimensionnement possible l'incendie non maîtrisé d'une durée de deux heures dans le local de dosage primaire. La quantité maximale contenue dans l'ensemble des postes de ce local est de 301 kg de PuO₂.

L'exposition des populations resterait de l'ordre de grandeur de la dose annuelle public.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 72/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.7 Conformité de l'installation à son référentiel

3.7.1 Démarche de vérification de la conformité de l'installation à son référentiel

La vérification de la conformité de l'installation à son référentiel est et a été réalisée :

- Lors de la conception

La conception de MELOX s'est appuyée, non seulement sur les guides, normes, règles fondamentales applicables mais aussi sur le retour d'expériences de la construction des INB précédentes.

Le choix de mise en œuvre des redondances sur les équipements et lignes sensibles de l'installation a fait l'objet de procédures et documents d'études et d'analyses des conséquences.

Les principes d'implantation des équipements de procédé et mécaniques dans un environnement nucléaire difficilement accessible tiennent compte des impositions de maintenance, voire de remplacement de ces équipements quand leur durée de vie est potentiellement limitée par les sollicitations qui leur sont imposées.

La durabilité des équipements est un facteur pris en compte au stade de la conception et lors de la vérification de leur dimensionnement.

La mise en place et le maintien d'un système qualité performant a été l'un des objectifs prioritaires de MELOX pour favoriser la réussite du programme de réalisation dans le respect des exigences de l'Arrêté Qualité du 10/08/84.

- Lors de la construction

Des analyses de sûreté précédemment énoncées sont issues des exigences de sûreté à respecter lors de la phase de construction. Ces exigences de sûreté sont suivies et tracées.

Avant la mise en actif de l'installation, un grand nombre d'essais (essais logiciel, essais intéressant la sûreté, essais généraux...) ont été réalisés afin de valider la conception de l'installation. L'étape des essais achevant la construction est également une étape importante pour la réussite du démarrage et à terme pour la pérennité d'une installation.

- En exploitation

Afin de permettre la conformité de l'exploitation de l'installation, des Règles Générales d'Exploitation présentent les principales dispositions à respecter pour assurer la sûreté de l'exploitation de MELOX, en application des normes, principes, prescriptions édictées par les organismes compétents. Elles définissent les domaines de fonctionnement normal et dégradé ainsi que des consignes générales à respecter.

- En maintenance

Des surveillances, des contrôles périodiques et continus sont réalisés pour s'assurer du bon fonctionnement des équipements et du respect des paramètres relatifs :

- aux règles générales d'exploitation et aux exigences définies,
- aux activités et opérations liées aux aspects environnementaux significatifs.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 73/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Ils permettent de prévenir un dysfonctionnement d'un équipement dont l'occurrence est susceptible d'affecter la sûreté de l'installation, la sécurité du personnel, l'environnement, la gestion des matières nucléaires, la qualité des produits ou la disponibilité des installations. Les Chefs d'installation sont responsables de l'exécution des contrôles.

Les personnes effectuant des contrôles relatifs à une Activité concernée par la qualité (ACQ) sont différentes et indépendantes des personnes ayant accompli l'activité.

Les écarts relevés lors de ces contrôles sont traités selon les dispositions relatives au traitement des écarts.

- Lors de la revue de sûreté dans le cadre de la mise à jour du Rapport de Sûreté Définitif en révision B réalisée en 2003

Dans le cadre de la révision B du Rapport Définitif de Sûreté, l'ensemble des risques a été réévalué. Les modifications réalisées sur l'installation ont été intégrées ainsi que leurs analyses de sûreté associées. Ce rapport a été soumis à l'Autorité de Sûreté et son appui technique, l'IRSN, en a réalisé l'expertise.

- Lors du Réexamen Décennal de Sûreté (en cours de finalisation en septembre 2011)

Les systèmes, structures et composants clés nécessaires au maintien de l'installation en état de repli sûr tel que présenté au chapitre 4 sont réévalués lors du Réexamen Décennal de Sûreté.

L'examen de conformité de l'installation est basé sur les éléments participant à la réalisation des Fonctions Importantes pour la Sûreté (FIS), dénommés Eléments Importants pour la Sûreté (EIS), sur leurs principales exigences de sûreté correspondantes ainsi que sur la déclinaison des exigences définies dans les documents d'exploitation.

Cet examen a été décliné selon deux types de vérification :

- vérification de la conformité de l'installation vis-à-vis des exigences de conception,
- vérification de la conformité des pratiques d'exploitation vis-à-vis du référentiel applicable.

Il conduit à la réalisation d'actions de remise en conformité, si nécessaire, et à la proposition d'actions d'amélioration visant à pérenniser l'adéquation du niveau de sûreté avec les activités de l'installation.

Le vieillissement, mécanisme pouvant conduire à des phénomènes de dégradation de la qualité des équipements vis-à-vis de leurs exigences de conception, a été pris en considération pour l'examen de conformité. De plus, afin de garantir le respect dans le temps des exigences de conception des équipements, il est nécessaire d'analyser leur état d'obsolescence ; un équipement obsolète se définissant comme un équipement qui ne peut répondre aux évolutions des exigences réglementaires ou que l'on ne peut plus maintenir pour cause d'indisponibilité des moyens matériels et ressources nécessaires sur le marché à des conditions technico-économiques acceptables. A ce titre, cette composante est également prise en compte dans l'examen de conformité.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 74/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.7.2 Traitement apporté aux non conformités

Les éléments détaillés ci-dessous se rapportent à la vérification de la conformité de l'installation vis-à-vis des exigences de conception réalisés dans le cadre du Réexamen Décennal de Sécurité.

3.7.2.1 Génie civil

Les résultats des différentes études réalisées dans le cadre du Réexamen Décennal ne remettent pas en cause l'état du génie civil de l'installation. Toutefois, il est à noter que deux non-conformités ont été relevées pour le bâtiment 500 et une pour le bâtiment 501. Ces dernières ont fait l'objet d'un traitement afin de remettre l'installation en conformité avec son référentiel de conception. Par ailleurs, les désordres constatés font l'objet d'une surveillance particulière ou d'un traitement adapté.

Il est à noter que les constats observés lors des analyses confortent les hypothèses et standards de conception ainsi que l'existence de nombreux facteurs favorables à une maîtrise du vieillissement du génie civil de MELOX :

- la structure est en béton armé,
- les voiles en béton armé exposés aux intempéries sont protégés par un bardage métallique,
- le clos et couvert font l'objet d'opérations de maintenance périodiques,
- les murs sont stables au feu 2 heures,
- les bâtiments ne subissent pas d'agression corrosive externe,
- les gradients de températures génèrent peu d'effort dans la structure,
- la variation de température à l'intérieur des bâtiments est négligeable,
- le gradient de température intérieure / extérieure est relativement faible,
- le procédé installé dans les bâtiments est de type génie mécanique et non génie chimique,
- les équipements ne transmettent pas de vibration significative,
- les équipements ne provoquent aucun choc,
- le dispositif d'évacuation d'eau pluviale fait l'objet d'opérations de maintenance périodiques,
- les tassements constatés sont conformes aux prévisions du bureau d'études.

En conséquence, on retient :

- que les déplacements des bâtiments sont maîtrisés,
- que les bâtiments ne sont pas corrodés,
- que le clos et couvert sont dans un état satisfaisant,
- l'absence d'effets observés dus aux variations thermiques.

Dans le but d'assurer la maîtrise du vieillissement des composants du génie civil, MELOX dispose d'un programme de suivi.

Ce programme permet :

- de tracer les non-conformités ou désordres constatés et traités,
- d'anticiper les non-conformités ou désordres à venir en surveillant l'évolution de points jugés sensibles.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 75/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

3.7.2.2 Mécanique

Les analyses réalisées vis-à-vis du vieillissement des matériaux, selon les différents mécanismes identifiés, ainsi que les contrôles menés pour s'assurer de la conformité des équipements mécaniques n'ont pas mis en évidence de phénomènes d'endommagement pouvant porter atteinte au respect des exigences de sûreté des équipements.

Les vérifications in situ réalisées pour l'examen de conformité ont globalement montré l'absence de non-conformité. Elles ont permis de traiter les points suivants :

- les équipements vibrants (BàG du Laboratoire) et les transferts pneumatiques ont mis en évidence un desserrage de quelques fixations d'équipements au génie civil. Les fixations en écart ont été resserrées,
- le spectre de dimensionnement utilisé pour les grappins de stockage des assemblages de type REP dans l'entreposage TAS n'est pas un spectre enveloppe. Des analyses sont en cours afin de déterminer l'impact de la prise en compte du spectre découlant de la RFS 1.2.c de 1981 sur le dimensionnement des grappins de stockage des assemblages types REP dans TAS.

Les calculs à la fatigue réalisés sur divers équipements mécaniques ont montré que, hormis pour quelques pièces, leur tenue était assurée jusqu'en 2040. Pour les pièces en écart, un remplacement anticipé en fonction des durées de fonctionnement réévaluées va être envisagé.

3.7.2.3 Ventilation

La conformité des équipements relatifs aux systèmes de ventilation est gérée au quotidien par le processus de maintenance établi sur MELOX. L'analyse menée sur les opérations de maintenance recensées sur la période 2001-2008 n'a pas mis en évidence de défaillances dans la gestion des opérations.

Les paramètres de ventilation (débits, taux de renouvellement, dépressions) n'ont globalement pas dérivés dans le temps. Les déséquilibres aérauliques constatés sur certains locaux d'une même antenne sont à l'étude. Par ailleurs, des améliorations sont également en cours pour réduire les incertitudes relatives à la mesure du débit d'extraction des entreposages.

Pour compléter son analyse, MELOX est également en attente des mesures de dépressions et de débits de ventilation du bâtiment 500 à l'état de demi-régime.

3.7.2.4 Electricité Contrôle Commande

Les Equipements électriques et de contrôle-commande Importants pour la Sûreté (EIS) participent aux deux Fonctions importantes pour la sûreté (FIS) identifiées sur l'installation, à savoir :

- Confinement des matières radioactives,
- Prévention du risque de criticité.

Les équipements électriques et de contrôle-commande sont des équipements soumis aux problématiques d'obsolescence. Sur MELOX, cette problématique est intégralement prise en compte via la démarche de pérennisation.

Suite aux différentes études réalisées dans le cadre du Réexamen Décennal de Sûreté, aucune non-conformité majeure n'a été relevée. Seul le groupe diesel de secours présente une non-conformité. Une mesure pérenne afin de remplacer le groupe électrogène diesel de secours endommagé fait l'objet d'une procédure règlementaire d'autorisation en cours d'instruction.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 76/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

4 EXAMEN DES SCENARIOS ACCIDENTELS

4.1 Examen des scénarios accidentels

L'objectif de ce chapitre est de décrire l'état de repli sûr de l'installation MELOX, puis de spécifier les installations à analyser à partir de la définition de scénarios envisagés. Ainsi, ce chapitre permet de déterminer les ateliers sensibles parmi l'ensemble des installations.

La démarche du chapitre 4 est la suivante :

- Description de l'état de repli sûr des installations
 - *Présentation des Fonctions importantes pour la sûreté et des dispositions de conception et de dimensionnement associées.*
 - *Description des Fonctions importantes pour la sûreté à maintenir pour assurer l'état de repli sûr des installations.*
- Choix des installations spécifiquement analysées
Au regard des fonctions importantes pour la sûreté à maintenir pour assurer l'état de repli sûr des installations, l'ensemble des bâtiments nucléaires et bâtiments auxiliaires abritant ces fonctions est étudié. Les installations spécifiquement analysées seront celles pour lesquelles le terme source est le plus important.
- Description des évènements envisagés
A partir des installations analysées spécifiquement, des scénarios postulent de manière délibérée la défaillance systématique des barrières successives. Les barrières identifiées constitueront les éléments dont la robustesse sera étudiée vis-à-vis des risques de séisme, d'inondation, d'évènements climatiques extrêmes, de perte des alimentations électriques et/ou des systèmes de refroidissement.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 77/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

4.2 Description de l'état de repli sûr des installations

La sûreté de l'installation repose sur les principes de la défense en profondeur notamment la définition d'états sûrs. Ces états sûrs de fonctionnement sont définis dans le référentiel de l'installation et sont rappelés ci-après.

Ces états sûrs de fonctionnement permettent de garantir la sûreté en toute situation et repose sur la maîtrise de deux risques majeurs :

- Le risque de dispersion des matières radioactives dans l'environnement,
- Le risque de criticité.

En regard de ces deux risques, sont définies deux Fonctions importantes pour la sûreté (FIS) :

- le confinement des matières radioactives,
- la prévention du risque de criticité.

Des dispositions de conception, de dimensionnement, de construction, d'exploitation et de maintenance contribuent à la réalisation de ces deux fonctions.

Par ailleurs, en cas d'accident grave, il convient de définir un état de repli sûr permettant de garantir la protection du public et de l'environnement. Cet état de repli sûr permet de ne pas à avoir à recourir à des dispositions complémentaires comme l'évacuation des populations environnantes tel que prévu par l'arrêté du 20 novembre 2009.

Sur l'installation MELOX, cet état de repli sûr correspond soit au maintien de la troisième barrière de confinement statique, soit à la mise en place de moyens compensatoires de limitation des conséquences.

4.2.1 Dispositions assurant les Fonctions importantes pour la sûreté

4.2.1.1 Confinement des matières radioactives

Le décret de création de l'usine MELOX prescrit « *Le confinement des substances radioactives sera normalement assuré à l'aide de deux systèmes, comprenant chacun des dispositifs de confinement adaptés aux risques, et constituant au total au moins trois barrières.* »

Ces deux systèmes de confinement sont conçus selon le principe suivant :

- le premier système prévient la dispersion de matières radioactives à l'intérieur des locaux,
- le second système prévient la dispersion de matières radioactives dans le reste de l'installation et dans l'environnement, en cas de défaut du premier système et complète en tant que de besoin, la protection du personnel.

Ces deux systèmes de confinement sont constitués d'une succession de barrières de confinement statique et de confinement dynamique. Les barrières de confinement statique sont interposées entre la matière radioactive et l'environnement. Elles sont associées à des barrières de confinement dynamique réalisées par des systèmes de ventilation indépendants assurant une cascade de dépression entre chacune des barrières de confinement statique et l'environnement.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 78/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Le confinement statique est constitué de 3 barrières successives :

- la première barrière de confinement statique est assurée par les enceintes contenant la matière radioactive sous forme de poudre et de pastilles. La matière est présente dans les enceintes et, à l'intérieur de celles-ci, le plus souvent, dans des équipements ou conteneurs fermés, limitant ainsi la dispersion de la matière à l'intérieur de la première barrière. Après constitution du crayon, la première barrière statique est assurée par la gaine du crayon étanche,
- la deuxième barrière de confinement statique est assurée par le génie civil (voiles, planchers, sas d'accès) constituant les limites des locaux des ateliers « procédé » dans lesquels sont implantés les enceintes de confinement,
- la troisième barrière de confinement statique est assurée par le génie civil constituant la limite des bâtiments nucléaires (voiles périphériques du bâtiment, radier, planchers des terrasses et sas d'accès).

Un confinement dynamique constitué par des systèmes de ventilation indépendants assure une cascade de dépression de la première barrière statique jusqu'à l'extérieur.

Les ateliers sont organisés en zones de confinement.

Pour respecter la cascade de dépression, le passage d'une zone de confinement à une autre s'effectue par l'intermédiaire de sas.

Le premier système de confinement, conçu pour assurer à lui seul, en fonctionnement normal, le confinement des matières radioactives, comporte la première barrière de confinement statique associée à une barrière de confinement dynamique (réseau THD – Très Haute Dépression).

Le deuxième système de confinement, constitué des deuxième et troisième barrières de confinement statique complétées par 2 réseaux de confinement dynamique (réseaux HD – Haute Dépression – et MD – Moyenne Dépression), permet de créer un second obstacle à la propagation de la contamination éventuelle ayant franchi le premier système de confinement.

Le but essentiel du deuxième système de confinement est de protéger le public et l'environnement. Une surveillance permanente de l'ambiance radiologique dans les locaux permet de contrôler l'efficacité de la première barrière et ainsi de protéger le personnel (port des protections radiologiques et évacuation des locaux). Il permet également de compléter en tant que de besoin le premier système vis-à-vis du personnel circulant dans les bâtiments, notamment en dehors des locaux dans lesquels sont implantées des enceintes de confinement.

Pour rappel, le principe de confinement des matières nucléaires est donné à la figure 16 au chapitre 3.

4.2.1.2 Prévention du risque de criticité

La prévention du risque de criticité repose sur la mise en place de modes de contrôle. Ces modes de contrôle permettent d'éviter le risque de criticité, correspondant à une réaction en chaîne non contrôlée.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 79/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les modes de contrôle principaux sont :

- le contrôle par la géométrie,
- le contrôle par la masse,
- le contrôle par la modération,

avec combinaison dans certains cas de plusieurs de ces modes de contrôle.

Le mode de contrôle par la géométrie peut être associé à un contrôle par empoisonnement solide (écrans neutrophages). Cette géométrie est assurée par des structures mécaniques et par le génie civil.

Les postes « procédé » sont contrôlés principalement par la masse associée à la modération.

Le mode de contrôle par la géométrie est utilisé pour tous les entreposages de matière nucléaire.

Dans l'installation MELOX, plus de 85% de la matière nucléaire est localisée dans les entreposages.

4.2.2 Conduite de sauvegarde de l'installation

Dans les états dégradés de fonctionnement de l'installation (notamment perte de l'alimentation électrique normale et secours), les fonctions importantes de sûreté sont assurées par les systèmes, structures et composants clés ayant des fonctions passives (structure de génie civil, filtres à très haute efficacité) et des fonctions actives conduites par les systèmes sauvegardés.

Les systèmes sauvegardés, totalement indépendants et redondants, réalisés par deux voies A et B indépendantes et redondantes (groupes électrogènes diesel de sauvegarde, réseaux électriques et systèmes de conduite de sauvegarde) assurent la maîtrise du risque de dispersion des matières radioactives dans l'environnement et la prévention du risque de criticité (en particulier par le refroidissement des entreposages).

Deux états sûrs sont définis :

- un état sûr hors séisme,
- un état sûr post-séisme.

Les fonctions sauvegardées restent dans tous les cas maintenues, celles reprises par le système de sauvegarde dans ces différents états sont présentées au tableau ci-après.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 80/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

FONCTIONS SAUVEGARDEES	Systèmes et Composants Clés assurant les fonctions	Hors séisme	Post-séisme
Maintien de la cascade de dépression	Ventilation	X (entre le 1 ^{er} et 2 ^{ème} système de confinement et l'environnement)	X (entre le 2 ^{ème} système de confinement et l'environnement)
Le refroidissement des entreposages	Ventilation, groupes frigorifiques	X	X (*)
Le confinement statique des bâtiments nucléaires au niveau de la troisième barrière statique	Vannes et registres d'isolement		X
Maîtriser le risque incendie/explosion (isolement du réseau distribution d'hydrogène)	Vannes et registres d'isolement		X
La maîtrise du risque inondation interne (isolement des circuits fluides pour limitation des volumes d'eau déversés)	Vannes et registres d'isolement		X
Le maintien des températures compatibles avec le fonctionnement des systèmes sauvegardés (climatisations, éléments chauffants et anti-gel, dégivrage/ réchauffage des prises d'air neuf)	Ventilation, groupes frigorifiques, système de dégivrage	X	X
L'éclairage dans les locaux de sauvegarde	Réseau d'éclairage	X	X
Le contrôle des rejets atmosphériques	Contrôleurs cheminées	X	X

(*) Sauf entreposages en enceintes de confinement refroidis par conduction et rayonnement à travers les parois vers les locaux « procédé ».

Tableau 10 : Fonctions sauvegardées de l'installation MELOX

Le passage en conduite de sauvegarde hors séisme résulterait d'un dysfonctionnement du système de conduite normale ou d'une perte des alimentations électriques normales et secours.

Le passage en conduite de sauvegarde post-séisme résulterait d'une détection en 2 sur 3 des chaînes de détection sismique, ayant pour conséquence la fermeture automatique de certaines vannes et registres d'isolement (détecteurs implantés dans les bâtiments 500, 501 et 506).

Les pupitres de conduite de sauvegarde (voies A et B) sont implantés dans le bâtiment 506 dans deux locaux indépendants et redondants.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 81/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

4.2.3 Etat de repli sûr de l'installation

En cas d'accident grave, il convient de définir un état de repli sûr permettant de garantir la protection du public et de l'environnement. En cas d'accident grave, un état de repli sûr permet de ne pas à avoir à recourir à des dispositions complémentaires telles que l'évacuation des populations environnantes conformément au texte du arrêté du 20 novembre 2009. Sur l'usine MELOX, cet état de repli sûr correspond soit au maintien de la troisième barrière de confinement statique, soit à la mise en place de moyens compensatoires de limitation des conséquences.

La figure suivante présente les différents éléments nécessaires au confinement statique de la troisième barrière et ne représente pas les première et deuxième barrières. Tous ces équipements sont dimensionnés au séisme.

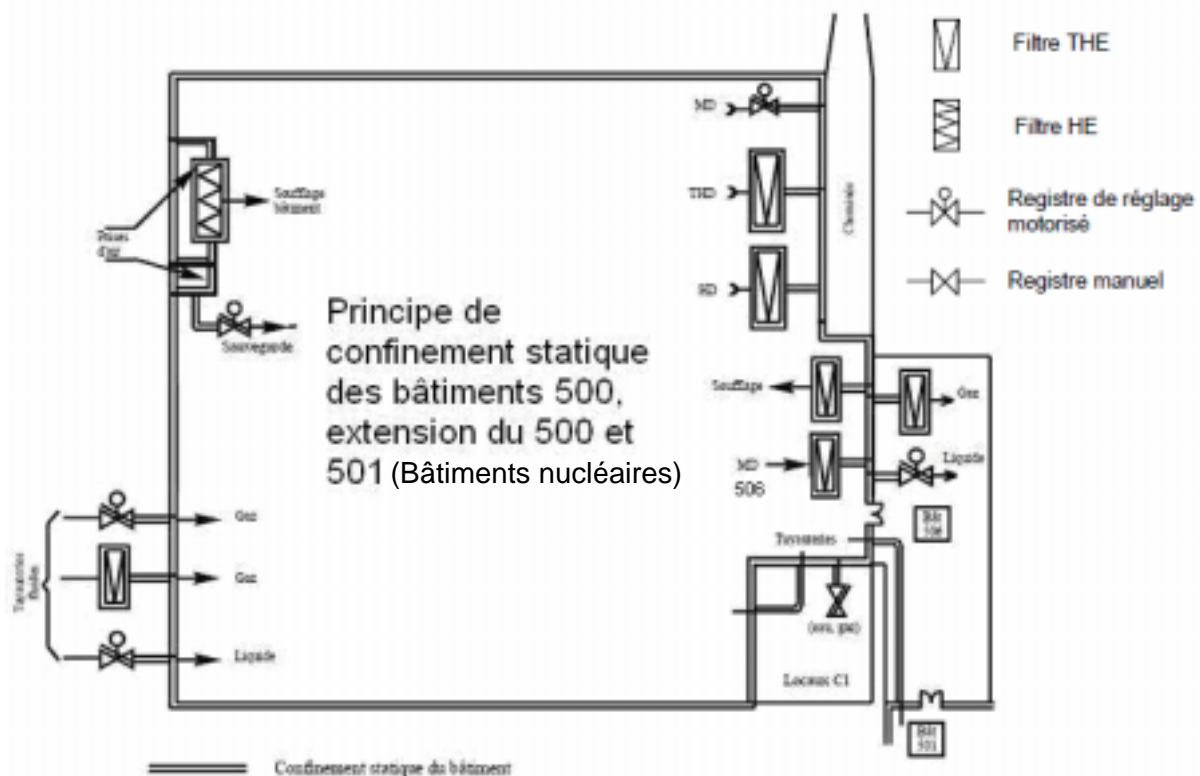


Figure 17 : Eléments nécessaires au maintien du confinement statique de la 3ème barrière

Concernant le risque de perte du confinement statique, la troisième barrière est constituée par :

- La structure du génie civil (structure de génie civil, voiles, radier, planchers des terrasses, sas d'accès),
- Les traversées de parois équipées de vannes d'isolement ou de filtres.

Les chapitres 5 à 8 permettent d'analyser les éléments et équipements constitutifs de cette barrière.

Concernant le risque de criticité, l'état de repli sûr consiste à assurer la géométrie des entreposages ainsi que l'efficacité des écrans de découplage neutronique. Cette géométrie et cette efficacité peuvent être altérées par le dégagement thermique des matières nucléaires

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 82/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

présentes en quantité importante dans les entreposages. Le fonctionnement des systèmes de refroidissement est donc à garantir pour dissiper les calories dégagées.

Les chapitres 5 à 8 permettent d'analyser les éléments et équipements permettant d'assurer la géométrie des entreposages.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 83/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

4.3 Choix des installations spécifiquement analysées

4.3.1 Confinement du bâtiment

Comme indiqué aux chapitres 2 et 3, les matières radioactives sont uniquement présentes dans les bâtiments 500 et son extension (fabrication de combustibles) et 501 (conditionnement et entreposage des déchets et rebuts).

Dans l'usine MELOX, ces matières se présentent sous forme :

- de poudres,
- de pastilles crues et frittées,
- de crayons contenant les pastilles frittées,
- d'assemblages constitués par montage des crayons dans une structure métallique.

En prenant en compte l'isotopie des matières nucléaires présentes sur le site et en considérant les doses efficaces engagées par unité d'incorporation présentées en annexes de l'arrêté du 1^{er} septembre 2003, l'oxyde d'uranium appauvri (UO₂) présente beaucoup moins de nocivité radiologique que l'oxyde de plutonium (PuO₂). Ceci conduit à ne pas considérer les zones où l'oxyde d'uranium non mélangé se trouve, c'est à dire en amont du premier poste de mélange avec le PuO₂.

La poudre de PuO₂ est livrée à l'usine MELOX, au moyen d'emballages de transport qui respectent les règlements internationaux de transport de matières radioactives. Les performances des emballages utilisés font l'objet d'épreuves qui garantissent le confinement de la poudre qu'ils contiennent même après de fortes sollicitations mécaniques, de pression et d'incendie. La zone de réception des colis de transport n'est ainsi pas retenue compte tenu du conditionnement réalisé.

Suite à sa réception, la poudre PuO₂ est entreposée. L'entreposage de poudre PuO₂ n'est pas retenu comme origine d'un accident grave car la matière est conditionnée dans un ensemble d'enveloppes métalliques détaillées ci-après. Il s'agit des enveloppes utilisées dans les emballages de transport :

- l'oxyde de plutonium est d'abord conditionné dans une boîte cylindrique en acier inoxydable équipée d'un couvercle serti,
- un ensemble de 4 ou 5 boîtes est conditionné dans un étui cylindrique en acier inoxydable dont le système de fermeture est soudé,
- cet ensemble est conditionné dans un conteneur cylindrique en acier inoxydable (AA227) de 5 mm d'épaisseur, fermé par un bouchon métallique vissé équipé d'un joint en métal.

Ces conteneurs sont entreposés dans un local en béton armé équipé d'une structure métallique constituant des logements verticaux d'entreposage. Les multiples barrières constituées par le conditionnement et les conditions d'entreposage constituent une prévention vis-à-vis du risque de dispersion.

La poudre est ensuite transformée dans l'atelier Poudres du bâtiment 500. Cet atelier est situé au niveau +6,00 m dans plusieurs locaux « procédé » et comporte plusieurs ensembles de Boîtes à Gants (BàG) où de la poudre de mélange MOX est mise en œuvre. Le principe du confinement est celui décrit au chapitre 4 §4.2.1. Cette poudre circule entre les unités dans des

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 84/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

conteneurs (jarres et pots) munis de bouchons. Ces conteneurs ne sont ouverts que lors des opérations de procédé de fabrication de poudre de mélange MOX à effectuer en BâG.

A l'intérieur des BâG, bien que la poudre soit contenue dans des conteneurs et des équipements de production qui en limitent sa dispersion, il est à considérer qu'une quantité significative de matière est dispersable par phénomènes aérauliques en cas de rupture de la barrière constituée par la BâG vis-à-vis de la dispersion. Entre chaque étape de fabrication, les conteneurs sont entreposés dans un entreposage de jarres bouchées, disposées dans des hottes et localisées à leurs emplacements.

Dans la suite du procédé (Cf. figure 13 présentée au chapitre 3 § 3.2.2), l'état physique des pastilles consiste en de la poudre pressée puis frittée. Les pastilles pressées (frittées ou crues) sont obtenues par compression de la poudre et forment un volume solide de densité d'environ 5. Après frittage, cette densité augmente encore pour atteindre 10 (à titre indicatif, cette valeur est supérieure à celle de l'acier). Ainsi, le caractère dispersable de la matière radioactive sous ces deux formes (frittée ou non) est plus faible que celui de la poudre à l'état non agrégé, et est limité éventuellement aux uniques surfaces de fracture en cas de bris de pastilles.

La mise en crayons des pastilles frittées constitue une barrière limitant le risque de dispersion. En effet, le gainage constitué par un tube en alliage de zirconium présente une grande flexibilité, par sa capacité de déformation et sa valeur d'allongement avant rupture. A cela s'ajoute le faible jeu de quelques centièmes de millimètre entre les pastilles et l'intérieur de la gaine. Dans le cas de la destruction des crayons pouvant survenir par cisaillement, la dispersion serait limitée à la surface des pastilles qui seraient uniquement exposées à l'air libre. La totalité du reste des pastilles resteraient prisonnières du crayon, soit par la déformation de la zone ruptée (une flexion de la gaine engendre forcément une ovalisation de sa section), ou simplement par le frottement de la gaine sur les pastilles.

Ainsi, bien que les quantités de matière présentes dans le bâtiment 500 et son extension (sous forme de pastilles mises en crayons, individuellement ou ultérieurement regroupés en assemblage) soient majoritaires, leur partie mobilisable demeurerait inférieure à la quantité sous forme libre de poudre. Ainsi, les locaux des ateliers pastilles, crayons et assemblages présentent un risque de dispersion plus faible que les ateliers contenant de la poudre.

Pour les zones d'expédition, la robustesse de l'emballage, telle que décrite précédemment pour la réception de la poudre, contribue au confinement et s'ajoute aux éléments précités. Ces zones d'expédition sont exclues des scénarios envisagés.

Le bâtiment 500 abrite également les locaux laboratoires dont la fonction est d'analyser et de contrôler la conformité des produits fabriqués. La zone Laboratoire est située en limite de troisième barrière statique du bâtiment 500 via la terrasse de celui-ci. La quantité de matière radioactive présente dans ces locaux est limitée (370g de plutonium par local). Cette matière en petite quantité se trouve sous forme de poudre, pastilles et solutions liquides.

Le terme source issu de la zone Laboratoire est faible. Par sa situation par rapport aux barrières de confinement statiques, cette zone sera étudiée dans le § 4.4 du présent chapitre.

Le bâtiment 501 comprend les entreposages de conteneurs de rebuts, de fûts de déchets et de conteneurs de crayons. Les crayons étanches sont entreposés dans des conteneurs en acier inoxydable. Quelques BâG contiennent de la matière radioactive en faible quantité, en comparaison avec les chaînes de production du bâtiment 500.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 85/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les locaux du bâtiment 501 contiennent moins de matière que les locaux de l'atelier Poudres. Les déchets radioactifs sont conditionnés sous double manche vinyle dans des fûts métalliques, disposés dans des râteliers implantés dans des locaux dédiés.

Dans le bâtiment 501, les rebuts sont sous forme de poudres ou de pastilles frittées, conditionnés dans des conteneurs cylindriques en acier inoxydable et entreposés à l'identique des boîtes de PuO₂. La matière radioactive présente dans le bâtiment 501 est moins dispersable et en plus faible quantité que celle dans le bâtiment 500.

Il est à noter que les situations transitoires telles que les transferts entre les différentes unités du procédé de l'usine MELOX et les manutentions ne modifient pas les installations à analyser spécifiquement. En effet, ces transferts et manutentions sont réalisés alors que la matière se trouve en conteneurs à l'intérieur des enceintes ou dispositifs de confinement, sous forme scellée dès lors que le crayon est constitué ou conditionnée en emballage de transport. Ainsi, les situations transitoires ne sont pas de nature à diminuer l'état de robustesse de l'état courant de l'installation ou d'aggraver les conséquences des scénarios examinés.

Des racks contenant des bouteilles d'hydrogène sont implantés au niveau de la plateforme gaz à l'extérieur des bâtiments nucléaires. Un raccordement par flexible relie chaque rack à l'alimentation du procédé. En cas de rupture d'un raccordement, étant donnée l'implantation du stockage d'hydrogène et du poste de mélange ainsi que l'application des prescriptions techniques règlementaires (zone de protection de 8 m), aucun équipement et aucun bâtiment (hormis l'installation de gaz) ne serait affecté par les effets thermiques de l'inflammation. D'autre part, les réseaux d'utilités les plus proches du stockage sont suffisamment éloignés, ils ne seraient donc pas affectés par les effets thermiques.

Les surpressions réelles sur les voiles et les portes de l'extension du bâtiment 500 (bâtiment le plus proche de la plateforme) engendrées par l'explosion d'un nuage d'hydrogène issu de la rupture guillotiné d'une conduite d'hydrogène pur arrivant au mélangeur argon-hydrogène n'endommagent ni la structure ni les portes de l'extension du bâtiment 500.

En conclusion, le terme source considéré dans le § 4.4 du présent chapitre pour le scénario envisagé de perte de confinement sera issu de l'atelier Poudres du bâtiment 500 ainsi que des laboratoires. L'analyse de robustesse étant faite globalement sur l'ensemble des bâtiments 500 et 501, la maîtrise de la dernière barrière de confinement est ainsi applicable quelque soit la forme de matière dans les installations

4.3.2 Prévention du risque de criticité

Les dispositions de sûreté sur l'installation MELOX veillent à prévenir tout accident de criticité.

Néanmoins, un tel accident a été postulé dans les études de conception et de dimensionnement dans l'atelier Poudres de l'usine MELOX. L'équipement sélectionné est celui contenant le plus de matière nucléaire. Cet accident n'entraîne pas de conséquences inacceptables pour le public et l'environnement. Aussi cet accident sera considéré dans la suite de l'étude uniquement comme un risque supplémentaire lors des opérations d'intervention pour la gestion post-événement.

Dans le cadre de cette étude, des conditions d'accident grave pouvant conduire à un accident de criticité dans les entreposages de matières nucléaires sont à envisager. Les entreposages de matières nucléaires font appel au mode de contrôle par la géométrie associé dans certains cas au mode de contrôle par empoussinage solide. Ces modes de contrôle peuvent être

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 86/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

dégradés par les dégagements thermiques ou les sollicitations mécaniques issues du séisme. Les conditions du maintien de la sous criticité sont garanties par conception en assurant le refroidissement des entreposages dans toutes les situations de fonctionnement y compris les états sûrs présentés au § 4.2.2 du présent chapitre.

Il convient donc d'analyser quelles sont les conditions qui conduisent à la perte des conditions de sous criticité d'un entreposage, conduisant à un scénario d'accident grave ou à un scénario venant aggraver ou compliquer la gestion d'un évènement.

La matière nucléaire utilisée dans l'usine MELOX dégage naturellement de la chaleur (maximum 18 Watts par kg de PuO₂).

Cependant dans le cas des entreposages de quantité significative de matières nucléaires, les dégagements thermiques peuvent être suffisants pour atteindre une température excessive pouvant conduire à terme à une dégradation des écrans de découplage neutronique ou à une dégradation de la structure garantissant la géométrie des entreposages. La dégradation des écrans de découplage ou de la structure de ces équipements entraîne une détérioration des éléments ou caractéristiques participant aux modes de contrôles. Cette détérioration peut conduire à terme à ne plus garantir les conditions de sous-criticité.

Les locaux « procédé » du bâtiment 500 et son extension ainsi que les locaux du bâtiment 501 ne mettent pas en œuvre assez de matière nucléaire pour créer un dégagement important de chaleur. En effet, les postes de « procédé » contrôlés par la masse contiennent environ 10 à 20 kg de Pu (maximum 40 kg), ce qui correspond à un dégagement thermique inférieur à 500W par BâG. Dans ces locaux, le refroidissement par convection naturelle suffit à l'évacuation des calories.

La problématique de refroidissement s'applique donc aux locaux qui contiennent de grande quantité de matière nucléaires tels que :

- l'entreposage de conteneurs AA227,
- les entreposages pastilles PS*,
- les entreposages crayons STE et STK,
- l'entreposage assemblages TAS.

L'entreposage de boîtes de PuO₂ et l'entreposage de jarres ne présentent pas de problématique de prévention du risque de criticité associé aux dégagements thermiques. En effet, en cas de perte de refroidissement, la température atteinte par le béton resterait acceptable.

L'étude de la montée en température dans ces entreposages, après une perte totale des équipements de refroidissement, indique des cinétiques de montée en température différentes en fonction des entreposages. L'entreposage identifié comme ayant une montée en température la plus rapide est l'entreposage de crayons STE (Cf. chapitre 8 §8.2.4).

Il est à noter que les situations transitoires telles que les transferts entre les différentes unités du procédé de l'usine MELOX et les manutentions sont prises en compte dans les analyses de sûreté criticité quelque soient les modes de contrôle.

Aucune configuration de transferts entre unités du procédé de l'usine MELOX ou de manutention n'est de nature à être plus dommageable, sur un des entreposages parmi ceux cités ci-dessus, qu'en état courant de l'installation.

En conclusion, le scénario à considérer dans le § 4.4 du présent chapitre est relatif à un accident de criticité intervenant dans l'entreposage de crayons STE.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 87/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

4.4 Description des événements envisagés

Les ateliers, locaux ou équipements du site spécifiquement analysés dans ce paragraphe sont :

- l'atelier Poudres,
- les laboratoires,
- l'entreposage crayons STE.

Les événements envisagés, pour lesquels la capacité à maintenir un état de repli sûr de l'installation, devant être analysés sont les suivants :

- perte du confinement de l'atelier Poudres et des laboratoires du bâtiment 500,
- dégradation importante de la géométrie de l'entreposage STE.

Les scénarios conduisant à ces événements envisagés sont présentés ci-après. Les barrières empêchant un scénario de se dérouler sont supposées non fonctionnelles afin d'obtenir l'évènement envisagé.

Notion d'effet falaise

L'effet falaise correspond à tout événement (perte de disposition de protection, perte de fonction de sûreté, défaillance d'équipement) qui conduit à une forte discontinuité dans le scénario entraînant une aggravation notable de son déroulement (augmentation significative des rejets, réduction des délais avant atteinte des situations envisagées...).

4.4.1 Perte du confinement de l'atelier Poudres et des laboratoires du bâtiment 500

Le confinement statique du bâtiment 500 permet de garantir la non-dissémination de matières radioactives dans l'environnement.

Concernant la perte de confinement statique, comme indiqué au chapitre 3, l'installation MELOX est constituée de 3 barrières de confinement statique. La première barrière entourant les boîtes à gants est associée à des systèmes de détection de perte de confinement. Ces systèmes de détection avec report d'alarme ou mise en sécurité automatique permettent de limiter le risque de dissémination de matière radioactive dans le local.

En cas de perte de la 1^{ère} barrière de confinement statique non détectée (perte des systèmes de détection, perte des reports d'alarme...), la matière contenue peut se disperser dans le local.

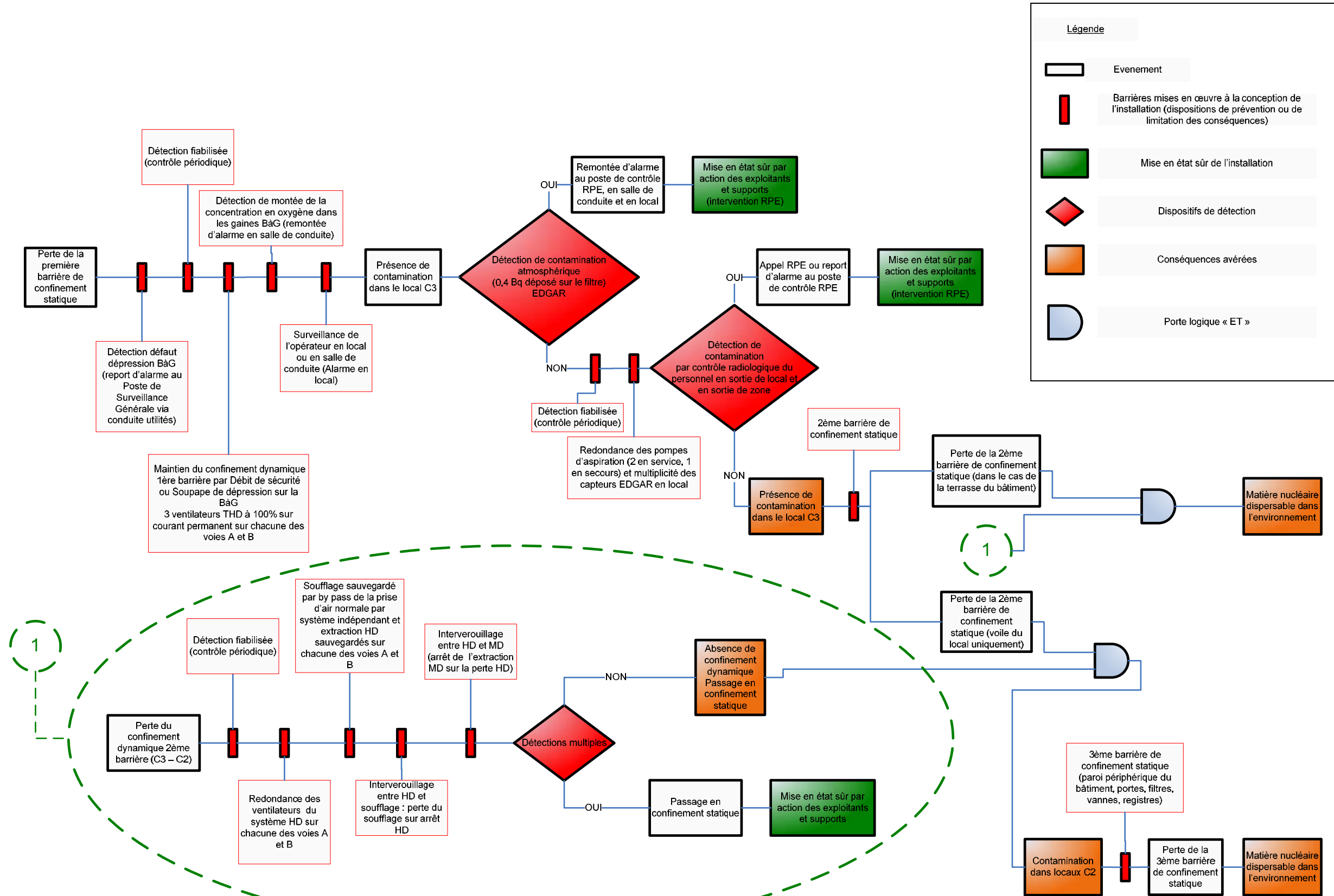
Les parois du local constituent la deuxième barrière de confinement statique. En cas de perte de confinement de la deuxième barrière (fissuration importante des parois génie civil, dégradation des portes...), le confinement statique du bâtiment est réalisé par les murs périphériques du bâtiment. Ces murs permettent de contenir la contamination dans l'enceinte du bâtiment.

Les 3 barrières de confinement statique du bâtiment sont chacune associées à un confinement dynamique. En cas de dégradation d'une barrière statique, le confinement dynamique permet de limiter la dissémination de matière radioactive. Le confinement dynamique est lui aussi associé à des systèmes de sécurité fiabilisant son fonctionnement.

En cas de perte de l'ensemble des 3 barrières de confinement statique et dynamique (effet falaise), la conséquence directe serait un rejet de matières radioactives dans l'environnement.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 88/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Figure 18 : Scénario envisagé de perte du confinement de l'atelier Poudres et des laboratoires du bâtiment 500



4.4.2 Dégradation importante de la géométrie de l'entreposage de crayons STE

La géométrie de l'entreposage de crayons STE ainsi que l'efficacité des écrans de découplage neutronique sont à garantir afin de prévenir le risque de criticité.

Ces deux moyens de prévention peuvent être dégradés par des températures trop élevées. La raison d'une élévation de température provient du fait que la matière nucléaire dégage des calories et que celles-ci ne peuvent être dissipées.

Ce cas de figure se présente dans deux situations :

- perte de l'alimentation électrique totale,
- ou non-détection de la défaillance d'au moins un ensemble d'éléments de refroidissement.

Concernant la situation de perte d'alimentation électrique totale, la redondance, la succession de nombreux équipements (groupes électrogènes diesels de secours et de sauvegarde associés à leurs deux voies de sauvegarde) et leurs autonomies sont représentés sur le diagramme suivant.

Ainsi la succession des défaillances correspond à la succession des pertes des différentes alimentations électriques des systèmes de refroidissement. La conséquence directe est la perte des systèmes de refroidissement.

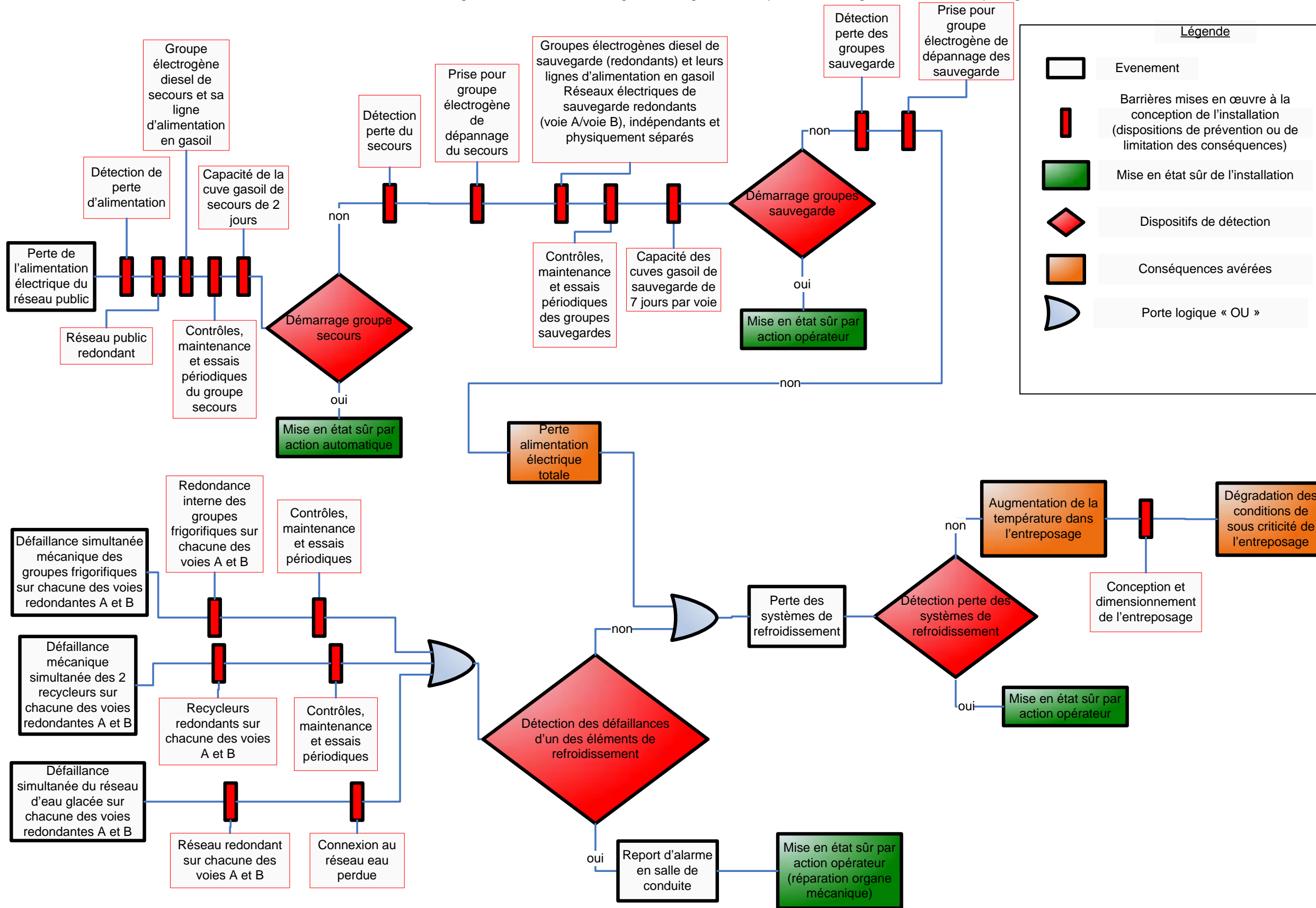
Concernant la situation de défaillance d'au moins un ensemble d'éléments de refroidissement, la redondance de nombreux équipements (groupes frigorifiques, recycleurs, réseau d'eau glacée) et des voies de sauvegarde sont représentés sur le diagramme suivant.

Ainsi la succession des défaillances correspond à la succession de perte d'éléments de refroidissement (deux groupes frigorifiques au total sur deux voies de sauvegarde, 4 recycleurs au total sur deux voies de sauvegarde, 4 réseaux d'eau glacée au total sur deux voies de sauvegarde). La conséquence directe d'une non-détection de défaillance est la perte des systèmes de refroidissement.

Cette perte des systèmes de refroidissement engendre une augmentation de température. Les cas de charge thermique sont pris en compte dans le dimensionnement de l'entreposage. Cependant, en cas d'élévation supérieure, les conditions de sous criticité sont dégradées (impact sur la structure et sur les écrans de découplage neutronique) constituant l'effet falaise.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 90/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Figure 19 : Scénario envisagé de la dégradation importante de la géométrie de l'entreposage STE



Légende

- Eventement
- Barrières mises en œuvre à la conception de l'installation (dispositions de prévention ou de limitation des conséquences)
- Mise en état sûr de l'installation
- Dispositifs de détection
- Conséquences avérées
- Porte logique « OU »

Au regard de ces évènements envisagés, des barrières ont été mises en évidence. Ces barrières font l'objet d'une analyse de robustesse vis-à-vis des différentes agressions externes (séisme, inondation, phénomènes climatiques extrêmes) dans les chapitres 5 à 8.

L'ensemble des barrières participant à la maîtrise du risque de perte de confinement est dimensionné suivant les mêmes méthodologies et exigences.

La liste des barrières à analyser est la suivante :

- troisième barrière statique composée des éléments suivants :
 - parois des locaux C2 en limite de bâtiment,
 - portes,
 - filtres,
 - vannes,
 - registres,
- groupes électrogènes diesel de sauvegarde et leurs lignes d'alimentation en gasoil,
- pupitres de sauvegarde,
- réseaux électriques de sauvegarde,
- groupes frigorifiques de l'entreposage STE,
- recycleurs de l'entreposage STE,
- réseau d'eau glacée de l'entreposage STE,
- conception et dimensionnement de l'entreposage STE.

Bien que l'évènement envisagé de dispersion de matière radioactive dans l'environnement ne concerne que le bâtiment 500, l'analyse de robustesse (chapitres 5 à 8) des barrières participant au confinement statique des bâtiments est réalisée sur l'ensemble des bâtiments nucléaires ou abritant des équipements contribuant à la réalisation des fonctions importantes de sûreté (groupes électrogènes de sauvegarde implantés dans le bâtiment 504).

De plus, bien que l'évènement envisagé ne porte que sur l'entreposage STE, l'analyse de robustesse (chapitres 5 à 8) des barrières participant à la prévention du risque de criticité est réalisée sur l'ensemble des entreposages significatifs de l'installation.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 92/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5 PROTECTION VIS-A-VIS DU SEISME

5.1 Objet

Les scénarios conduisant à des accidents graves ayant des conséquences sur le public et sur l'environnement sont présentés au chapitre 4.

Au regard de ces scénarios envisagés, des barrières de sûreté, appelées par la suite SSCC (Systèmes, Structures et Composants Clés), ont été mises en évidence.

La démarche du chapitre 5 est la suivante :

- Détermination des données de conception et de dimensionnement

Exigences vis-à-vis de l'aléa sismique prises en compte lors de la conception et du dimensionnement des bâtiments pour garantir la maîtrise des fonctions importantes de sûreté

- Identification des structures, systèmes et composants clés requis pour le maintien en état de repli sûr de l'installation dans le cadre des scénarios d'accidents graves

Des barrières ont été mises en évidence dans le cadre des scénarios d'accidents graves présentés au chapitre 4.

Dans la suite du chapitre 5, lors de l'analyse de robustesse en cas de séisme vis-à-vis du risque de dispersion de matière nucléaire, seule la robustesse des SSCC garantissant le repli de l'installation en état sûr (soit celle liée à la 3^{ème} barrière de confinement statique) est analysée. En effet, dans les scénarios d'accidents graves présentés au chapitre 4, les éléments constitutifs des 1^{ère} et 2^{ème} barrières de confinement sont délibérément postulés défaillants indépendamment de leur niveau de robustesse bien que conçus et dimensionnés à l'identique des SSCC.

- Analyse de la robustesse de l'installation

Les marges de dimensionnement des SSCC retenus sont analysées vis-à-vis du séisme. Ces marges permettent de définir la robustesse de l'installation et de déterminer la magnitude du séisme maximal avant apparition des effets falaise.

- Identification des éléments aggravants

Les effets indirects d'un séisme peuvent entraîner des conséquences à prendre en compte dans la gestion d'un accident grave. Ces effets indirects sont notamment les risques d'incendie, d'explosion, de criticité ou de dégradation des voies de circulation du site.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 93/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.2 Données de conception et de dimensionnement

5.2.1 Données de conception

5.2.1.1 Exigences vis-à-vis du séisme prises en compte à la conception

Les fonctions importantes pour la sûreté sont les suivantes :

- maintien du confinement des matières radioactives,
- prévention du risque de criticité.

Dans le décret du 21 mai 1990 relatif à l'usine MELOX, il est stipulé dans l'article 4.5 que *"l'installation et ses équipements seront conçus et réalisés de telle manière qu'en cas d'occurrence d'un séisme d'intensité VIII-IX de l'échelle MSK avec un spectre de réponses de résonateurs adapté au site, les Fonctions Importantes pour la Sûreté (confinement, prévention du risque de criticité en particulier) demeurent assurées"*.

A cet égard, les équipements et ouvrages dont la perte suite à séisme pourrait conduire directement ou indirectement, soit à une dispersion inacceptable de matières nucléaires dans l'environnement, soit à un accident de criticité, sont dimensionnés au séisme.

De même, les équipements susceptibles d'endommager au cours d'un séisme un équipement dimensionné au séisme sont également dimensionnés au séisme.

Selon le rôle joué par chaque élément classé au séisme, son comportement pendant et/ou après séisme est précisé en imposant l'un ou plusieurs des critères définis dans le tableau ci-après.

CLASSES SISMIQUES		CRITERES	EXEMPLES D'ELEMENTS CLASSES
a		Non projectile sur les cibles voisines classées b ou c	Equipements de maintenance, ancrages,...
b CONSERVATION D'UNE FONCTION PASSIVE	b1	Conservation de la localisation	Butées, ancrages, fixations, supportages, équipements de procédé contenant des matières nucléaires, génie civil...
	b2	Conservation de la géométrie	Conteneurs de matières fissiles, alvéoles d'entreposage, génie civil,...
	b3	Conservation du degré d'étanchéité	Tuyauteries, filtres, gaines, génie civil,...
c CONSERVATION D'UNE FONCTION ACTIVE	c1	Après séisme	Portes, vannes,...
	c2	Pendant et après séisme	Tableaux électriques de sauvegarde, vannes,...

Tableau 11 : Critères de classement des équipements de l'installation MELOX

Le génie civil assure principalement une fonction de confinement. Le génie civil participe également à la prévention du risque de criticité, en particulier en contribuant au supportage des équipements nécessaires au maintien en géométrie des entreposages.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 94/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les éléments de structures ont été dimensionnés pour réunir l'ensemble des conditions assurant la conservation de leur état vis-à-vis de :

- l'équilibre général du bâtiment,
- la stabilité de forme du bâtiment,
- l'intégrité des parois (fissurations faibles).

Les bâtiments nucléaires sont de faibles élancements de façon à minimiser leurs sollicitations mécaniques en cas de séisme.

Les SSCC retenus dans la suite du chapitre sont ceux nécessaires à :

- la maîtrise de la 3ème barrière de confinement statique,
- la non dégradation de la structure de l'entreposage STE.

5.2.1.2 Description du sol et des fondations

Les couches superficielles des sols d'implantation des bâtiments ont été substituées par des matériaux nobles de fondation reposant sur des alluvions gravelo-sableuses consolidés.

Les différents contrôles effectués dans le remblai de substitution mis en place après décapage ont fait apparaître une homogénéité d'ensemble très satisfaisante et une compacité élevée.

Ce remblai a montré des caractéristiques mécaniques égales voire supérieures aux alluvions gravelo-sableuses sous-jacentes.

Les sols des bâtiments 500, extension 500 et bâtiment 501 sont classés C2 (caractéristiques du sol vis-à-vis du séisme) au sens de la RFS 2001-01 et B selon l'Eurocode 8 :

Tableau 3.1 — Classes de sol

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (coups/30 cm)	C_u (kPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant	> 800	—	—
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	360 – 800	> 50	> 250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70

Tableau 12 : Classes de sol (Extrait de l'Eurocode 8)

Légende :

$V_{s,30}$: vitesse moyenne des ondes de cisaillement calculée sur une profondeur de 30 m.

N_{SPT} : nombre de coups par essai de pénétration normalisé (c'est en fait le résultat d'un essai pénétrométrique),

C_u : résistance au cisaillement du sol non-drainé (fourni par un essai triaxial).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 95/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les études réalisées sur les sols ont permis d'exclure les risques de liquéfaction des sols.

Le sol sur lequel sont implantées les fondations des bâtiments est donc de bonne qualité.

5.2.1.3 Description des bâtiments nucléaires et auxiliaires

Bâtiment 500

Il s'agit d'un bâtiment en béton armé contreventé par un quadrillage de voiles. Les voiles périphériques sont de plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur ferrillés à 150 kg/m³ pour résister à l'impact d'un moteur de CESSNA et les voiles intérieurs de plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur.

Les dimensions du bâtiment 500 sont les suivantes :

- une emprise au sol de 79,10 m x 81,15 m,
- une hauteur variable de 12,80 m, 16,50 m et 19,80 m.

Il comporte quatre niveaux principaux :

- radier à + 0,00 m correspondant au niveau supérieur du radier à + 40,30 NGF (radier d'un mètre d'épaisseur),
- +3,23 m correspondant à un niveau de + 43,53 NGF,
- +6,63 m correspondant à un niveau de + 46,93 NGF,
- +11,22 m correspondant à un niveau de + 51,52 NGF.

et des terrasses à +11,22 m et +14,96 m, ainsi qu'un « grenier » de confinement au-dessus de l'atelier Poudres, une fosse locale désolidarisée (joint étanche) en sous-sol (voiles et radier de plusieurs centimètres d'épaisseur).

Une cheminée de rejet de l'air de ventilation (superstructure métallique) d'une hauteur d'environ 14m est placée à l'ouest du bâtiment au niveau de la terrasse.

Les évolutions concernant le génie civil réalisées depuis la conception du bâtiment 500 sont principalement :

- celles effectuées dans le cadre de la construction de l'extension du bâtiment 500 : création de galeries de liaison entre le bâtiment 500 et son extension (réalisées à la fin des années 90),
- implantation d'une fosse d'expédition d'emballages de transport types MX8 au niveau de l'atelier d'expédition des assemblages (réalisée en 2000).

Bâtiment Extension 500

Il s'agit d'un bâtiment en béton fortement armé contreventé par voiles : voiles périphériques de plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur ferrillés à 150 kg/m³ pour résister à l'impact d'un moteur de CESSNA.

Le bâtiment Extension 500 se présente comme un parallélogramme de 24,60 x 46,50 m en plan.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 96/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Il comprend 4 niveaux principaux :

- + 0,00 m correspondant au niveau supérieur du radier à + 40,30 NGF (radier d'1m50 d'épaisseur),
- + 3,00 m correspondant à un niveau de +43,30 NGF,
- + 6,12 m correspondant à un niveau de +46,42 NGF,
- + 10,86 m correspondant à un niveau de +51,16 NGF.

Aucune modification significative de structure n'a été réalisée depuis la mise en service du bâtiment.

Bâtiment 501

Il s'agit d'un bâtiment en béton armé contreventé par un quadrillage de voiles : voile périphérique de plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur dimensionné pour résister à l'impact d'un moteur de CESSNA, et voiles intérieurs de plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur.

Ses dimensions sont de 51,50 m x 63,70 m, pour une hauteur de 17,40 pour la partie Ouest et de +10,70 m pour la partie Est.

Il comporte trois niveaux principaux :

- + 0,00 m correspondant au niveau du radier à + 40,30 NGF (radier de 0,7m d'épaisseur),
- + 5,95 m correspondant à un niveau de + 46,25 NGF,
- + 10,71 m correspondant à un niveau de + 51,01 NGF pour la partie Ouest du bâtiment.

Une cheminée de rejet de l'air de ventilation (superstructure métallique posée sur une structure béton) d'une hauteur d'environ 9 m est placée sur la terrasse, à l'extrémité Nord-est de la partie Ouest. Son sommet est situé à + 70,00 NGF.

Aucune modification significative de structure n'a été réalisée depuis la mise en service du bâtiment.

Bâtiment 504

Le bâtiment ne comporte qu'un seul niveau à ± 0,00 m correspondant à un niveau + 40,40 NGF (radier de 0,37m d'épaisseur).

L'enveloppe extérieure est constituée de voiles en béton armé de plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur.

Les voiles intérieurs ont une épaisseur de plusieurs dizaines de centimètres.

Les terrasses ont une épaisseur de plusieurs dizaines de centimètres. Les acrotères ont une hauteur de 1,15 m.

Bâtiment 506 – Poste de surveillance générale et locaux de conduite de sauvegarde

Le bâtiment 506 comporte deux niveaux :

- + 0,00 m correspondant au niveau du radier à + 40,30 NGF (radier d'épaisseur 0,3m),
- + 3,23 m correspondant à un niveau + 43,53 NGF.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 97/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Liaisons entre le bâtiment 500 et son extension

L'extension du bâtiment 500 est reliée à celui-ci par cinq liaisons :

- au niveau + 0,00 m, la galerie assure une liaison personnel, produits et matériel : cette liaison permet la circulation du personnel, l'évacuation de l'extension en rejoignant la coursive du bâtiment 500 et la circulation du chariot d'approvisionnement des gaines nécessaires à la fabrication des crayons combustibles,
- au niveau + 2,85 m, la galerie assure une liaison produits : ce local permet le transfert des crayons depuis l'atelier Gainage de l'extension du bâtiment 500, vers le local d'entreposage crayons et l'atelier contrôle crayons,
- au niveau + 6,12 m, la galerie assure une liaison produits : ce local permet le transfert des pastilles entre le poste de rectification implanté dans le bâtiment 500 et l'entreposage pastilles de l'extension du bâtiment 500,
- au niveau + 6,12 m également, la coursive d'évacuation permet l'évacuation du personnel vers la coursive du bâtiment 500,
- au niveau + 6,63 m, la galerie permet la circulation du personnel, via les installations existantes.

Ces galeries sont réalisées en béton armé posées en appui sur les deux bâtiments et fixées à l'aide de joint de dilatation.

Compte tenu d'un joint de dilatation de 50 mm de part et d'autres, ces ouvrages ont une longueur hors-tout de 10 m environ et une hauteur d'environ 3,5 m.

Les détails de chacune des galeries sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Galerias (date de construction 1998)		Galerie au niveau 0,00 m		Galerie au niveau 2,85 m		Galerie au niveau 6,12 m		Galerie au niveau 6,63 m	
Dimensions en plan : largeur, longueur	<i>m</i>	3,53	9,63	2,9	9,63	3,5	9,63	3,53	9,63
Hauteur hors-tout	<i>m</i>	3,5		3,52		3,92		5,18	
Joints avec ouvrages voisins, largeur	<i>m</i>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Tableau 13 : Détails des liaisons entre le bâtiment 500 et son extension

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 98/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.2.2 Données de dimensionnement

5.2.2.1 Génie civil

Les règles de conception parasismique ont été appliquées aux bâtiments et ouvrages de génie civil de MELOX présentés précédemment.

Les bâtiments, ouvrages et matériels ont été dimensionnés dans le domaine élastique-linéaire, à la différence de ce qui est fait pour le bâti courant dimensionné dans le domaine élasto-plastique.

Le dimensionnement initial des ouvrages a été réalisé avec les spectres établis en application de la RFS 1981 :

- un spectre forfaitaire (type I) PGA 0,3 g correspondant à un séisme proche,
- deux spectres (types II.1 et II.2) PGA 0,21 g correspondant à deux séismes lointains d'intensité VIII MSK.

L'ensemble de ces spectres est appelé « SDD 1981 MELOX » (spectre de dimensionnement RFS 1981 de MELOX). La figure 10 présentée dans le chapitre 2 présente ce spectre.

Les modifications du bâtiment 500 ont été justifiées avec les spectres établis en application de la version provisoire de 1998 de la RFS 2001-01 :

- un spectre correspondant à un séisme proche de magnitude 5,3 et distance focale 7 km, PGA 0,25 g,
- un spectre correspondant à un paléoséisme de magnitude 6,5 et distance focale 13,5 km.

L'ensemble de ces spectres est appelé « SDD 1998 MELOX » (spectre de dimensionnement de la version 1998 de la RFS 2001-01 de MELOX). La figure 11 présentée dans le chapitre 2 présente ce spectre.

La mise à jour du Rapport de Sûreté Définitif révision B en 2003, approuvé par l'Autorité de sûreté nucléaire, a permis de consolider la justification du caractère enveloppe des spectres retenus pour le dimensionnement des ouvrages par rapport aux spectres de la RFS 2001-01.

Evolutions des spectres de sol

Les calculs initiaux des bâtiments 500 et extension, 501, 504 et 506 ont été réalisés avec les spectres type I, type II.1 et type II.2 issus de l'application de la RFS 81.

Les installations dimensionnées suivant la RFS 81 sont justifiées pour les nouvelles conditions du site, compte tenu du caractère enveloppe des anciens spectres de site par rapport à ceux qui résultent de l'application du rapport IPSN. Ceci concerne les bâtiments 501, 504, 506 et extension du bâtiment 500.

5.2.2.2 Equipements mécaniques

Les spectres de plancher enveloppes sont calculés à partir des modélisations dynamiques des ouvrages par transfert spectral sur la base modale : pour chaque niveau de plancher, il est établi, pour différentes valeurs d'amortissements, un spectre enveloppe lissé et élargi.

Ces spectres de planchers sont utilisés pour la conception et le dimensionnement des équipements mécaniques.

Les calculs initiaux pour les bâtiments 500, extension 500 et 501 ont été réalisés à partir des spectres de sol de la RFS 1.2.c de 1981 (spectre SDD de 1981).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 99/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.3 Identification des structures, systèmes et composants clés (SSCC) requis pour le maintien en état de repli sûr de l'installation dans le cadre des scénarios d'accidents graves

5.3.1 Méthode d'identification des SSCC

Deux scénarios conduisant à un accident grave sont considérés :

- la perte du confinement des ateliers Poudres du bâtiment 500. La perte simultanée des première et deuxième barrières du confinement statique (matériel « procédé » et parois des locaux contenant le matériel) et du confinement dynamique conduit à s'appuyer sur la troisième barrière du confinement statique constituée de l'enveloppe extérieure du bâtiment (radier, murs, toiture, portes et traversées),
- la dégradation importante de la géométrie de l'entreposage STE (extension du bâtiment 500) pouvant conduire à un accident de criticité.

Sur la base des scénarios retenus, le présent paragraphe dresse la liste des SSCC garantissant le maintien de repli en état sûr de l'installation afin d'en évaluer la robustesse en regard de sollicitations sismiques.

Ces SSCC participent à la réalisation des fonctions suivantes :

- la stabilité d'ensemble des structures de génie civil,
- le maintien de l'intégrité de la troisième barrière de confinement (fissuration faible),
- l'évacuation des calories produites par la matière radioactive,
- la prévention du risque de criticité (le génie civil participe à la prévention du risque de criticité en contribuant au supportage des matériels nécessaires au maintien en géométrie des entreposages),
- les fonctions auxiliaires associées.

Ces SSCC sont de deux types :

- « structurels », auquel cas il s'agit principalement d'éléments de génie civil et de structures mécaniques,
- « fonctionnels », et il s'agit alors de matériels assurant des fonctions actives.

Les § 5.3.2 à 5.3.4 du présent chapitre détaillent ces SSCC pour chacun des bâtiments et liaison.

5.3.2 SSCC analysés pour le bâtiment 500

Pour le bâtiment 500, les SSCC, requis pour le maintien en état de repli sûr de l'installation dans le cadre des scénarios d'accidents graves, analysés dans la suite du document sont :

- troisième barrière statique composée des éléments suivants :
 - parois des locaux C2 en limite de bâtiment,
 - portes,
 - filtres,
 - vannes,
 - registres,
- réseaux électriques de sauvegarde.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 100/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.3.3 SSCC analysés pour l'extension du bâtiment 500

Pour l'extension du bâtiment 500, les SSCC, requis pour le maintien en état de repli sûr de l'installation dans le cadre des scénarios d'accidents graves, analysés dans la suite du document sont :

- troisième barrière statique composée des éléments suivants :
 - parois des locaux C2 en limite de bâtiment,
 - portes,
 - filtres,
 - vannes,
 - registres,
- groupes frigorifiques de l'entreposage STE,
- recycleurs de l'entreposage STE,
- réseau d'eau glacée de l'entreposage STE,
- conception et dimensionnement de l'entreposage STE,
- réseaux électriques de sauvegarde.

5.3.4 SSCC analysés pour le bâtiment 504

Pour le bâtiment 504, les SSCC analysés dans la suite du document sont :

- groupes électrogènes diesel de sauvegarde et leurs lignes d'alimentation en gasoil,
- réseaux électriques de sauvegarde.

5.3.5 SSCC analysés pour le bâtiment 506

Pour le bâtiment 506, les SSC analysés dans la suite du document sont les réseaux électriques de sauvegarde.

5.3.6 Bâtiment 501

Pour le bâtiment 501, les éléments analysés sont :

- troisième barrière statique composée des éléments suivants :
 - parois des locaux C2 en limite de bâtiment,
 - portes,
 - filtres,
 - vannes,
 - registres,
- réseaux électriques de sauvegarde.

Nota : Les scénarios d'accidents graves présentés au chapitre 4 ne concernent pas le bâtiment 501. Néanmoins la robustesse des éléments listés ci-dessus est analysée dans la suite du document.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 101/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.4 Analyse de la robustesse de l'installation

L'analyse de la robustesse de l'installation porte sur :

- le génie civil des bâtiments :
 - permettant d'obtenir un confinement statique sur les bâtiments 500, extension 500 et 501,
 - permettant de garantir la stabilité des bâtiments 504 et 506,
- les équipements sensibles nécessaires à la mise en état sûr de l'installation.

Les méthodes d'analyse utilisées pour démontrer la robustesse de l'installation sont décrites dans les paragraphes suivants.

5.4.1 Méthodes d'analyses de la robustesse

5.4.1.1 Méthode d'analyse pour les bâtiments et ouvrages de génie civil

La robustesse est l'absence de risque de changement brutal de comportement (« effet falaise ») pour un séisme de magnitude supérieure au séisme de référence.

La méthode d'analyse consiste à étudier les facteurs suivants dont dépend la robustesse :

- la qualité du sol de fondation,
- la qualité de la conception parasismique d'ensemble,
- la qualité de la conception de détail assurant une bonne ductilité aux zones susceptibles de se plastifier et par là une capacité de déformation,
- la qualité du dimensionnement (représentativité des modèles de calcul),
- la qualité de la réalisation (absence de défauts d'exécution),
- la maîtrise dans le temps de la configuration initiale (suivi des modifications et conservation),
- l'absence de risque d'interaction préjudiciable de la part de bâtiments ou ouvrages voisins,
- la marge de dimensionnement (par exemple lorsque les calculs ont été faits pour des armatures de limite élastique 400 MPa et que des armatures de 500 MPa ont été utilisées, ou lorsque le séisme n'est pas l'agression dimensionnante comme c'est le cas de structures métalliques dimensionnées par le vent, etc.),
- le rapport entre le séisme de dimensionnement et le séisme de référence,
- le conservatisme des méthodes de dimensionnement utilisées, notamment le dimensionnement dans le domaine élastique-linéaire, en tenant compte cependant de l'exigence de supportage des éléments de second œuvre (portes, etc.) et des matériels (tenue des ancrage, spectres de planchers) qui conduit à limiter la distorsion admissible des murs, puis à traduire le couple résistance-déformation admissible du bâtiment ou de l'ouvrage en niveau de séisme en deçà duquel il n'y a pas à craindre d'effet falaise.

puis à traduire les résultats de l'étude en niveau de séisme en deçà duquel il n'y a pas à craindre d'effet falaise.

L'étude comprend notamment, pour chaque bloc de bâtiment indépendant, l'établissement d'un tableau synthétique des caractéristiques principales et des résultats du calcul sismique de dimensionnement, ainsi qu'une comparaison de la capacité de déformation à la demande de déformation pour des degrés de magnitude croissants.

Le domaine d'investigation est limité à 1,5 point de la magnitude de référence du site (magnitude du séisme), soit à une magnitude maximale de $5,3 + 1,5 = 6,8$ (à 7 km) pour MELOX.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 102/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.4.1.2 Méthode d'analyse pour les matériels et équipements

Des arbres de défaillance ont été établis au chapitre 4 pour identifier les fonctions à maintenir pour éviter un accident grave. La robustesse structurelle des matériels qui participent à ces fonctions est analysée à partir de la liste des SSCC participant à chaque fonction établie au chapitre 5 § 5.3.

L'intégrité du bâtiment et sa capacité à assurer la fonction de supportage des matériels est vérifiée préalablement à la vérification de la tenue sismique des matériels.

D'une manière générale, l'analyse de robustesse des matériels et équipements consiste à identifier :

- en premier lieu les marges introduites dans le dimensionnement initial par le maître d'œuvre par rapport aux critères limites définies par les codes de dimensionnement. De manière non exhaustive, elles peuvent correspondre :
 - à l'écart entre les valeurs maximales des contraintes obtenues dans le cadre des analyses en comportement élastique linéaire par rapport aux limites admissibles des codes de dimensionnement,
 - à des choix d'amplification ou de sévérisation des chargements et de leur cumul, effectués par le maître d'œuvre au-delà de ceux requis par les codes de dimensionnement, en particulier pour une gestion plus simple des modifications ultérieures,
 - à des marges introduites volontairement dans la spécification des spectres d'essais dans le cas d'analyse expérimentale, pour les mêmes raisons de gestion des modifications ultérieures,
- en second lieu les facteurs de robustesse qui expliquent un comportement encore acceptable des structures pour des chargements de niveau supérieur à ceux pris en compte dans le dimensionnement.
 - Ces facteurs peuvent être évalués de manière sommaire et conservatrice, dans le cas de l'analyse linéaire élastique, à partir de l'écart résiduelle demeurant entre les limites admissibles des codes de dimensionnement et les limites de contrainte conduisant à la rupture en fonction de la nature des chargements appliqués, primaire ou secondaire en particulier
 - Pour des structures et des chargements présentant un mode de ruine par déformation plastique excessive, la robustesse, peut être établie, en identifiant la capacité de déformation plastique réelle avant rupture des structures métalliques par une analyse élastoplastique non linéaire.
 - L'analyse des essais sismiques sur table vibrante sur des matériels similaires permet de démontrer de manière objective la capacité des matériels à conserver leur intégrité au-delà du séisme de dimensionnement. Une analyse qualitative peut être effectuée sur les matériels pour évaluer leur robustesse au-delà des valeurs démontrées par essais. On peut identifier une marge globale ou établir une comparaison centrée sur les fréquences propres du matériel lorsque celles-ci ont été identifiées au cours de l'essai sismique.

L'évaluation de la robustesse des matériels et équipements s'appuie en particulier sur l'identification du mode de ruine du matériel :

- rupture fragile (rupture des ancrages ou instabilité de flambement),
- rupture ductile par flexion d'un profilé, tube ou plaque. Ce type de rupture demande une grande déformation plastique et une grande absorption d'énergie.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 103/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Un mode de rupture ductile participe à la robustesse du dimensionnement du matériel :

- Le choix des matériaux constitutifs et leur capacité à présenter des allongements à rupture et des ténacités vis-à-vis de l'initiation et de la propagation de fissures élevés. La tenue mécanique des matériels a été analysée par des calculs élastiques linéaires. Les contraintes ont souvent été limitées à la limite d'élasticité. Cette méthode est très conservative car le séisme est un cas de chargement de courte durée, avec des sollicitations variables qui génèrent des déformations des matériels. Les matériaux utilisés principalement dans le traitement des combustibles pour la conception des équipements sont les aciers inoxydables austénitiques qui sont très ductiles avec une déformation à rupture supérieure à 40%, alors que la déformation rémanente est de 0,2% pour une contrainte de l'ordre de la limite d'élasticité. L'acier de construction E24 est utilisé pour les charpentes métalliques ou supports. Il est également très ductile avec une déformation à rupture de 25%. Pour une sollicitation essentiellement secondaire, le facteur de robustesse lié à la capacité de déformation avant striction des aciers utilisés est donc très important.
- La qualité de la conception de détail des équipements (cohérence entre la nature et les propriétés des assemblages soudés et des contrôles associés – gestion des jeux et des dilatations)
- La qualité de la réalisation et des contrôles (respect des épaisseurs minimales – marges issues des caractéristiques des matériaux approvisionnés par rapport aux caractéristiques minimales de dimensionnement)
- comparaison entre le spectre de dimensionnement et le spectre de référence (spectre du SÉISME) du site pour les fréquences propres du matériel,
- Dans la phase de dimensionnement, la justification de la tenue sismique des matériels est généralement basée soit sur un dossier de calcul, soit sur un rapport d'essai sur table vibrante. L'identification de la robustesse des matériels clé a été menée par le biais d'une revue des dossiers de calcul et des rapports d'essai. .

Pour les matériels justifiés par le calcul, l'analyse a porté sur l'ensemble des éléments suivants :

- les matériels chaudronnés et les tuyauteries qui sont très ductiles et peuvent supporter des déformations plastiques importantes en conservant leur intégrité. Ces matériels peuvent supporter des sollicitations conduisant à des contraintes calculées dans un calcul élastique linéaire proches de la limite à la rupture du matériau.
- les supports et charpentes métalliques, pour lesquelles on détermine le coefficient de comportement applicable suivant l'Eurocode 8 en fonction du type de structure (portique ou contreventée).
- Le comportement des profilés constituant la structure, et en particulier l'analyse de leur résistance vis-à-vis de la déformation plastique excessive et de leur stabilité au flambement.
- La résistance des fixations des équipements au génie civil, qui implique la vérification de plusieurs composants la constituant :
 - La résistance des vis de fixation elles-mêmes et plus particulièrement la tenue du noyau de la vis et celle des filets au cisaillement
 - La résistance des platines en flexion vis-à-vis de la déformation plastique excessive.
 - La résistance des chevilles intégrant la tenue des chevilles elles-mêmes et celle du béton d'ancrage dans les voiles ou les planchers du génie-civil.
- Le comportement des soudures des différents constituants vis-à-vis de la déformation plastique excessive.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 104/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les résultats des différents facteurs de robustesse sont donnés pour chaque unité, matériel et/ou équipement dans des tableaux récapitulatifs.

- Les effets de seuil conduisant à une brusque aggravation de l'endommagement des matériels sont identifiés.
- Il en résulte une évaluation des coefficients de robustesse associés au matériel considéré. L'élément présentant le coefficient le plus faible définit la robustesse de la fonction à maintenir vis-à-vis du séisme

Evaluation de la magnitude par rapport au coefficient de robustesse :

Le coefficient de robustesse correspond également au ratio entre l'accélération maximale avant la perte du fonctionnement mécanique et l'accélération du spectre de référence du site.

On peut aisément identifier la magnitude correspondante en établissant la relation qui lie l'accélération à un niveau de magnitude donné avec l'accélération du spectre de référence pour chaque fréquence.

Lorsque l'on connaît la fréquence du matériel, la magnitude associée en est directement déduite.

Quand les modes propres du matériel ne sont pas connus (matériel testé sur table vibrante), on considère de manière enveloppe la magnitude pour laquelle les rapports d'accélération restent inférieurs au coefficient de robustesse quelque soit la fréquence.

5.4.2 Robustesse du génie civil

5.4.2.1 Introduction

Les bâtiments de l'installation MELOX sont des ouvrages à structures en béton armé de forme régulière en plan (forme rectangulaire) et moyennement régulière en élévation compte tenu des niveaux des dalles de toiture. Le système de contreventement capable de reprendre les efforts dus au séisme est constitué d'un réseau de voiles en béton armé disposés transversalement et longitudinalement et fondés sur un radier général ; des planchers rigides en béton armé jouent le rôle de diaphragmes horizontaux qui répartissent les efforts vers les voiles. Par ailleurs, ces bâtiments sont peu élancés géométriquement (rapport hauteur sur largeur) et le mode de fonctionnement prépondérant est un mode de cisaillement alterné des voiles de contreventement.

Les éléments structuraux en béton armé ont été dimensionnés par application des règles en vigueur en considérant des critères réglementaires. En conséquence les dispositions des armatures permettent une incursion dans le domaine plastique et une maîtrise de la fissuration associée jusqu'à un certain niveau de sollicitation.

Par ailleurs, il convient de noter que les voiles et éléments de toiture des bâtiments 500, extension du bâtiment 500 et 501 ont été dimensionnés sous l'impact d'un projectile de l'aviation générale (choc dur du moteur du CESSNA). Ces éléments ont une épaisseur de plusieurs dizaines de cm et une densité d'armatures conséquentes d'environ 2% (150 kg/m³) ; la densité des armatures et leur disposition sont bien adaptées pour une maîtrise de la fissuration, en termes de répartition et de limitation de leur ouverture, qui permet de satisfaire à l'exigence d'étanchéité de confinement statique pour les différences de pression entre intérieur et extérieur (suction du vent).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 105/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.4.2.2 Bâtiment 500

5.4.2.2.1 Descriptif du bâtiment

Le bâtiment 500 se présente comme suit :

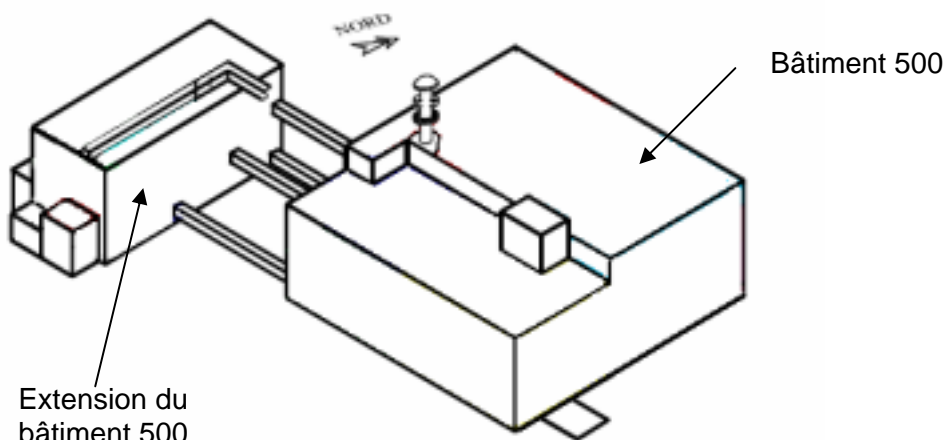


Figure 20 : Schéma descriptif du bâtiment 500

Les caractéristiques principales du bâtiment 500 sont données dans le tableau ci-après.

Bloc de bâtiment, année de construction		MELOX Bâtiment 500 - 1990	
Dimensions en plan : largeur, longueur	<i>m</i>	79,10	81,15
Hauteur hors-tout, rapport hauteur/largeur	<i>m</i>	19,80	0,25
Hauteur enterrée, épaisseur du radier (hors-fosses)	<i>m</i>	1,00	1,00
Masse avec et sans radier	<i>t</i>	64 000	48 000
Pression sur le sol	<i>MPa</i>	0,10	
Contreventement par quadrillage de murs (oui/non)		oui	
Continuité verticale de la majorité des murs		oui	
Irrégularités importantes (forme en L, torsion)		non	
Joints avec ouvrages voisins, largeur	<i>m</i>	Galleries	0,05
Existence de matériels importants chevillés (oui/non)		oui	
Sol : catégorie selon EC8, G dynamique moyen	<i>MPa</i>	B	500
Spectre de dimensionnement, PGA	<i>g</i>	SDD 1998	0,3

Tableau 14 : Caractéristiques principales du bâtiment 500

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 106/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.4.2.2 Points d'intérêt et critères en relation avec les exigences

Les points d'intérêt sont :

- les murs de contreventement en général, pour l'exigence de stabilité du bâtiment,
- les murs de contreventement, pour l'exigence de supportage des matériels, notamment les matériels chevillés,
- les murs périphériques sujets à une éventuelle interaction préjudiciable avec d'autres ouvrages,
- les murs périphériques en particulier, qui assurent la troisième barrière de confinement, dont la distorsion (pour ne pas mettre en cause le bon comportement des portes) et la fissuration doivent rester faibles.

Exigence de barrière statique

Il est à noter que sauf cas particulier du laboratoire, les parois coupe-feu et de confinement sont distinctes. Le seul gradient de pression important à travers une paroi, qui est dû à l'incendie, n'existe donc pas dans les parois de confinement.

La couverture de l'atelier Poudres est constituée d'un « grenier de confinement » dont la structure initiale est formée de poteaux en béton armé ancrés dans la terrasse (entraxe d'environ 5 m) entre lesquels a été réalisé un remplissage en maçonnerie. Ces éléments verticaux, situés au droit des porteurs inférieurs, supportent des prédalles alvéolées qui sont chaînées au droit des voiles et supportent une dalle de compression.

Pour améliorer la tenue au séisme de cette structure, un renforcement périphérique en béton armé ancré dans la terrasse, ceinture le voile en parpaing ; la liaison entre les deux étant assurée par des scellements d'aciers. Cette nouvelle structure a été dimensionnée au SDD MELOX 1981, en introduisant par ailleurs une marge de 25% sur la résistance ultime des armatures.

Critères

Selon les standards en vigueur, les valeurs de distorsion sont prises égales à 0,4% pour l'exigence de stabilité et à 0,25% pour les exigences de supportage.

Pour l'exigence de stabilité, nous limiterons la distorsion à 0,4%, soit 22 mm sur la demi-hauteur des murs.

Pour les exigences de supportage des équipements et de maintien de la barrière statique de confinement (fissuration faible, bonne tenue des portes de la troisième barrière), nous limiterons la distorsion à 0,25 %, soit 14 mm sur la demi-hauteur des murs.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 107/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.4.2.2.3 Conclusion

Le rappel des exigences et critères relatifs au génie civil est donné dans le tableau suivant ainsi que le niveau de séisme acceptable avant apparition des effets falaise.

Point d'intérêt	Exigence et critère	Niveau de séisme sans effet falaise (M pour D = 7 km)
Murs de contreventement	Stabilité du bâtiment Distorsion < 0,4 %	6,7 (M de référence +1,4)
Murs de contreventement	Supportage des matériels Distorsion < 0,25 %	6,3 (M de référence +1)
Murs périphériques	Fissuration faible Distorsion < 0,25 %	6,3 (M de référence +1)

Tableau 15 : Exigences et critères relatifs au génie civil du bâtiment 500

5.4.2.3 Extension du bâtiment 500

5.4.2.3.1 Descriptif

L'extension du bâtiment 500 se présente comme suit :

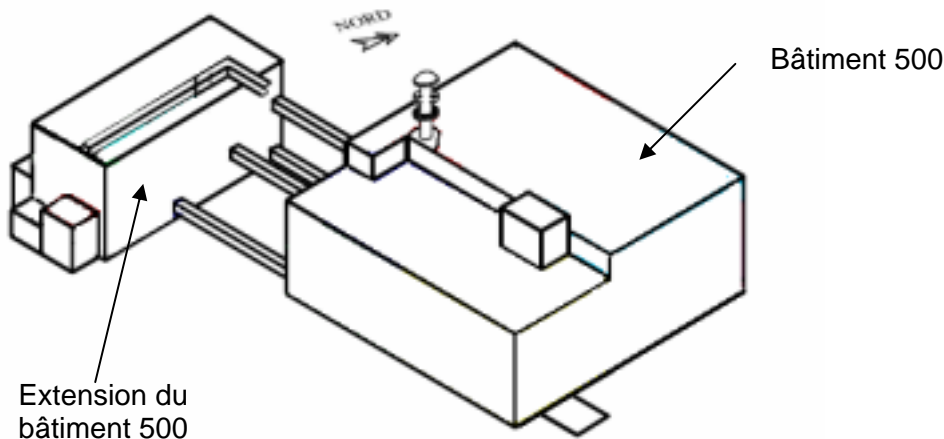


Figure 21 : Schéma descriptif de l'extension du bâtiment 500

Les caractéristiques principales de l'extension du bâtiment 500 sont données dans le tableau ci-après.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 108/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Bloc de bâtiment, année de construction		MELOX Bâtiment Extension 500 - 1998	
Dimensions en plan : largeur, longueur	<i>m</i>	24,60	46,50
Hauteur hors-tout, rapport hauteur/largeur	<i>m</i>	10,86	0,44
Hauteur enterrée, épaisseur du radier	<i>m</i>	1,50	1,50
Masse avec et sans radier	<i>t</i>	13 000	8 700
Pression sur le sol	<i>MPa</i>	0,11	
Contreventement par quadrillage de murs (oui/non)		oui	
Continuité verticale de la majorité des murs		oui	
Irrégularités importantes (forme en L, torsion)		non	
Joints avec ouvrages voisins, largeur	<i>m</i>	Galeries	0,05
Existence de matériels importants chevillés (oui/non)		oui	
Sol : catégorie selon EC8, G dynamique moyen	<i>MPa</i>	B	235
Spectre de dimensionnement, PGA	<i>g</i>	SDD 1981	0,3

Tableau 16 : Caractéristiques principales de l'extension du bâtiment 500

5.4.2.3.2 Points d'intérêt et critères en relation avec les exigences

Les points d'intérêt sont :

- les murs de contreventement en général, pour l'exigence de stabilité du bâtiment,
- les murs de contreventement, pour l'exigence de supportage des matériels, notamment les matériels chevillés,
- les murs périphériques sujets à une éventuelle interaction préjudiciable avec d'autres ouvrages,
- les murs périphériques en particulier, qui assurent la troisième barrière de confinement, dont la distorsion (pour ne pas mettre en cause le bon comportement des portes) et la fissuration doivent rester faibles.

Critères

Selon les standards en vigueur, les valeurs de distorsion sont prises égales à 0,4% pour l'exigence de stabilité et à 0,25% pour les exigences de supportage.

Pour l'exigence de stabilité, la distorsion sera limitée à 22 mm sur la demi-hauteur des murs.

Pour les exigences de supportage des équipements et de maintien de la barrière statique de confinement (fissuration faible, bonne tenue des portes de la troisième barrière), la distorsion (0,25%) est limitée à 14 mm sur la demi-hauteur des murs.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 109/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.4.2.3.3 Conclusion

Le rappel des exigences et critères relatifs au génie civil est donné dans le tableau suivant ainsi que le niveau de séisme acceptable avant apparition des effets falaise.

Point d'intérêt	Exigence et critère	Niveau de séisme sans effet falaise (M pour D = 7 km)
Murs de contreventement	Stabilité du bâtiment Distorsion < 0,4 %	6,8 (M de référence +1,5)
Murs de contreventement	Supportage des matériels Distorsion < 0,25 %	6,5 (M de référence +1,2)
Murs périphériques	Fissuration réduit Distorsion < 0,25 %	6,5 (M de référence +1,2)

Tableau 17 : Exigences et critères relatifs au génie civil de l'extension du bâtiment 500

5.4.2.4 Bâtiment 501

5.4.2.4.1 Descriptif

Le bâtiment 501 se présente comme suit :

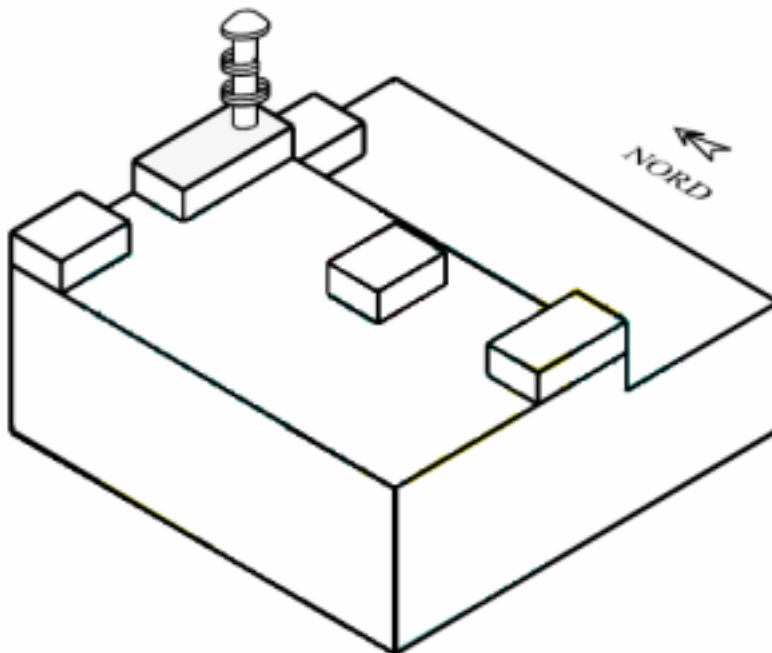


Figure 22 : Schéma descriptif du bâtiment 501

Les caractéristiques principales du bâtiment 501 sont données dans le tableau ci-après.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 110/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Bloc de bâtiment, année de construction		MELOX Bâtiment 501- 1994	
Dimensions en plan : largeur, longueur	<i>m</i>	58,8	51,7
Hauteur hors-tout, rapport hauteur/largeur	<i>m</i>	17,40	0,34
Hauteur enterrée, épaisseur du radier	<i>m</i>	0,70	0,70
Masse avec et sans radier	<i>t</i>	25 000	22 000
Pression sur le sol	<i>MPa</i>	0,08 MPa	
Contreventement par quadrillage de murs (oui/non)		oui	
Continuité verticale de la majorité des murs		oui	
Irrégularités importantes (forme en L, torsion)		Non	
Joints avec ouvrages voisins, largeur	<i>m</i>	Galerie de liaisons	0,05
Existence de matériels importants chevillés (oui/non)			
Sol : catégorie selon EC8, G dynamique moyen	<i>MPa</i>	B	600
Spectre de dimensionnement, PGA	<i>g</i>	SDD 1981	0,3

Tableau 18 : Caractéristiques principales du bâtiment 501

5.4.2.4.2 Points d'intérêt et critères en relation avec les exigences

Les points d'intérêt sont :

- les murs de contreventement en général, pour l'exigence de stabilité du bâtiment,
- les murs de contreventement, pour l'exigence de supportage des matériels, notamment les matériels chevillés,
- les murs périphériques en particulier, qui assurent la troisième barrière de confinement, dont la distorsion (pour ne pas mettre en cause le bon comportement des portes) et la fissuration doivent rester faibles.

Critères

Selon les standards en vigueur, les valeurs de distorsion sont prises égales à 0,4% pour l'exigence de stabilité et à 0,25% pour les exigences de supportage.

Pour l'exigence de stabilité, la distorsion sera limitée à 35 mm sur la demi-hauteur des murs.

Pour les exigences de supportage des équipements et de maintien de la barrière statique de confinement (fissuration faible, bonne tenue des portes de la troisième barrière), la distorsion est limitée à 21 mm sur la demi-hauteur des murs.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 111/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.4.2.4.3 Conclusion

Le rappel des exigences et critères relatifs au génie civil est donné dans le tableau suivant ainsi que le niveau de séisme acceptable avant apparition des effets falaise.

Point d'intérêt	Exigence et critère	Niveau de séisme sans effet falaise (M pour D = 7 km)
Murs de contreventement	Stabilité du bâtiment Distorsion < 0,4 %	> 6,8 (> M de référence +1,5)
Murs de contreventement	Supportage des matériels Distorsion < 0,25 %	6,7 (M de référence +1,4)
Murs périphériques	Fissuration faible Distorsion < 0,25 %	6,7 (M de référence +1,4)

Tableau 19 : Exigences et critères relatifs au génie civil du bâtiment 501

5.4.2.5 Bâtiment 504

5.4.2.5.1 Descriptif

Le bâtiment 504 (hors acrotère) se présente comme suit :

Les caractéristiques principales du bâtiment 504 sont données dans le tableau ci-après.

Bloc de bâtiment, année de construction		MELOX Bâtiment 504 - 1990	
Dimensions en plan : largeur, longueur	m	14,80	37,30
Hauteur hors-tout, rapport hauteur/largeur	m	8,85	0,6
Hauteur enterrée, épaisseur du radier (hors-fosses)	m	0,37	0,37
Masse avec et sans radier	t	2050	1308
Pression sur le sol	MPa	0,04	
Contreventement par quadrillage de murs (oui/non)		oui	
Continuité verticale de la majorité des murs		oui	
Irrégularités importantes (forme en L, torsion)		non	
Joints avec ouvrages voisins, largeur	m	Cuves de stockage	0,05
Existence de matériels importants chevillés (oui/non)			
Sol : catégorie selon EC8, G dynamique moyen	MPa	B	500
Spectre de dimensionnement, PGA	g	SDD 1981 MELOX	0,3

Tableau 20 : Caractéristiques principales de l'extension du bâtiment 504

5.4.2.5.2 Points d'intérêt et critères en relation avec les exigences

Les points d'intérêt sont :

- les murs de contreventement en général, pour l'exigence de stabilité du bâtiment,
- les murs de contreventement, pour l'exigence de supportage des matériels, notamment les matériels chevillés.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 112/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Critères

Selon les standards en vigueur, les valeurs de distorsion sont prises égales à 0,4% pour l'exigence de stabilité et à 0,25% pour les exigences de supportage.

Pour l'exigence de stabilité, nous limiterons la distorsion 9.2 mm sur la demi-hauteur des murs.

Pour les exigences de supportage des équipements (fissuration faible, bonne tenue des portes de la troisième barrière), nous limiterons la distorsion à 6 mm sur la demi-hauteur des murs.

5.4.2.5.3 Conclusion

Le rappel des exigences et critères relatifs au génie civil est donné dans le tableau suivant ainsi que le niveau de séisme acceptable avant apparition des effets falaise.

Point d'intérêt	Exigence et critère	Niveau de séisme sans effet falaise (M pour D = 7 km)
Murs de contreventement	Stabilité du bâtiment Distorsion < 0,4 %	> 6.8 > (M de référence +1.5)
Murs de contreventement	Supportage des matériels Distorsion < 0,25 %	6.8 (M de référence +1.5)

Tableau 21 : Exigences et critères relatifs au génie civil du bâtiment 504

5.4.2.6 Bâtiment 506

5.4.2.6.1 Descriptif

Le bâtiment 506 se présente comme suit :

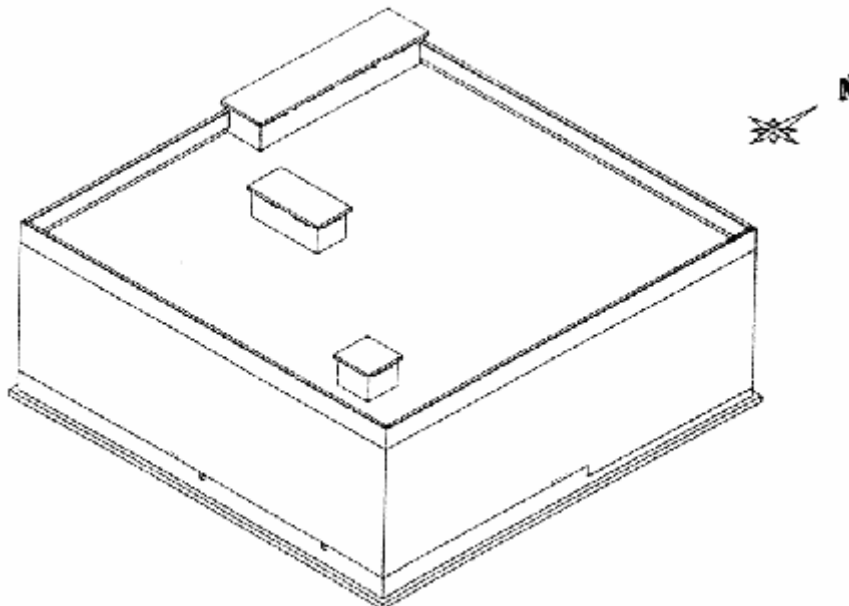


Figure 23 : Schéma descriptif du bâtiment 506

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 113/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les caractéristiques principales du bâtiment 506 sont données dans le tableau ci-après.

Bloc de bâtiment, année de construction		MELOX Bâtiment 506 - 1990	
Dimensions en plan : largeur, longueur	m	21,95	22,30
Hauteur hors-tout, rapport hauteur/largeur	m	9,38	0,35
Hauteur enterrée, épaisseur des fondations continues sous mur (hors-fosses)	m	1,6	0,3
Masse avec et sans fondations (semelles et longrine)	t	2500	1626
Pression sur le sol	MP a	0,16	0,16
Contreventement par quadrillage de murs (oui/non)		oui	
Continuité verticale de la majorité des murs		oui	
Irrégularités importantes (forme en L, torsion)		non	
Joint avec ouvrages voisins, largeur	m	Galleries	0,05
Existence de matériels importants chevillés (oui/non)		oui	
Sol : catégorie selon EC8, G dynamique moyen	MP a	B	500
Spectre de dimensionnement, PGA	g	SDD MELOX	1981 0,3

Tableau 22 : Caractéristiques principales de l'extension du bâtiment 506

5.4.2.6.2 Points d'intérêt et critères en relation avec les exigences

Les points d'intérêt sont :

- les murs de contreventement en général, pour l'exigence de stabilité du bâtiment,
- les murs de contreventement, pour l'exigence de supportage des matériels, notamment les matériels chevillés.

Critères

Selon les standards en vigueur, les valeurs de distorsion sont prises égales à 0,4% pour l'exigence de stabilité et à 0,25% pour les exigences de supportage.

Pour l'exigence de stabilité, nous limiterons la distorsion à 16 mm sur la demi-hauteur des murs.

Pour les exigences de supportage des équipements (fissuration faible), nous limiterons la distorsion à 10mm mm sur la demi-hauteur des murs.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 114/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.4.2.6.3 Conclusion

Le rappel des exigences et critères relatifs au génie civil est donné dans le tableau suivant ainsi que le niveau de séisme acceptable avant apparition des effets falaise.

Point d'intérêt	Exigence et critère	Niveau de séisme sans effet falaise (M pour D = 7 km)
Murs de contreventement	Stabilité du bâtiment Distorsion < 0,4 %	>6.8 > (M de référence +1,5)
Murs de contreventement	Supportage des matériels Distorsion < 0,25 %	>6.8 > (M de référence +1,5)

Tableau 23 : Exigences et critères relatifs au génie civil du bâtiment 506

5.4.2.7 Synthèse de la robustesse du génie civil

Le niveau de séisme en-deçà duquel il n'y a pas d'effet falaise attendu est le suivant :

Bâtiment	séisme+1	séisme+1,5	Élément limitant
Bâtiment 500	X		Fissuration des murs périphériques
Extension bâtiment 500	X		Fissuration des murs périphériques
Bâtiment 501	X		Fissuration des murs périphériques
Bâtiment 504		X	Fissuration des murs périphériques
Bâtiment 506		X	Fissuration des murs périphériques

Tableau 24 : Synthèse de la robustesse du génie civil

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 115/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.4.3 Robustesse des structures mécaniques

Les exigences de sûreté applicables aux structures mécaniques sont de 2 types :

- conservation de la géométrie de la structure,
- non ruine de la structure.

A ces exigences sont associées des marges de robustesse pour chaque équipement sensible. Ces marges permettent de déterminer la magnitude maximale d'un séisme avant apparition des effets falaise.

5.4.3.1 Bâtiment 500

5.4.3.1.1 Module de stockage de crayons STK

Le poste STK, implanté au niveau 0 du bâtiment 500, permet la réception et l'entreposage des plateaux de crayons et assure la desserte des différents postes de contrôle de l'atelier contrôles crayons, ainsi que celle des postes annexes. Dans le cadre de ces opérations, les crayons sont toujours posés sur des plateaux. L'unité STK est composée de dix modules mécano-soudés disposés au sein d'une structure en béton.

Les râteliers de stockage STK sont constitués d'un châssis inférieur et d'un châssis supérieur en HEB 140 liés entre eux par 20 poteaux en HEA 140. Les cornières sur lesquelles les plateaux de crayons sont posés sont fixées aux poteaux. Les liaisons au sol reprennent les efforts horizontaux, en laissant libre la dilatation. Des reprises en tête bloquent les déplacements horizontaux. Il y a 3 colonnes de 21 plateaux par râtelier. Des caissons de PPB (PolyPropylène Boré), matériau absorbeur de neutrons participant à la maîtrise des risques de criticité, sont disposés entre les poteaux dans le sens longitudinal.

Une modélisation éléments finis du râtelier de stockage STK a été réalisée lors du dimensionnement initial. La masse totale modélisée est 30 730 kg pour les directions transversales et verticales, et 17 979 kg pour la direction longitudinale, les plateaux de crayons étant bloqués par les écrans de la face avant pour cette direction. Le calcul sismique est fait par méthode modale spectrale. Les spectres utilisés sont les spectres de plancher du bâtiment 500 à 4% d'amortissement pour le niveau 6,63 m. Ces spectres ont été obtenus par transfert des spectres du site de Marcoule issus de la RFS 81 qui sont très enveloppe par rapport au spectre sismique SD de la RFS 2001.

Les modes principaux ont pour fréquences :

- direction transversale : 13,1 Hz et 14,4 Hz,
- direction longitudinale : 17,7 Hz,
- direction verticale : pas de mode significatif.

Le code de dimensionnement utilisé est le RCC-MR pour une analyse de type A1 et un niveau de construction K2. De ce fait, un coefficient de 0,5 est appliqué sur les contraintes admissibles, ce qui permet un haut niveau de robustesse.

Les modules de stockage STK doivent conserver après séisme, les distances entre plateaux de crayons dans des intervalles de valeurs ne remettant pas en cause le comportement vis-à-vis de la criticité.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 116/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Le tableau suivant résume les facteurs de robustesse par rapport au spectre de référence du site de Marcoule pour les différents composants :

Composant	Facteur de robustesse
Profilés et plaques	3,8
Noyau des vis	4,6
Cisaillement des filets	7,5
Flexion des platines	3,8
Soudures	4,8
Cheilles	11

Tableau 25 : Synthèse des facteurs de robustesse des structures mécaniques de STK

L'identification des effets falaise potentiels successifs conduit aux conclusions suivantes pour les différents composants :

- Avec un facteur de robustesse de l'ordre de 3,8, l'apparition des premières déformations plastiques localisées significatives devraient apparaître au niveau des profilés. Celles-ci ne sont pas de nature à remettre en cause la maîtrise des conditions de criticité. Compte tenu des fréquences propres des modes principaux du module de stockage pour les directions horizontales, le niveau sismique impliquant ces déformations correspondrait à un séisme de magnitude 7,
- Au-delà de ces premiers désordres , on identifie un effet falaise susceptible de conduire à une ruine des fixations des râteliers et de remettre ainsi en cause la fonction de maîtrise de la criticité pour une amplification du chargement sismique d'un facteur 4,6 environ, Le niveau sismique associé à cet effet falaise correspondrait à un séisme de magnitude 7.

5.4.3.1.2 Entreposages de pastilles PSK, PSR et PST

L'usine MELOX dispose d'entreposages de pastilles situés entre les différents postes « procédé » de l'installation. Les postes « Manutention et stockage des pastilles » PSK, PSR et PST créés à l'origine de l'usine MELOX sont implantés dans le bâtiment 500 au niveau +6.63m. Ces stockages pastilles sont au nombre de 3 définis par un trigramme comme suit :

- PSK : Stockage des pastilles crues,
- PSR : Stockage des pastilles frittées,
- PST : Stockage des pastilles triées.

Chaque entreposage est constitué de cinq éléments principaux :

- un sommier : structure caissonnée ancrée au sol qui supporte tous les éléments de stockage,
- une boîte à gants (BàG): enceinte métallique fixée sur le sommier qui assure le confinement,
- un râtelier de stockage : structure en colonne métallique qui assure le stockage des conteneurs de pastilles (nacelles, paniers ou boîte en acier inoxydable). Des volets de stockages (empêchant la dispersion des pastilles) se situent au niveau de chaque alvéole de stockage,
- un transtockeur : chariot assurant le positionnement des conteneurs de pastilles dans le râtelier,
- une porte de garage : porte assurant la séparation entre la zone garage et la zone de stockage dans la boîte à gants.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 117/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les trois stockages de pastilles sont semblables dans leur conception générale. Seules quelques différences existent au niveau des dimensions de la protection biologique et de la sectorisation des conteneurs de pastilles, ce qui n'influe que sur le pas des colonnes. En conséquence, Il a été convenu au moment de la conception que l'étude porte sur un seul stockage dont le comportement est représentatif du comportement d'ensemble des trois stockages de pastilles.

Les calculs ont donc été effectués sur le stockage des pastilles triées, ce stockage ayant des dimensions hors tout légèrement supérieures aux deux autres. De plus, l'étude suppose un chargement maximal appliqué à tous les râteliers.

Un râtelier est constitué de 5 colonnes en acier de 465 mm x 70 mm et 5 mm d'épaisseur encastrées sur une plaque d'épaisseur 30 mm boulonnée au sommier et dont l'intérieur est occupé par un matériau utilisé comme écran de criticité, le NS41 (élastomère, silicone chargé en hydroxyde d'aluminium et carbure de bore). Chaque colonne contient au maximum 8 paniers de pastilles triées soit 379,2 kg (8 x 47,4 kg).

Une modélisation par la méthode des éléments finis du râtelier de stockage a été réalisée. La masse totale modélisée est de 3300 kg. Le calcul sismique est fait par méthode modale spectrale. Les spectres utilisés sont les spectres de plancher du bâtiment 500 à 4 % d'amortissement pour le niveau 6,63 m. Ces spectres ont été obtenus par transfert des spectres du site de Marcoule issus de la RFS 81. Ces spectres sont très enveloppes par rapport au spectre sismique SDD de la RFS 2001.

Les modes principaux ont pour fréquences :

- direction longitudinale : 14,0 Hz,
- direction transversale : 14,8 Hz,
- direction verticale : pas de mode significatif.

Le code de dimensionnement utilisé est le RCC-MR pour une analyse de type A1 et un niveau de construction K2. De ce fait, un coefficient de 0,5 est appliqué sur les contraintes admissibles, ce qui permet un haut niveau de robustesse.

Les entreposages de pastilles PSK, PSR et PST doivent conserver après séisme les distances entre les conteneurs de pastilles dans des intervalles de valeurs ne remettant pas en cause le comportement vis-à-vis de la criticité.

Le tableau suivant résume les facteurs de robustesse par rapport au spectre de référence du site de Marcoule pour les différents composants.

Composant	Facteur de robustesse
Structure râtelier	4,3
Fixation râtelier	6
Sommier	3,3
Fixation sommier	6,4

Tableau 26 : Synthèse des facteurs de robustesse des structures mécaniques de PSK, PSR et PST

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 118/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

L'identification des effets falaise potentiels successifs conduit aux conclusions suivantes pour les différents composants :

- Le sommier constitue le premier composant, avec un facteur de l'ordre de 3,3, qui est susceptible de subir des premières déformations plastiques localisées significatives. Celles-ci ne sont pas de nature à remettre en cause la maîtrise des conditions de criticité de l'entreposage. Compte tenu des fréquences propres des modes principaux du module de stockage pour les directions horizontales, ce niveau sismique correspond à un séisme de magnitude 7,
- Au-delà de ces premiers effets, on identifie un effet falaise susceptible de conduire à une ruine de la structure du râtelier et de remettre ainsi en cause la fonction de maîtrise de la criticité pour une amplification du chargement sismique d'un facteur 4,3 environ. Cet effet falaise est susceptible d'intervenir pour un séisme de magnitude 7,
- La ruine des modules des entreposages PSR, PSK et PST devrait être atteinte pour un spectre sismique en accélération supérieur à 6 fois le spectre de référence du site de Marcoule Cet effet falaise est susceptible d'intervenir pour un séisme de magnitude 7.

5.4.3.1.3 Réseau de ventilation

Le réseau de ventilation du bâtiment 500 est composé de gaines, de leurs supports et de composants tels que des registres, des filtres, des clapets...

Le réseau de ventilation du bâtiment 500 a été dimensionné de la manière suivante :

- vérification par le calcul du supportage des gaines,
- vérification par le calcul de la structure des gaines,
- vérification par essais sur table vibrante pour les matériels du commerce.

Les supports des gaines ont été conçus de manière à présenter une première fréquence propre située au-delà de la fréquence de coupure des spectres de réponse sismique (33 Hertz pour MELOX) afin que leur rigidité soit suffisante pour éviter une amplification dynamique de leurs déplacements sous sollicitation sismique. De plus, l'accélération horizontale maximale correspondant au niveau le plus élevé de leur implantation dans le bâtiment a été retenue pour le dimensionnement de tous les supports quelque soit leur implantation effective.

Les structures des gaines elles-mêmes, présentent des niveaux élevés de robustesse car elles ont été dimensionnées vis-à-vis de chargements forfaitaires en pression et dépression en situation nominale plus contraignants que le séisme. Les critères de conception rigide visant à éviter une amplification dynamique sous séisme et l'emploi d'une accélération enveloppe de toutes les localisations dans le bâtiment ont été aussi appliqués.

Les coefficients de robustesse par rapport au spectre de référence du site de Marcoule provenant des notes de calculs sont donnés dans le tableau ci-après.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 119/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

VALIDATION PAR CALCUL	Facteur de robustesse
Gaines	11,5
Liaisons entre gaines	22,1
Flambage des gaines	28,5
Supports des gaines	6,9
Flambage supports	8,5
Platines supports	3,6
Chevilles supports	7,4

Tableau 27 : Coefficients de robustesse pour le réseau de ventilation par rapport au spectre de référence

Les équipements suivants ont été essayés sur table vibrante :

- registre d'isolement de la ventilation,
- clapets,
- filtres très haute efficacité,
- distribution d'air comprimé.

Par principe, la validation par essai sur table vibrante implique que les équipements ne présentent aucun endommagement même minime à l'issue des essais, par contre la recherche de l'apparition de l'endommagement voire de la ruine ne constitue pas l'objectif de ce type d'essais et ce d'autant plus que les capacités des moyens d'essais ne le permettent pas nécessairement pour les matériels les plus robustes. L'appréciation des coefficients de robustesse est donc plus délicate et fait appel à une appréciation qualitative des ingénieurs.

Les coefficients de robustesse par rapport aux essais sur table vibrante sont donnés dans le tableau ci-après.

Composant	Facteur de robustesse
Registres isolement	2,2
Clapets VRACO	4,3
Filtres THE	4,3
Armoire distribution air comprimé	4,3

Tableau 28 : Facteurs de robustesse pour le réseau de ventilation par rapport aux essais sur table vibrante

Les éléments les plus sensibles sont les registres d'isolement. La dégradation de ces éléments devrait être atteinte pour un spectre sismique en accélération supérieur à 6 fois le spectre de référence du site de Marcoule. Cet effet falaise est susceptible d'intervenir pour un séisme de magnitude 6,2.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 120/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.4.3.1.4 Entreposages de pastilles PSA et PSB

Dans le cadre de son aménagement deux postes supplémentaires « Manutention et stockage des pastilles » PS* ont été implantés sur l'usine MELOX :

- PSA : Stockage des pastilles crues situé au niveau +11.22 m du bâtiment 500,
- PSB : Stockage des pastilles triées situé au niveau +1.45 m du bâtiment extension.

Les deux stockages PSA et PSB permettent d'entreposer respectivement 234 et 213 paniers clayettes. Ces deux stockages de pastilles sont semblables dans leur conception générale ; Les quelques différences sont mineures et ne modifient pas de manière notable le comportement mécanique d'ensemble des stockages. En conséquence, Il a été convenu au moment de la conception que l'étude porte sur un seul stockage dont le comportement est représentatif et enveloppe du comportement d'ensemble des deux stockages de pastilles. Les calculs ont donc été effectués sur le stockage des pastilles triées, ce stockage ayant une hauteur supérieure. De plus, l'étude suppose un chargement maximal appliqué à tous les râteliers.

Chaque poste de stockage est constitué de trois éléments principaux :

- la boîte à gant : Enceinte métallique ancrée qui assure le confinement,
- le râtelier de stockage : Structure en colonne métallique qui assure le stockage des conteneurs de pastilles (nacelles, paniers ou boîtes en acier inoxydable),
- le transtockeur : Chariot assurant le positionnement des conteneurs de pastilles dans le râtelier.

Le râtelier PSB est un ensemble de 3 modules constitués d'une ossature métallique, de plaques, d'un caisson de ventilation et de tôles de séparation dont l'intérieur est occupé par un matériau utilisé comme écran de criticité, le NS41 (élastomère, silicone chargé en hydroxyde d'aluminium et carbure de bore).

Une modélisation par la méthode des éléments finis des trois modules du râtelier de stockage a été réalisée. La masse totale modélisée est de 29 000kg. Le calcul sismique est fait par méthode modale spectrale. Les spectres utilisés sont les spectres enveloppes des spectres de plancher du bâtiment 500 à 4% d'amortissement pour le niveau 14,96 m et des spectres de l'extension à 4% d'amortissement pour le niveau 6,63 m. Ces spectres ont été obtenus par transfert des spectres du site de Marcoule issus de la RFS 81.

Ces spectres sont très enveloppes par rapport aux spectres sismiques SD de la RFS 2001.

Les modes principaux ont pour fréquences :

- direction longitudinale: 27 Hz,
- direction transversale : 27 Hz,
- direction verticale : pas de mode significatif.

Le code de dimensionnement utilisé est le RCC-MR pour une analyse de type A1 et un niveau de construction K2. De ce fait, un coefficient de 0,5 est appliqué sur les contraintes admissibles, ce qui permet un haut niveau de robustesse.

Les entreposages de pastilles PSA et PSB doivent conserver après séisme, les distances entre les conteneurs de pastilles dans des intervalles de valeurs ne remettant pas en cause le comportement vis-à-vis de la criticité.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 121/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Essai sur table vibrante validant la suppression des volets :

Un essai sur table vibrante a été réalisé afin de vérifier que les volets de stockage n'étaient pas nécessaire sur les unités PSA et PSB. La marge minimale entre le spectre d'essai et le spectre de référence est de 1,75. L'essai n'ayant montré aucun décollement des pastilles et des éléments les contenant, on peut considérer un facteur de robustesse de 1,5 par rapport à l'essai, ce qui donne un facteur de robustesse global de 2,6.

Le tableau ci-après résume les facteurs de robustesse pour les différents composants.

Composant	Facteur de robustesse
Structure râtelier	2
Fixation râtelier	3,1
Fond BâG	2,7
Essai sur table vibrante (volets)	2,6

Tableau 29 : Facteurs de robustesse des structures mécaniques de PSA et PSB

L'identification des effets falaise potentiels successifs conduit aux conclusions suivantes pour les différents composants :

- Le râtelier constitue un composant critique (structure et fixation), avec un facteur de l'ordre de 2, par rapport à l'apparition des premières déformations plastiques localisées significatives. Celles-ci ne sont pas de nature à remettre en cause la maîtrise des conditions de criticité. Compte tenu des fréquences propres des modes principaux du module de stockage pour les directions horizontales, ce niveau sismique correspond à un séisme de magnitude 6,2,
- Au-delà de ces premiers effets, on identifie un effet falaise susceptible de conduire à des déformations du fond de la Boîte à Gants et de remettre ainsi en cause la fonction de maîtrise de la criticité pour une amplification du chargement sismique d'un facteur 2,7 environ. Cet effet falaise est susceptible d'intervenir au-delà d'un niveau sismique correspondant à un séisme de magnitude 6,3.

5.4.3.2 Extension du bâtiment 500

5.4.3.2.1 Module d'entreposage de crayons STE

Les modules d'entreposage de crayons STE sont localisés au niveau 0 du bâtiment extension du bâtiment 500 et sont constitués de:

- un châssis ancré au sol, ce châssis est constitué de profilés reconstitués soudés formant des H de dimension 467x 300, avec des épaisseurs de 15 mm pour l'âme et 35 mm pour la semelle supérieure, et 30 mm pour la semelle inférieure,
- un cadre avant et 3 cadres intermédiaires constitués de HEB 340, avec des poteaux en HEB 140,
- un cadre de fond constitué de profilés HEB 220 et UPN 320 pour les poteaux extérieurs, de HEB 340 pour les fers de fermeture supérieurs et inférieurs, et de profilés HEB 220 et UPN 140 pour les poteaux intermédiaires.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 122/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les dimensions extérieures sont 4,8 m (longueur) x 3,56 m (largeur) x 5,05 m (hauteur).

Des cornières servant de support aux plateaux de crayons sont fixés sur ces poteaux. Cet ensemble permet d'obtenir 4 colonnes contenant 44 plateaux chacune, avec 32 crayons par plateau.

Des caissons de PPB (polypropylène boré) sont positionnés entre les poteaux dans la direction longitudinale pour assurer le découplage neutronique. Des protections radiologiques sont également placées entre les poteaux extérieurs des faces latérales, ainsi que sur la face arrière. La stabilité dans la direction longitudinale est assurée par les protections entre les poteaux qui jouent le rôle de contreventement, ainsi que par les cornières qui sont encastrées sur les poteaux.

Une modélisation par la méthode des éléments finis des modules d'entreposage a été réalisée. La masse du module vide est de 78 tonnes, la masse prise en compte dans les calculs correspond à la configuration pleine avec des crayons de masse 4,2 kg. La masse totale modélisée est de 113 tonnes.

Le calcul sismique est fait par méthode modale spectrale. Les spectres utilisés sont les spectres de plancher du bâtiment extension à 4% d'amortissement pour le niveau +0 m, obtenus par transfert des spectres du site de Marcoule issus de la RFS 2001.

Les modes principaux ont pour fréquences :

- direction longitudinale : 7,3 Hz,
- direction transversale : 11,7 Hz,
- direction verticale : pas de mode significatif.

Le code de dimensionnement utilisé est le RCC-MR pour une analyse de type A1 et un niveau de construction K2. De ce fait, un coefficient de 0,5 est appliqué sur les contraintes admissibles, ce qui permet un haut niveau de robustesse.

La figure ci-après montre la structure d'entreposage des crayons.

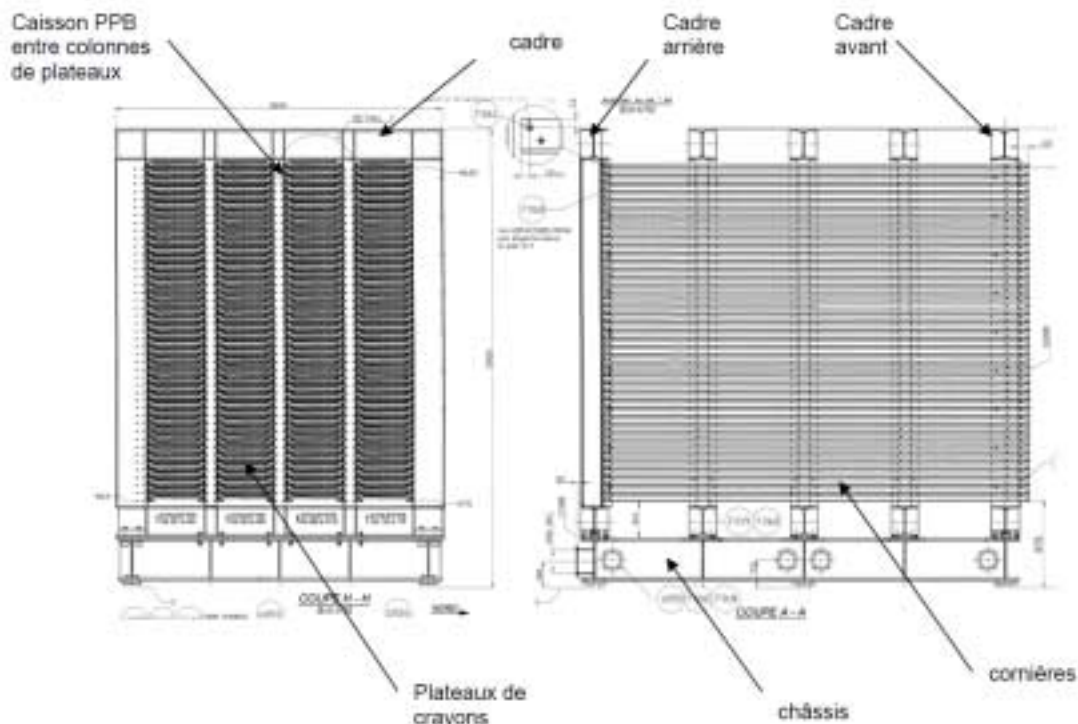


Figure 24 : Schéma descriptif de la structure d'entreposage des crayons

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 123/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les modules de stockage STE doivent conserver après séisme, les distances entre plateaux de crayons dans des intervalles de valeurs ne remettant pas en cause le comportement vis-à-vis de la criticité.

Le tableau ci-après résume les facteurs de robustesse pour les différents composants.

Composant	Facteur de robustesse
Profilés et plaques	2,2
Noyau des vis	2,5
Cisaillement des filets	3
Flexion des platines	4
Soudures	3,5
Ancrage	2,3

Tableau 30 : Facteurs de robustesse des structures mécaniques de STE

L'identification des effets falaise potentiels successifs conduit aux conclusions suivantes pour les différents composants :

- Les profilés et plaques sont les premiers composants, avec un facteur de l'ordre de 2,2, susceptibles de présenter des déformations plastiques localisées significatives. Celles-ci ne sont pas de nature à remettre en cause la maîtrise des conditions de criticité. Compte tenu des fréquences propres des modes principaux du module de stockage pour les directions horizontales, ce niveau sismique correspond à un séisme de magnitude 6,4,
- Au-delà de ces premiers effets, on identifie un effet falaise susceptible de conduire à une ruine des vis de fixation et de remettre ainsi en cause la fonction de maîtrise de la criticité pour une amplification du chargement sismique d'un facteur 2,5 environ. Cet effet falaise est susceptible d'intervenir au-delà d'un niveau sismique correspondant à un séisme de magnitude 6,4.

5.4.3.2 Groupes frigorifiques de l'entreposage STE

Il existe deux groupes frigorifiques, l'un pour la voie A, l'autre pour la voie B.

- l'un des groupes est fixé sur un massif en béton au niveau du sol niveau 0.3 m,
- l'autre est au niveau 11 m de l'extension du bâtiment 500.

Les groupes frigorifiques ont été validés par un essai sur table vibrante. L'essai a été réalisé avec le spectre sismique le plus défavorable des deux implantations, c'est-à-dire le spectre du niveau 11 m de l'extension du bâtiment 500.

Le spectre à appliquer au groupe situé au niveau +0,3 m est le spectre de site. La marge aux fréquences déterminées lors de l'essai est de 1,75. Celle du groupe au niveau +11,97 m est de 1. Comme aucun désordre n'a été constaté au cours de l'essai, on peut considérer un facteur de robustesse supérieur à 2,5 pour le groupe situé au sol.

Le châssis support du groupe frigorifique a été validé par calcul.

La note conclut à la tenue mécanique du châssis avec une marge minimale proche de 10% pour la flexion locale du châssis.

De plus, le calcul de dimensionnement du châssis a été mené avec une accélération enveloppe correspondant à l'accélération maximale des spectres qui présente une marge d'environ 70% par rapport à celles enregistrées lors des essais.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 124/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Compte tenu des modes de ruines prépondérants sur cette structure, le coefficient de robustesse global pour le châssis support des groupes frigorifiques est de 3,4 après étude de l'ensemble des éléments vérifiés : (poutres, soudures, vis, chevilles)

Le facteur de robustesse, par rapport au spectre de référence de Marcoule, avant toute perte de fonctionnement du groupe frigorifique est au moins égal à 2,5 pour le groupe frigorifique situé au sol, ce qui correspond à un séisme de magnitude 6,6; et au moins égal à 1,5 pour le groupe situé en terrasse du bâtiment, ce qui correspond à un séisme de niveau 5,8. Les résultats des essais ne permettent pas de localiser par eux-mêmes un effet falaise particulier.

Le facteur de robustesse du châssis support atteint 3,4 au-delà duquel l'effet falaise correspondant à la perte du groupe frigorifique doit intervenir si elle n'est pas déjà survenue par défaillance du groupe lui-même en particulier pour celui situé au niveau 11 m.

5.4.3.2.3 Recycleurs de l'entreposage STE

Il existe deux recycleurs, l'un pour la voie A, l'autre pour la voie B. Ils sont situés en salle A2036 et A2037 de l'extension du bâtiment 500 au niveau 0.0 m.

L'analyse repose principalement sur deux éléments :

- les résultats des essais sur table vibrante de l'équipement,
- la vérification par calcul du système de fixation de l'équipement sur le génie-civil.

L'essai sur table vibrante qu'ils ont subi a été fait en considérant qu'ils étaient ancrés au niveau +11.97 m de cette même extension.

Les modes prépondérants pour les recycleurs sont situés à 4-5 Hz en horizontal et 28 Hz en vertical.

Etant donné que le recycleur est quasi rigide en vertical, la contribution du vertical est faible et on peut considérer la marge sur le spectre horizontal.

Comme aucun désordre n'a été constaté au cours de l'essai, on peut considérer un facteur de robustesse supérieur à 1,7 pour le recycleur.

Le facteur de robustesse, par rapport au spectre de référence de Marcoule, avant toute perte de fonctionnement des recycleurs est au moins égal à 1,7 ce qui correspond à un séisme de magnitude 6,0; Les résultats des essais ne permettent pas de localiser par eux-mêmes un effet falaise particulier.

Les ancrages des recycleurs sont réalisés au moyen de tiges d'ancrage qui présentent globalement un facteur de robustesse d'au moins 2,6 par rapport au spectre de dimensionnement du site de Marcoule. Au delà de ce niveau, On identifie un effet falaise potentiel correspondant à la perte des recycleurs pour un séisme de magnitude de 6,6.

5.4.3.2.4 Armoire de sauvegarde ventilation

Les armoires de sauvegarde sont implantées au niveau 3,3 m du bâtiment extension, et ont fait l'objet d'un essai sur table vibrante.

La marge minimale entre le spectre d'essai et le spectre RFS 2001 est au minimum de 1,63, ce qui donne un coefficient de robustesse de 2,4 correspondant à un séisme de magnitude 6,4.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 125/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.4.3.2.5 Réseau d'eau glacée de l'entreposage STE

Le réseau d'eau glacée de l'entreposage STE est composé de tuyauteries et de leurs supports qui acheminent l'eau à travers des recycleurs et des groupes frigorifique de l'entreposage STE.

L'analyse de la robustesse porte sur les éléments suivants :

- les tuyauteries elles-mêmes et leur fonction de confinement,
- les supports de tuyauterie.

Les supports des tuyauteries ont été conçus de manière à présenter une première fréquence propre située au-delà de la fréquence de coupure des spectres de réponse sismique (33 Hertz pour MELOX). Ce principe de conception permet de réduire les accélérations sismiques transmises aux tuyauteries, de limiter les déplacements différentiels entre appuis et d'éviter tout risque de résonance entre les tuyauteries et les supports.

Le tableau ci-après résume les facteurs de robustesse par rapport au spectre de référence du site de Marcoule pour les différents composants.

Composant	Facteur de robustesse
Tuyauteries	2,7
Supports de tuyauterie	3,33

Tableau 31 : Facteurs de robustesse des structures mécaniques du réseau d'eau glacée de STE

Le facteur de robustesse minimum pour le réseau d'eau glacée de l'entreposage STE est au minimum de 2,7 pour les tuyauteries et les supports. La perte de la fonction de transport de l'eau est atteinte pour un spectre sismique en accélération égal à 2,7 fois le séisme de référence de Marcoule. Ce niveau sismique correspond à un séisme de magnitude 6,6.

5.4.3.2.6 Gains de ventilation du réseau Extraction Stockage

Les gains de ventilation de ce réseau ont été dimensionnées avec une accélération (2 g) supérieure à l'accélération maximale au pic des spectres, alors que la conception des gains est telle que celles-ci soient rigides : supports rigides, espacement des supports tel que la gaine soit rigide, et mise en place de raidisseurs si nécessaire sur les gains rectangulaires de façon à ce que les plaques constituant la gaine soient elles-mêmes rigides.

L'accélération à la fréquence de coupure est égale à 0,438 g pour le niveau 11 m du bâtiment extension. On a donc une marge au dimensionnement de 4,5 sur l'accélération utilisée indépendamment de la capacité de l'équipement à supporter des chargements supérieurs à ceux pris en compte au dimensionnement sans rompre.

Concernant le supportage des gains, des supports spéciaux ont été mis en place, les coefficients de dimensionnement minimum sur ces supports sont les suivants :

- profilés : 2,5,
- platines : 1,1,
- chevilles : 1,4,
- vis de liaison : 1,14,

En considérant les modes de ruine de ces différents composants, et en prenant en compte des caractéristiques mécaniques supérieures de 10% aux valeurs minimales des normes, les facteurs de robustesse sont présentés dans le tableau ci-après.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 126/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Composant	Facteur de robustesse
Profilés	4,1
Platines	3,6
Cheilles	6,3
Vis de liaison	2,2

Tableau 32 : Facteurs de robustesse des structures mécaniques du réseau Extraction Stockage

La perte du fonctionnement mécanique des gaines du réseau Extraction Stockage est atteinte pour un spectre sismique en accélération égal à 2,2 fois le séisme de référence. Ce niveau sismique correspond à un séisme de magnitude 6,4.

5.4.3.3 Bâtiment 504

5.4.3.3.1 Groupe de sauvegarde

Le groupe de sauvegarde composé de son alimentation en énergie (fuel), de ses moyens annexes (pompes de gavage, refroidissement...) est implanté dans le bâtiment 504.

Cet ensemble a été dimensionné de la manière suivante :

- vérification par le calcul des fixations du groupe de sauvegarde,
- vérification par le calcul des tuyauteries d'alimentation et d'évacuation de l'énergie (fuel),
- vérification par le calcul du supportage des tuyauteries,
- vérification par essais sur table vibrante pour les matériels standards suivants :
 - groupe de sauvegarde,
 - aérorefroidisseur,
 - compresseur,
 - banc de charge,
 - ventilation extraction.

Le tableau suivant résume les facteurs de robustesse par rapport au spectre de référence du site de Marcoule pour les différents composants dimensionnés par calcul.

VALIDATION PAR CALCUL		Facteur de robustesse
Groupe	Groupe visserie	4,2
	Groupe chevilles	7,5
Cuve fuel	Coques	5,7
	Fixations	2,7
	Flambage	2,6
	Soudures	13,7
Tuyauterie	Tuyauterie	5,8
	Supports	6,0
	Soudures	4,9
	Cheilles	5,4

Tableau 33 : Facteurs de robustesse des structures mécaniques du groupe de sauvegarde validés par calcul

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 127/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Le tableau suivant résume les facteurs de robustesse par rapport au spectre de référence du site de Marcoule pour les différents composants validés expérimentalement sur table vibrante.

Matériels validés par essais sur table vibrante	Facteur de robustesse
Groupe	1,2
Aéroréfrigérant compresseur	1,7
Banc de charge ventilation	1,8

Tableau 34 : Facteurs de robustesse des structures mécaniques du groupe de sauvegarde validés expérimentalement sur table vibrante

La perte du fonctionnement mécanique du groupe de sauvegarde est atteinte pour un spectre sismique en accélération égal à 1,2 fois le séisme de référence. Ce niveau sismique correspond à un séisme de magnitude 5,5.

5.4.3.4 Synthèse de la robustesse des équipements mécaniques

Le tableau ci après effectue la synthèse des différents facteurs de robustesse détaillés dans les paragraphes précédents.

Equipement mécanique	Niveau de séisme minimal sans effet falaise (Magnitude pour une distance de 7 km)
Module de stockage STK	7,00
Entreposages pastilles PSK, PSR et PST	7,00
Réseau de ventilation	6,20
Entreposages pastilles PSA PSB	6,20
Module de stockage STE	6,40
Groupes frigorifiques STE	6,6 au sol et 5,8 en terrasse
Recycleurs STE	6,60
Armoire de sauvegarde ventilation	6,40
Réseau d'eau glacée STE	6,60
Gaine de ventilation Extraction Stockage	6,40
Groupes de sauvegarde	5,50

Tableau 35 : Synthèse de la robustesse des équipements mécaniques

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 128/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.5 Identification des éléments aggravants

Les éléments aggravants en cas de séisme identifiés sont les suivants :

- incendie,
- explosion,
- accident de criticité,
- perte des alimentations électriques de sauvegarde,
- perturbation des conditions d'accès au site.

5.5.1 Incendie

Principe

La maîtrise du risque d'incendie en cas de séisme est basée sur des mesures de prévention et de limitation des conséquences.

Les premières sont axées sur la localisation des initiateurs potentiels, ainsi que sur la limitation des apports de substances combustibles et de comburant.

Ces mesures sont complétées par le maintien de la sectorisation incendie en cas de séisme (génie civil, portes de Secteur de Feu et de Confinement et Clapets Coupe Feu).

Les locaux C3 contenant des matières nucléaires et présentant un risque d'incendie sont principalement les locaux de production et de conditionnement du bâtiment 500, de son extension et du bâtiment 501.

La maîtrise du risque incendie dans les locaux C3 repose sur :

- la localisation des initiateurs,
- la limitation des apports de substances combustibles,

Dans les locaux classés C3, les équipements électriques sont réduits au maximum.

Les câbles sont de type C1 (non propagateurs d'incendie) ou C1+CR1 (non propagateurs d'incendie, résistants au feu).

- la limitation des apports de comburant,

En situation post-séisme, la ventilation des bâtiments est rétablie pour assurer le confinement dynamique des locaux contenant les enceintes (locaux C3) et le refroidissement des locaux contenant des entreposages à fort apport thermique (C3 ou C2). L'apport de comburant dans les locaux concernés, assuré par la ventilation post-séisme, est faible (inférieur à 3 renouvellements par heure) et limite les risques de développement d'un feu.

- le maintien de la sectorisation des locaux,

Les locaux concernés sont classés secteur de feu ou secteur protégé selon leur DCC (Densité de Charge Calorifique). Les locaux classés secteur de feu sont inclus dans un secteur de feu et de confinement.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 129/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

En limite des locaux Poudres, Pastilles et Gainage inclus dans un secteur de feu et de confinement, les éléments passifs de sectorisation incendie (portes coupe-feu) sont dimensionnés au séisme (critère b1).

Les portes et trappes motorisées situées en périmètre de confinement statique des bâtiments ou d'accès aux locaux C3b (en limite de C2) conservent leur fonctionnalité.

Le génie civil des bâtiments est dimensionné au séisme pour conserver :

- sa stabilité d'ensemble,
- sa géométrie d'ensemble,
- son intégrité au niveau des parois C3b et de la dernière barrière de confinement (limite des locaux C2).

- La couverture des locaux poudres

Les dispositions mise en place sont les suivantes :

- apport limité de comburant dans les locaux poudres et fours créé par l'extraction HD post-séisme, pour le maintien du confinement dynamique,
- prévention du développement d'un feu au niveau du quatrième four,
- absence de combustible et d'initiateur dans certains entreposages,

Ces dispositions limitent les risques de développement d'un feu. La faible combustion qui en résulterait ne remettrait pas en cause l'intégrité du plafond de ces locaux. De ce fait, la concomitance d'un séisme et d'un incendie n'est pas retenue. Les greniers n'ont donc pas de fonction de sûreté, hormis leur tenue vis-à-vis de la dalle-terrasse, en situation de séisme.

Les locaux ne contenant pas de matières nucléaires et présentant un risque d'incendie sont principalement les locaux électriques et automates des bâtiments 500 et son extension, 501, 504 et 506.

La maîtrise du risque incendie dans les locaux non C3 repose sur :

- la localisation des initiateurs

Les équipements électriques et les cheminements de câbles de sauvegarde sont dimensionnés au séisme.

Des dispositions particulières sont mises en place sur les circuits électriques de façon à éviter tout risque de court-circuit lié à ces équipements.

- la limitation des apports de substances combustibles

Les matériaux mis en œuvre sont de préférence M0 ou M1 (incombustible ou non inflammable). Les câbles d'alimentation normale et secours sont de type C1 (non propagateurs d'incendie). Les câbles d'alimentation de sauvegarde sont de type C1+CR1 (non propagateurs d'incendie, résistants au feu).

- la limitation des apports de comburant

Les réseaux de ventilation des différents locaux sont conçus et dimensionnés pour limiter l'apport de comburant en cas de séisme. Cet apport de comburant potentiel associé aux DCC des locaux n'augmente pas le risque d'incendie après séisme.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 130/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

- le maintien de la sectorisation des locaux

Les locaux concernés sont généralement classés secteur de feu et présentent, par conséquent, une protection coupe-feu 2 h.

Les portes d'accès aux locaux de sauvegarde (classés secteur de feu) des bâtiments 504 et 506 conservent leur fonctionnalité après séisme.

Le génie civil des bâtiments est dimensionné au séisme pour conserver :

- sa stabilité d'ensemble,
- sa géométrie d'ensemble,
- l'intégrité des éléments de structure contribuant après séisme au maintien du confinement et au maintien de la géométrie par rapport de criticité.

L'ensemble de ces dispositions permet de :

- limiter les possibilités d'un départ de feu,
- limiter les conséquences d'un incendie sur l'installation,
- limiter la propagation d'un incendie.

Analyse des conséquences

En cas d'incendie déclaré au sein des bâtiments 500, extension 500 et 501, une augmentation de la température pourrait dégrader le second système de confinement statique.

Cette dégradation du second système de confinement statique associée à la surpression au sein du local liée aux gaz expansés pourrait engendrer des rejets de gaz potentiellement contaminés vers l'environnement, notamment au sein du laboratoire où les locaux sont situés en limite de la troisième barrière via la terrasse.

En cas d'incendie au sein de locaux classés C3, le caractère coupe feu des parois permet de contenir un incendie au sein du local. Différents niveaux de filtration entre les locaux C3 et l'extérieur permettent de ne pas rejeter de gaz potentiellement contaminés vers l'environnement.

Un incendie dans les locaux C2, contenant peu de matière, n'engendrerait pas de rejet vers l'environnement.

De plus, en cas d'incendie au sein des bâtiments 500, extension 500 et 501, le feu resterait donc circonscrit au SF et s'épuiserait rapidement par lui-même. Seules des conséquences au niveau de la gestion des interventions sont à envisager.

5.5.2 Explosion

Le risque d'explosion est lié à la présence de matière potentiellement explosive nécessaire au procédé de fabrication.

Deux types d'explosion sont détaillés ci-dessous :

- explosion d'hydrogène au niveau de la plateforme gaz,
- explosion au niveau du four de frittage.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 131/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

5.5.2.1 Plateforme gaz

Des racks contenant des bouteilles d'hydrogène sont implantés au niveau de la plateforme gaz à l'extérieur des bâtiments nucléaires. Un raccordement par flexible relie chaque rack à l'alimentation du procédé. En cas de rupture d'un raccordement, étant donnée l'implantation du stockage d'hydrogène et du poste de mélange ainsi que l'application des prescriptions techniques réglementaires (zone de protection de 8 m), aucun équipement et aucun bâtiment (hormis l'installation de gaz) ne serait affecté par les effets thermiques de l'inflammation.

D'autre part, les réseaux d'utilités les plus proches du stockage sont suffisamment éloignés, ils ne seraient donc pas affectés par les effets thermiques.

Les surpressions réelles sur les voiles et les portes de l'extension du bâtiment 500 (bâtiment le plus proche de la plateforme) engendrées par l'explosion d'un nuage d'hydrogène issu de la rupture guillotine d'une conduite d'hydrogène pur arrivant au mélangeur argon-hydrogène n'endommagent ni la structure ni les portes de l'extension du bâtiment 500.

5.5.2.2 Four de frittage

Les fours de frittage contiennent des quantités importantes de pastilles. Ils sont balayés pour un besoin « procédé » par un mélange argon/hydrogène contenant 4,5% d'hydrogène avec une limitation à une valeur maximum de 9 %. La température à l'intérieur des fours peut s'élever jusqu'à 1700°C. Toute entrée d'oxygène par entrée d'air du local ou par introduction d'eau conduisant à une valeur de la concentration supérieure à la concentration minimale d'inflammation pourrait provoquer une inflammation voire une explosion.

Dans le cas d'entrée d'oxygène dans les fours et d'inflammation, la virole des fours est dimensionnée pour résister à une surpression de 2,5 bars eff.

Un calcul, fait dans les conditions très majorantes d'un mélange stochiométrique (30 % d'hydrogène dans l'air), conduirait à une surpression maximale de 1,25 bar si les portes du sas de communication four/boîte à gants d'entrée et de sortie sont ouvertes. Dans le cas où ces portes seraient fermées, la surpression est alors évaluée à 4 bars. L'analyse effectuée pour le four PFV avec la valeur de 9 % d'hydrogène dans l'air conduit à une surpression maximale de 2,5 bars correspondant au dimensionnement du four. Le risque de rupture de confinement des fours est considéré comme maîtrisé.

5.5.3 Accident de criticité

Les dispositions prises pour éviter un accident de criticité sont indiquées ci après :

- Principes de contrôle

Les modes de contrôle de la sûreté-criticité sont rappelés ci après :

- le contrôle par la géométrie,
- le contrôle par la masse,
- le contrôle par la modération,
- le contrôle par empoisonnement solide.

Le mode de contrôle primaire de la sûreté-criticité est le mode de contrôle ou l'association des modes de contrôles appliqués aux installations en fonctionnement normal. Le mode de contrôle secondaire est le mode de contrôle ou l'association des modes de contrôles appliqués en situations accidentelles, notamment en cas de séisme.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 132/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Le mode de contrôle secondaire considère, suite à un séisme, l'état de l'installation résultant du dimensionnement ou du non dimensionnement des équipements.

- Maintien du contrôle par la géométrie

Pour les unités où le mode de contrôle par la géométrie est retenu en toute situation, le dimensionnement des équipements est tel que les modifications de géométrie liées au séisme restent dans une plage acceptable.

- Maintien du contrôle par la masse

Dans les unités pour lesquelles le mode de contrôle par la masse est retenu en toute situation, le dimensionnement des structures, des équipements est tel que la matière nucléaire reste localisée dans les conteneurs, les appareils ou les unités.

- Maintien du contrôle par la modération

Pour les unités où le mode de contrôle par la modération est présent, l'une au moins des dispositions suivantes est prise :

- absence de tuyauterie véhiculant des fluides, ou de capacité et volume contenant des fluides,
- faible volume des capacités contenant des fluides modérateur,
- dimensionnement des tuyauteries, capacités et volumes afin de conserver leur étanchéité sous séisme,
- capacités de récupération des fluides dimensionnées pour conserver leur étanchéité sous séisme (lèche-frite, double enveloppe),
- utilisation de fluide non hydrogéné.

- Maintien du contrôle par empoisonnement solide

Pour les unités où le mode de contrôle par empoisonnement solide est présent, les écrans de découplage neutronique sont dimensionnés au séisme pour assurer leur localisation et leur géométrie (critère b2).

5.5.4 Perte des alimentations électriques de sauvegarde

La perte d'alimentations électriques de sauvegarde est étudiée au chapitre 8.

5.5.5 Perturbations des conditions d'accès au site

En cas d'accident grave, MELOX fonctionnant en continu, du personnel est présent sur le site prêt à réagir.

De plus, l'usine MELOX est située dans une zone desservie par de nombreux axes de communication (routier, ferroviaire, fluvial, aérien). En cas de séisme certains axes peuvent être endommagés (principalement les axes routiers), mais la proximité des autres axes (Rhône à 300 m notamment) et leur multiplicité (plusieurs axes routiers à proximité) permet de ne prendre en compte qu'un impact limité d'un séisme sur les conditions d'accès au site.

Enfin, MELOX dispose d'équipes d'intervention présentes sur le site pour maîtriser un accident grave. L'organisation de gestion de crise est détaillée au chapitre 9.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 133/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

6 PROTECTION VIS-A-VIS DU RISQUE D'INONDATION

6.1 Protection vis-à-vis du risque d'inondation

Les scénarios conduisant à des accidents graves ayant des conséquences sur le public et sur l'environnement sont présentés au chapitre 4.

Au regard de ces évènements envisagés, des barrières de sûreté, appelées par la suite SSCC (structures, systèmes et composants clés), ont été mises en évidence.

La démarche du chapitre 6 est la suivante :

- Présentation des données de conception et de dimensionnement
Exigences vis-à-vis du risque d'inondation prises en compte lors de la conception et du dimensionnement des bâtiments pour garantir la maîtrise des fonctions importantes de sûreté.
- Identification des structures, systèmes et composants clés requis pour le maintien en état de repli sûr de l'installation dans le cadre des scénarios d'accidents graves
Identification des SSCC qui seraient susceptibles de présenter une sensibilité vis-à-vis du risque d'inondation, compte tenu des dispositions de prévention prises en conception/construction.
- Analyse de la robustesse des installations
Les marges de dimensionnement des systèmes et composants clés retenus sont analysées vis-à-vis du phénomène d'inondation. Ces marges permettent de définir la robustesse de l'installation et de déterminer les niveaux d'eau qu'une inondation devrait atteindre pour endommager ces systèmes et composants.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 134/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

6.2 Données de conception et de dimensionnement

A la conception de l'usine MELOX, et afin de définir les moyens de protection vis-à-vis du risque d'inondation, la RFS I.2.e (Règle Fondamentale de Sûreté) du 12 avril 1984 a permis de définir les données à prendre en compte. Ces données ont été fournies par la Compagnie nationale du Rhône (CNR). Il s'agit des niveaux :

- de la crue millénaire majorée (CMM), représentée à partir du débit de la crue millénaire majoré de 15%,
- de la crue centennale cumulée avec l'effacement du barrage de Vouglans.

Les figures 8 et 9 présentées au chapitre 2 permettent de visualiser la situation de l'installation MELOX vis-à-vis des aménagements de la CNR (barrages de Caderousse et contre-canal) :

6.2.1 Montée des eaux du Rhône

La relation débit-niveau au droit du site de Marcoule donnée par la CNR est indiquée dans le tableau 7 présenté au chapitre 2.

Le débit de la crue millénaire majoré de 15 % est estimé à $15500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70 %). Le débit de la crue centennale entraînant l'effacement du barrage de Vouglans est inférieur à $11700 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. C'est donc le débit de la crue millénaire majoré de 15 % qui est retenu comme étant le plus pénalisant.

Au droit du site de Marcoule (Point Kilométrique PK 209), le Rhône s'écoule entre deux digues CNR. Le niveau de la crête de la digue rive droite qui longe le site de Marcoule varie entre 38 et 38,5 m NGF. Le niveau de la crête de la digue rive gauche se situe à environ 37,5 m NGF.

Pour une crue millénaire (débit de $12500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), la cote du Rhône est estimée à 37,25 m NGF, soit 0,25 m en dessous de la digue rive gauche et 0,75 m en dessous du niveau de la digue rive droite. En cas de crue millénaire majorée de 15 % (cas le plus pénalisant), le Rhône ne peut, en pratique, dépasser que de peu la cote de 37,5 m NGF (cote de la digue rive gauche) sans toutefois dépasser la cote de la rive droite.

La différence de hauteur entre les digues rive gauche et rive droite favorise un déversement du Rhône côté rive gauche, limitant par la même la hauteur de crue à 37,50 m NGF.

6.2.2 Montée des eaux du contre-canal

Le contre-canal situé derrière la digue rive droite, en bordure du site de Marcoule, se jette dans le Rhône juste en aval de la retenue de Caderousse. En cas de crue, il subit donc une remontée de ses eaux. C'est alors le niveau d'eau du point aval de la chute de Caderousse qui détermine le niveau du contre-canal le long du site de Marcoule.

Pour une crue millénaire CNR ($12500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), le niveau au point aval de la chute de Caderousse est de 34,5 m NGF.

6.2.3 Inondation interne

Le procédé MELOX est un procédé à sec ne nécessitant pas d'apport d'eau de façon continue ou ponctuelle. Pour des raisons de prévention du risque de criticité, la quantité d'eau est fortement limitée dans les locaux procédés. Par conséquent, le risque d'inondation interne n'est pas étudié dans la suite du document.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 135/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

6.2.4 Adéquation du dimensionnement de l'usine MELOX

6.2.4.1 Adéquation aux données de dimensionnement initiales

L'usine MELOX, installée sur une plateforme à la cote 40 m NGF, n'est pas impactée par la potentielle crue millénaire majorée de 15% (marge supérieure à 2 m).

Concernant les fosses du bâtiment 500, en décaissé par rapport au niveau + 40 m NGF, leur dimensionnement leur permet de résister à la poussée hydrostatique correspondant à la crue millénaire majorée de 15%. La fosse la plus profonde atteint 9,50 m et le dimensionnement des fosses vis-à-vis de la nappe phréatique est étudié dans le chapitre 7 § 7.1.2.

6.2.4.2 Adéquation suite à la réévaluation des données de dimensionnement

Les données liées au dimensionnement de l'usine MELOX ont évolué. Ainsi :

- Les hauteurs d'eau à prendre en compte pour la cote majorée de sécurité (CMS) sont les hauteurs maximales aux abords du site. Les deux cas étudiés précédemment (CMM puis crue centennale conjuguée à l'effacement du barrage de Vouglans) montrent l'absence de débordement significatif au-dessus de la digue en rive droite. Le niveau d'eau à considérer pour évaluer la CMS est celui du contre-canal en rive droite,
- en cas de crue millénaire majorée dont le débit a été réévalué (15300 m³.s⁻¹), le niveau d'eau dans le contre-canal est inférieur à 35,85 m NGF au PK 209,5. En effet, à ce même PK, sur la RD 138a en face des bassins Célestin, il n'y a pas d'eau. La cote observée à cet endroit est donc celle du terrain naturel; elle s'élève à 35,85 m NGF,
- en cas de crue centennale concomitante à un effacement du barrage de Vouglans, l'eau monte au-delà du niveau de la route RD 138a en face des bassins Célestin. Au PK 209,5, la cote atteinte s'élève à 36,65 m NGF. Elle correspond à la hauteur d'eau dans le contre-canal,
- la valeur de la cote majorée de sécurité retenue au droit du site de Marcoule est donc de 36,65 m NGF.

L'usine MELOX, installée sur une plateforme à la cote 40 m NGF, n'est pas impactée par la potentielle crue centennale concomitante à un effacement du barrage de Vouglans (marge de 3,25 m par rapport aux données de dimensionnement mise à jour).

6.2.5 Identification des structures, système et composants clés

En cas de dysfonctionnement de l'installation et afin de garantir les fonctions importantes pour la sûreté (confinement et criticité), des fonctions sauvegardées sont maintenues (Cf. chapitre 4).

Ces fonctions sont réalisées par des équipements qui peuvent constituer des cibles vis-à-vis du risque d'inondation en particulier les groupes frigorifiques (situés à l'extérieur) et les groupes électrogènes diesel de secours (situés dans des conteneurs, eux-mêmes à l'extérieur) et de sauvegarde (situés dans des locaux différents au sein du bâtiment 504). Les postes de conduite de sauvegarde des voies A et B (indépendantes et redondantes) sont situés au bâtiment 506.

6.2.6 Analyse de la robustesse des installations

Les groupes frigorifiques de l'entreposage de crayons de l'extension du bâtiment 500 et de l'entreposage d'assemblages du bâtiment 500 sont situés sur la plateforme de 40 m NGF. Pour chaque entreposage, un seul groupe frigorifique sur les deux est nécessaire pour assurer leurs refroidissements.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 136/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Concernant l'entreposage de crayons STE, un groupe frigorifique parmi les deux est situé sur un massif surélevé par rapport à la terrasse de l'extension du bâtiment 500 (51,46 m NGF). Le groupe frigorifique restant est surélevé par rapport à la plateforme (41,05 m NGF). Cette surélévation assure la non-atteinte de ces cibles avec une marge conséquente (4,4 m minimum) vis-à-vis de la cote majorée de sécurité mise à jour.

Concernant l'entreposage d'assemblages, les groupes frigorifiques sont surélevés par rapport à la plateforme. L'un est situé au minimum à 40,70 m NGF, l'autre est situé à 40,80 m NGF. Cette surélévation assure la non-atteinte de ces cibles avec une marge conséquente (4,05 m minimum) vis-à-vis de la cote majorée de sécurité mise à jour.

Les groupes électrogènes diesel de secours provisoires (Cf. chapitre 8 § 8.1.1) sont situés à une hauteur supérieure à 38 m NGF. Cette surélévation assure la non-atteinte de ces groupes avec une marge (1,35 m minimum) vis-à-vis de la cote majorée de sécurité mise à jour.

Les groupes électrogènes diesel de secours définitifs seront situés à une hauteur de 40,05 m NGF (dalle située à 39,75 m NGF cumulée avec un surbau en béton et une structure porteuse d'une trentaine de centimètres). Cette surélévation assurera la non-atteinte de ces groupes avec une marge (3,40 m minimum) vis-à-vis de la cote majorée de sécurité mise à jour.

La plateforme qui supporte notamment les bâtiments nucléaires et les bâtiments 504 et 506 permet de les surélever au niveau 40,00 m NGF. Le radier de chacun de ces bâtiments permet encore de surélever les équipements installés dans chacun de ces bâtiments par rapport à la plateforme.

Le plancher du radier du bâtiment 504 est au niveau 40,40 m NGF. De plus, les locaux abritant les groupes électrogènes diesel de sauvegarde sont équipés de seuil de porte de 20 cm de hauteur. Les groupes électrogènes sont fixés sur une dalle surélevée par rapport au plancher du local de 40 cm. Les groupes électrogènes sont découplés de la dalle afin d'assurer leurs fonctionnements après un séisme. Ce découplage est réalisé à partir d'un système d'amortisseurs d'une vingtaine de centimètres de hauteur. Ces différentes surélévations assurent la non-atteinte des groupes électrogènes de sauvegarde avec une marge conséquente (4,35 m) vis-à-vis de la cote majorée de sécurité mise à jour.

Le plancher du bâtiment 506 est au niveau 40,30 m NGF. Cette surélévation assure la non-atteinte des postes de conduite de sauvegarde avec une marge conséquente (3,65 m minimum) vis-à-vis de la cote majorée de sécurité mise à jour.

Le plancher du bâtiment 500 est au niveau 40,30 m NGF. Concernant la prévention du risque de criticité, les locaux situés au niveau 0,00 m du bâtiment, contenant de la matière nucléaire et étant limités vis-à-vis de la quantité d'eau sont équipés de seuils de porte (10 cm minimum). Ces surélévations cumulées assurent la non-atteinte de ces locaux par une inondation avec une marge conséquente (3,75 m) vis-à-vis de la cote majorée de sécurité mise à jour.

De plus, la différence de hauteur entre les digues rive gauche et rive droite favorise un déversement du Rhône côté rive gauche, limitant par la même la hauteur de crue à 37,50 m NGF et complétant ainsi la disposition de surélévation des bâtiments.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 137/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Le tableau ci-dessous synthétise la situation des systèmes et composants clés par rapport à la CMS.

Systèmes et composants clés	Niveau NGF	Marge par rapport à la CMS
2 Groupes électrogènes diesel de secours provisoires (*)	> 38 m(*)	> 1,35 m (*)
2 Groupes électrogènes diesel de sauvegarde (voie A/voie B)	41 m	4,35
2 Locaux électriques de sauvegarde	40,60 m	3,95 m
2 Poste de conduite de sauvegarde (voie A/voie B)	40,30 m	3,65 m
2 Groupes Frigorifiques STE (voie A/voie B)	41,05 m	4,4 m
	51,46 m	14,81 m
2 Groupes Frigorifiques TAS (voie A/voie B)	40,70 m	4,05 m
	40,80 m	4,15 m

(*) Le remplacement des groupes électrogènes diesel de secours provisoires est prévu pour début 2012 après autorisation réglementaire. Les groupes définitifs seront situés à 40,05 m NGF, soit une marge de 3,4 m par rapport à la CMS.

Tableau 36 : Synthèse de position des systèmes et composants clés par rapport à la CMS

La perte des groupes électrogènes diesel de secours n'a pas de conséquence sur le maintien à l'état sûr de l'installation. Ils sont donc présentés à titre indicatif dans le tableau précédent. La perte des groupes électrogènes diesel de secours est reprise par les groupes électrogènes diesel de sauvegarde, permettant ainsi le maintien en alimentation électrique des équipements participant au maintien à l'état sûr de l'installation (Cf. chapitre 8).

Enfin, le phénomène d'inondation est un phénomène non instantané. Son inertie permet d'engager des actions développées au chapitre 9 (rondes de surveillance, disposition de sacs de sables,...). A cet effet, l'établissement MELOX reçoit des informations concernant les alertes météorologiques. Celle-ci prévient également le site de Marcoule. Le site de Marcoule retransmet les alertes en cas de phénomène météorologique extrême.

Dans le cas d'une crue d'un niveau supérieur :

- à celui de la crue centennale associée à l'effacement du barrage de Vouglans dans un premier temps,
- à celui de la plateforme (40 m NGF) sur laquelle l'usine est construite dans un deuxième temps,

celle-ci pourrait impacter les systèmes et composants identifiés au §6.2.5 du présent chapitre et rappelés dans le tableau précédent.

Les paragraphes suivants présentent une montée progressive d'une crue dont le niveau serait supérieur à celui pris en compte dans le dimensionnement de l'usine MELOX.

Les premiers équipements impactés seraient les groupes électrogènes diesel de secours provisoires (38 m NGF minimum). La perte de ces groupes électrogènes n'a pas de conséquence sur la mise à l'état sûr de l'installation.

Une crue qui atteindrait ce niveau de 38 m NGF au droit des groupes électrogènes diesel de secours correspond à une inondation de toute la plaine.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 138/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Dans la configuration définitive des groupes électrogènes diesel de secours (début 2012 en remplacement de la solution provisoire), ceux-ci seraient également les premiers éléments impactés (40,05 m NGF), sans que leur perte n'ait de conséquence sur la mise à l'état sûr de l'installation.

Les postes de conduite de sauvegarde (40,30 m NGF) seraient ensuite impactés par la montée des eaux. La perte de ces postes aurait pour conséquence l'impossibilité de conduire l'installation si seule l'alimentation électrique disponible est l'alimentation de sauvegarde. La fonction de refroidissement des entreposages liée à l'état de repli sûr peut malgré tout être assurée au plus près des équipements (groupes frigorifiques et recycleurs) en les démarrant et alimentant localement. Les groupes électrogènes diesel de secours peuvent également être démarrés en local.

Durant la progression de la crue, les locaux dans lesquels la quantité d'eau est limitée sont petit à petit inondés. L'entrée d'eau dans l'installation se ferait par les portes utilisées en exploitation et inonderait dans un premier temps les fosses d'expédition AS91 et AS92. Lorsqu'un emballage de transport se situe en fosse AS91, celui-ci est dans sa configuration fermée de transport. L'emballage est étanche, conformément aux agréments de transport. En cas de présence d'un emballage de transport en cours de chargement (emballage ouvert) en AS92, l'infiltration d'eau (hauteur d'eau nécessaire d'environ 40,50 m NGF) dans celui-ci n'aurait pas de conséquence vis-à-vis de la prévention du risque de criticité.

L'eau s'infiltrerait également via les portes des sas camion, utilisés pour les approvisionnements et expéditions de matériel et de matière radioactive. La quantité d'eau pourrait être telle (hauteur supérieure à 10 cm dans les locaux, soit un niveau d'eau de 40,40 m NGF) qu'elle modifierait les conditions de prévention du risque de criticité. En termes de conséquences, et comme expliqué au chapitre 4 § 4.4, ce scénario est couvert par l'évènement envisagé dans le local d'entreposage crayons de l'extension du bâtiment 500. Il est à noter que l'entreposage d'assemblages du bâtiment 500 possède des seuils de porte (au moins 35 cm) et que la prévention du risque de criticité est assurée même dans le cas d'une hauteur d'eau très importante, tant que les assemblages restent en place au sein de leurs travées d'entreposage. Les autres entreposages ne communiquent pas directement avec l'entreposage d'assemblages. Cependant, dans les entreposages crayons situés au niveau 0,00 m du bâtiment 500 et son extension, la prévention du risque de criticité est assurée même dans le cas d'une hauteur d'eau très importante, tant que les crayons restent en place au sein de leurs modules d'entreposage.

Concernant les groupes de refroidissement des entreposages de crayons de l'extension du bâtiment 500 et d'assemblages du bâtiment 500, le premier groupe pourrait être noyé à partir d'une crue d'un niveau supérieur à 40,70 m NGF.

La perte totale de la fonction de refroidissement par le noyage des deux groupes frigorifiques de l'entreposage d'assemblages interviendrait à partir d'une crue d'un niveau supérieur à 40,80 m NGF. Les conséquences de ce scénario sont étudiées au chapitre 8.

La perte totale de la fonction de refroidissement par le noyage des deux groupes frigorifiques de l'entreposage de crayons interviendrait à partir d'une crue d'un niveau supérieur à 51,46 m NGF (le bâtiment extension est sous l'eau). Ce scénario est exclu de part l'impossibilité d'atteindre un tel niveau de crue.

Les groupes électrogènes diesel de sauvegarde seraient ensuite impactés par la montée des eaux. Le bâtiment abritant ces groupes électrogènes possède au moins une porte donnant sur l'extérieur. En cas de voies d'eau successives dans ce bâtiment (portes ouvertes, brèches dans le génie civil), les groupes électrogènes pourraient être noyés à partir d'un niveau de crue dépassant 41,00 m NGF.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 139/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Dans le cas où l'installation serait alimentée uniquement par l'alimentation électrique de sauvegarde, le noyage des groupes électrogènes diesel de sauvegarde entraîne de fait l'arrêt du refroidissement des entreposages. Ce scénario est étudié au chapitre 8.

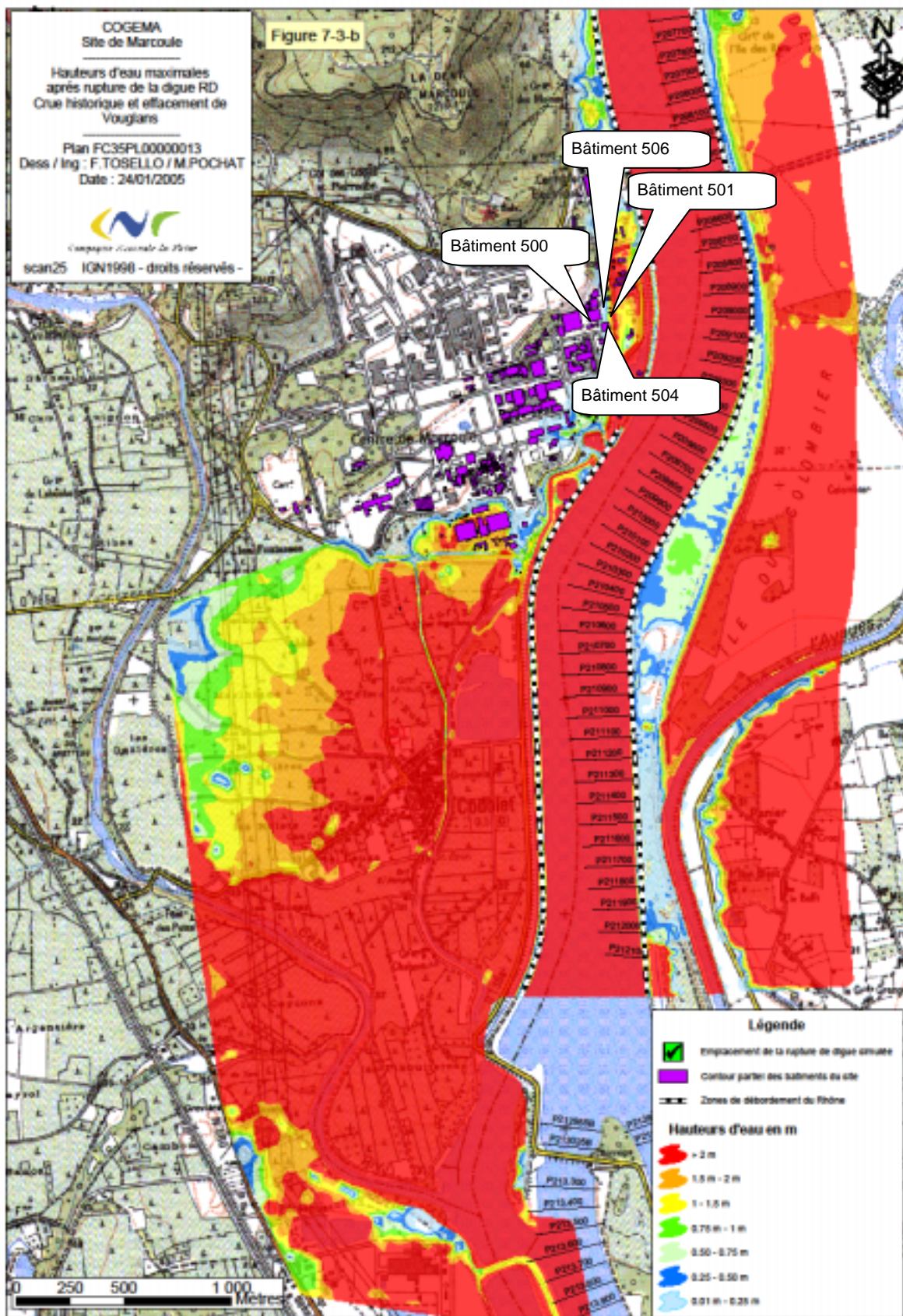
Aucune disposition complémentaire n'est à prévoir concernant le risque d'inondation étant donnés les niveaux de crue qu'il faudrait atteindre pour endommager les SSCC cités au tableau précédent.

6.2.7 Identification des éléments aggravants pour les scénarios

Le cas de la rupture de la digue rive droite entraînerait au maximum une crue d'une hauteur équivalente à celle du Rhône en amont du contre-canal (au droit de la centrale PHENIX). Cette hauteur d'eau est évaluée à 38,63 m NGF et reste inférieure à celle de la plateforme MELOX située à 40 m NGF (marge de 1,37 m). La modélisation ci-dessous représente les niveaux d'eau ainsi que leurs répartitions.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 140/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Figure 25 : Modélisation des niveaux d'eau après rupture de la digue rive droite du Rhône



Une écluse/barrage est située sur le Rhône en amont de l'installation MELOX. Leurs positions sont représentées sur la carte ci-dessous :

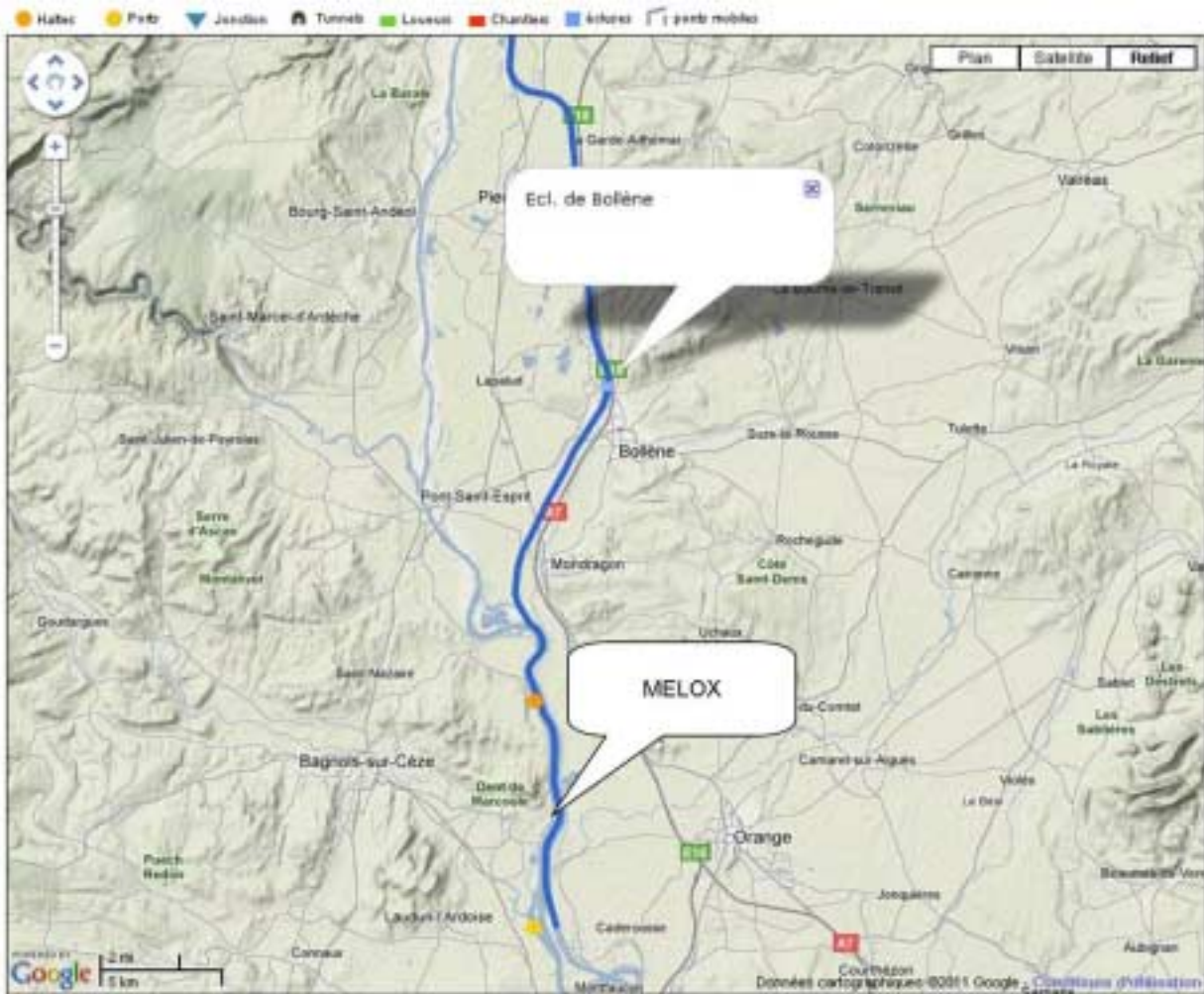


Figure 26 : Positionnement de l'écluse/barrage de Bollène par rapport à MELOX

L'effacement de l'écluse/barrage de Bollène (retenue d'eau d'une hauteur de 23 m) aurait pour conséquence un effet de vague.

Une vague produite par l'effacement de la retenue d'eau au niveau de Bollène se déverserait préférentiellement sur la rive gauche, n'atteignant pas le niveau 40 m NGF de la plateforme MELOX.

De plus, le tracé du Rhône entre l'usine MELOX et l'écluse est sinueux. Une vague d'une hauteur supérieure à la digue rive droite se déverserait dans la plaine située au Sud-Est de Pont Saint-Espirit. Le relief (dent de Marcoule, en amont de l'établissement MELOX) protégerait alors le site de l'installation MELOX de ce type de vague.

Concernant le risque d'explosion de la plateforme gaz, celle-ci est située sur la plateforme MELOX (40 m NGF) et est plus éloignée du Rhône que les bâtiments nucléaires. La plateforme ne constitue ni une cible vis-à-vis des inondations d'un niveau correspondant à la CMS (36,65 m NGF), ni vis-à-vis des scénarios aggravants de rupture de digue ou d'effacement de barrage. Pour information, le scénario d'explosion de la plateforme gaz de l'usine MELOX est étudié aux chapitres 5 et 7.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 142/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Concernant la prévention du risque de criticité, celle-ci est assurée même dans le cas d'une hauteur d'eau très importante, tant que les assemblages et crayons restent en place respectivement au sein de leurs travées et modules d'entreposage.

Concernant le risque de court-circuit dû à une inondation, la crue devrait être d'un niveau supérieur à celui de la plateforme MELOX (40 m NGF) et aux aboutissants des équipements électriques.

Les panneaux de conduite de sauvegarde sont situés au niveau 40,30 m NGF dans le bâtiment 506. Ces panneaux sont mis sous tension uniquement en présence de personnel.

Les locaux électriques de sauvegardes du bâtiment 504 sont situés au niveau 40,60 m NGF. L'incendie résultant d'un court-circuit, dû à la présence d'eau dans ces locaux, endommagerait les armoires électriques de sauvegarde. En cas de situation de sauvegarde, l'installation se retrouverait dans une configuration de perte d'alimentation électrique entraînant une perte de refroidissement ultime. Cette situation est traitée dans le chapitre 8.

La coupure des voies de communications entraînerait une isolation du site de l'établissement MELOX, empêchant l'acheminement de toute aide extérieure par la route. Cependant, la formation locale de sécurité du site de Marcoule peut apporter son soutien matériel et humain aux équipes de l'usine MELOX, le site de Marcoule disposant de voies de communication avec le site de MELOX. Les voies de communications sont présentées au chapitre 2. L'utilisation des différentes voies de communication en situation d'inondation est présentée au chapitre 9.

Aucune disposition complémentaire n'est à prévoir concernant le risque d'inondation étant donnés les niveaux de crue qu'il faudrait atteindre pour endommager les SSCC cités au tableau précédent. Par jugement d'ingénieur, ces niveaux ne sont hydrologiquement pas atteignables compte tenu de la largeur de la plaine.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 143/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

7 PROTECTION VIS-A-VIS DES AUTRES RISQUES NATURELS EXTREMES

7.1 Conditions météorologiques extrêmes liées à l'inondation

7.1.1 Niveaux de la nappe phréatique

Le suivi de la nappe sous et autour du site de Marcoule indique sur une période de 10 ans un niveau moyen de 30,57 m NGF avec un niveau maximal enregistré de 33,37 m NGF et minimal enregistré de 25,82 m NGF.

Sous l'installation MELOX, au droit des fosses :

- Le niveau moyen enregistré est de 29,98 m NGF,
- Le niveau maximal enregistré est de 31,15 m NGF.

7.1.2 Dimensionnement de l'usine MELOX vis-à-vis de la nappe phréatique

L'étanchéité des bâtiments nucléaires et des bâtiments auxiliaires vis-à-vis du sous-sol et de la nappe phréatique est assurée :

- Par le radier de chaque bâtiment réalisé en béton et situé au-dessus de la nappe phréatique,
- Par les fosses du bâtiment 500 situées sous le radier général également réalisées en béton et dont les parements cachés au contact des terres comportent deux couches de produit bitumineux :
 - Le local de montage, nettoyage et contrôle des assemblages abrite deux types de fosses :
 - une fosse (5,60 m de profondeur, soit 34,70 m NGF béton fini) dont l'étanchéité est assurée par le fond recouvert d'une peau en acier inoxydable et par un revêtement épais armé et étanche sur les parois,
 - trois autres fosses (5,50 m de profondeur, soit 34,80 m NGF béton fini) dont l'étanchéité est assurée par un revêtement intérieur,
 - Les fosses d'expédition d'assemblages AS91 (9,55 m de profondeur, soit 30,75 m NGF béton fini) et AS92 (8,30 m de profondeur, soit 32,00 m NGF béton fini) sont construites au moyen de berlinoises qui comportent du béton projeté avec cuvelage interne et protection cathodique externe de la cuve au contact des terres,
- Par la fosse contenant la cuve d'effluents de faible activité dans le bâtiment 506 (3,20 m de profondeur, soit 37,10 m NGF béton fini) qui est recouverte d'une peau en acier inoxydable assurant son étanchéité,
- Par les fosses contenant les cuves de gazole des groupes électrogènes diesel de sauvegarde (4,40 m de profondeur, soit 36 m NGF béton fini).

Toutes les structures de l'usine MELOX sont étanches jusqu'au niveau du radier, niveau auquel est encore ajouté la hauteur des seuils de porte. Ceci prémunit de toute entrée d'eau dans l'installation MELOX via un ouvrant due à une montée de la nappe phréatique. Par rapport au niveau moyen de la nappe (30,57 m NGF), la marge est de 9,73 m. Par rapport au niveau maximal enregistré (33,37 m NGF au 03/12/2003), la marge est de 6,93 m.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 144/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

7.1.3 Pluies de référence de dimensionnement de l'usine MELOX

L'implantation d'un réseau de canalisations dimensionnées à partir du niveau de précipitation des eaux pluviales correspondant à une période de retour de 100 ans limite le risque d'inondation des bâtiments de l'installation.

Les pluies de référence prises en compte sont décrites dans le tableau suivant :

Période de retour (ans)	Durée			
	6 min	15 min	30 min	1 h
10	16 mm	28 mm	45 mm	68 mm
100	24 mm	41 mm	68 mm	105 mm

Tableau 37 : Station pluviométrique de Nîmes-Courbessac – Précipitations maximales ajustées sur la période 1964-1992

Remarque : Les valeurs du tableau ci-dessus sont extraites du graphe hauteurs/Durées/Fréquences communiqué par les services de la Météorologie Nationale de Nîmes-Courbessac.

7.1.4 Dimensionnement de l'usine MELOX vis-à-vis des pluies torrentielles

Le réseau de collecte des eaux pluviales et les descentes des eaux pluviales des terrasses des bâtiments nucléaires sont dimensionnés selon les pluies de référence présentées dans le tableau précédent.

Il n'y a pas de problématique liée à l'accumulation des eaux de pluies sur le site de MELOX : celui-ci n'est pas équipé de bassin de rétention des eaux pluviales et les eaux collectées sont directement acheminées vers l'exutoire situé à l'est des bâtiments, avant d'être rejetées dans le contre-canal via la lône.

Aucun cas de déversement sur la chaussée proche des ouvrants des bâtiments nucléaires n'est observé lors de la modélisation représentant le réseau d'évacuation des eaux de pluies soumis aux pluies de référence de dimensionnement de l'installation MELOX.

Les quelques points d'engorgements du réseau de canalisations en des points éloignés des ouvrants des bâtiments nucléaires sont repris par la pente naturelle du terrain qui permet l'écoulement des eaux en surface, vers l'Est des bâtiments. Ces quelques points d'engorgement apparaissent lorsque le réseau est soumis à une pluie centennale.

Ces dispositions, associées à l'étanchéité des parties basses des bâtiments nucléaires et des bâtiments auxiliaires par ajout de seuils au droit des ouvertures, permettent l'écoulement des eaux sans que des entrées d'eau dans les installations ne soient à craindre.

En particulier, un système de récupération des eaux pluviales installé devant les locaux transformateurs du bâtiment 504 et l'implantation de seuils dans certains locaux de ce bâtiment limitent le risque d'inondation.

7.1.4.1 Dimensionnement des ouvertures

Les ouvertures des sas camions sont fermées par des portes motorisées étanches à la pluie fouettante.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 145/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les issues de secours des bâtiments nucléaires donnent dans une coursive en charpente métallique, fermée par un bardage étanche à l'eau. Cette coursive est elle-même munie de seuils. Les locaux électriques de sauvegarde de l'extension du bâtiment 500 donnant sur l'extérieur sont non inondables. Les accès depuis l'extérieur sont surélevés par rapport au niveau de la route (environ 1 m), ce qui empêche toute entrée d'eau.

Le couloir donnant accès aux locaux de conduite de sauvegarde du bâtiment 506 ainsi qu'aux salles électriques sauvegardées est surélevé par rapport à la route (environ 15 cm).

7.1.4.2 Dimensionnement des galeries de liaisons

L'étanchéité entre les voiles des galeries de liaisons et les bâtiments est assurée par des joints, munis de protections (capotages).

7.1.4.3 Dimensionnement des trémies

Les rebouchages effectués autour des traversants de voiles et toitures possèdent les mêmes caractéristiques d'étanchéité que les éléments de structure environnante.

Dans le cas de présence de rebords au droit de la traversée, ceux-ci sont munis de revêtement étanche.

7.1.4.4 Dimensionnement des groupes frigorifiques

Concernant le refroidissement du local d'entreposage de crayons de l'extension du bâtiment 500, les groupes frigorifiques redondants voie A/voie B sont séparés géographiquement. Un groupe frigorifique parmi les deux est installé au sol entre le bâtiment 500 et son extension. Il est surélevé (environ 50 cm) afin d'empêcher tout risque de noyage. L'autre groupe frigorifique est situé en toiture de l'extension du bâtiment 500 et est également surélevé par rapport à la toiture (environ 50 cm).

Concernant le refroidissement du local d'entreposage d'assemblages du bâtiment 500, celui-ci est réalisé par un dispositif identique à celui évoqué précédemment pour l'entreposage de crayons. Un groupe frigorifique parmi les deux est installé au sol entre le bâtiment 500 et son extension. Il est surélevé (environ 20 cm) afin d'empêcher tout risque de noyage. L'autre groupe frigorifique est situé au sud du bâtiment 500. Il est également surélevé par rapport à la plateforme (environ 80 cm).

Ces dispositions garantissent la permanence d'un des groupes frigorifiques pour ces entreposages même en cas de pluies torrentielles extrêmes.

Ainsi, pour ces deux entreposages, la perte d'un groupe frigorifique, bien que surélevé, n'entraîne pas la perte de la fonction de refroidissement maintenue alors par le deuxième groupe frigorifique.

Pour mémoire, les groupes frigorifiques destinés au conditionnement d'air sont également situés en surélévation (environ 70 cm par rapport à la route).

7.1.4.5 Dimensionnement des terrasses des bâtiments nucléaires

Les terrasses sont protégées par systèmes multicouches et sont entretenues.

De plus, les descentes d'eaux pluviales sont correctement dimensionnées et maintenues.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 146/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

7.2 Dimensionnement de l'usine MELOX aux vents

Le vent peut avoir un impact sur la tenue mécanique des structures et également entraîner des variations de pressions dans les circuits de ventilation.

Les actions climatiques du vent sont définies par les règles NV65 révisées 1976.

Les hypothèses retenues concernant les pressions dynamiques de base à 10 m du sol sont :

- vent normal : $P = 90 \text{ daN.m}^{-2}$ (900 Pa) soit entre 27 et 35 m.s^{-1} ,
- vent extrême : $P = 157,5 \text{ daN.m}^{-2}$ (1575 Pa) soit entre 40 et 50 m.s^{-1} .

Le génie civil des bâtiments nucléaires n'est pas concerné du fait de son dimensionnement vis-à-vis de cas de charge plus contraignant comme l'impact d'un moteur de CESSNA.

L'effet de pression du vent sur les structures de l'installation MELOX se limite aux cheminées des bâtiments. Leur faible élancement obtenu par un chapeau de diffusion les rend moins sensibles au vent.

Ces cheminées ainsi que leurs ancrages sont dimensionnés pour résister aux conditions climatiques extrêmes.

Vis-à-vis des systèmes de ventilation, les entrées et sorties d'air et les prises de référence atmosphérique sont conçues et positionnées de manière à minimiser les effets de la force et de la direction du vent.

7.3 Dimensionnement de l'usine MELOX à la neige

La neige peut avoir un impact sur la tenue mécanique des toitures compte tenu de la charge engendrée.

Les actions climatiques de la neige sont définies par les règles N84.

Le site étant situé en région C, à une altitude inférieure à 200 m, les surcharges considérées sont en simple chargement :

- surcharge normale : 45 daN.m^{-2} (450 Pa),
- surcharge extrême : 75 daN.m^{-2} (750 Pa).

Le dimensionnement de l'ensemble des bâtiments nucléaires et des bâtiments auxiliaires intègre la charge de neige à prendre en compte sur les toitures.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 147/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

7.4 Adéquation du dimensionnement de l'usine MELOX vis-à-vis des conditions climatiques extrêmes

Concernant le risque lié à la montée de la nappe phréatique, le retour d'expérience des mesures faites sur 10 ans montrent que le niveau maximal atteint par la nappe suite à de fortes précipitations a été mesuré à 33,37 m NGF (03/12/2003). La plateforme MELOX située à 40,00 m NGF, sur laquelle les bâtiments nucléaires ainsi que les bâtiments abritant les groupes électrogènes diesel de sauvegarde et la conduite de l'installation en situation de sauvegarde, permet une marge vis-à-vis de la montée de la nappe de 6,93 m.

Concernant le risque lié aux pluies torrentielles, les valeurs des données de dimensionnement initiales sont du même ordre de grandeur que celles mise à jour par METEOFRANCE prenant en compte les phénomènes des dix dernières années (nouvelle période : 1964-2009) avec un intervalle de confiance de 95%. En effet, la valeur dimensionnante pour le réseau de canalisation d'évacuation des eaux pluviales est le débit pour des pluies d'une durée variant de 6 minutes à 1 heure. Le tableau suivant présente les nouvelles valeurs des pluies de référence à prendre en compte (période de retour de 100 ans) :

Durée	6 mn	15 mn	30 mn	1 h
Pluie de référence (mm)	21,5	41,7	67,0	112,1

Tableau 38 : Station pluviométrique de Nîmes-Courbessac – Précipitations maximales ajustées sur la période 1964-2009

Les données pluviométriques du tableau précédent ne remettent pas en cause les données de dimensionnement pour le réseau d'évacuation des eaux de pluies du site MELOX.

Les 8 et 9 septembre 2002, un « épisode cévenol » a concerné les départements du Gard, du Vaucluse et de l'Hérault. Ce phénomène météorologique, d'une grande violence et d'une rare longueur, a provoqué des précipitations qui en certains points des départements concernés, ont atteint 670 mm d'eau en 31 heures (moyenne de 22 mm/h).

Lors d'une ronde, il a été constaté la présence d'eau dans la coursive du bâtiment 500, ainsi que dans les deux couloirs et une salle. Les entrées d'eau n'ayant pas eu lieu dans des locaux hors d'eau, cet épisode cévenol n'a eu aucune conséquence. Ces fuites provenaient de défauts d'étanchéité de la coursive EST et SUD (Traversée de tuyauteries dans le bardage, passage de chemin de câbles...). L'eau cheminait sur le sol de la coursive et s'est introduite dans le bâtiment 500 par les seuils des portes de liaison avec la coursive. Les locaux concernés ont été séchés, un renforcement de l'étanchéité de la coursive et la création dans la coursive d'un caniveau de récupération au droit des portes de liaisons, caniveau équipé d'un puisard pour pouvoir effectuer un pompage ont été effectués.

En 2003, un « épisode cévenol », du même ordre d'intensité que celui de 2002, n'a pas donné lieu à des infiltrations dans les installations.

Concernant les vents extrêmes, ceux-ci auraient pour conséquence une perturbation de la ventilation. Le confinement dynamique serait perturbé.

Cependant, le confinement statique ne serait pas impacté. En effet, la tenue de la cheminée est garantie du fait de son dimensionnement et de sa faible prise au vent. Aucun épisode de vents violents n'a jusqu'à présent eu pour conséquence la dégradation des SSCC définis au chapitre 4.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 148/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

7.5 Situations climatiques extrêmes susceptibles de dégrader les SSCC

Des pluies torrentielles d'un niveau supérieur aux pluies extrêmes de dimensionnement (pluies centennales) pourraient impacter les SSCC identifiés au chapitre 6 § 6.2.5.

La hauteur d'eau non évacuée supplémentaire à considérer doit être supérieure à 50 cm de manière à impacter les cibles identifiées (groupes frigorifiques).

Le fait de perdre les groupes de refroidissement simultanément sur les deux voies entraîne la perte de la fonction de refroidissement des entreposages. Ce scénario est traité au chapitre 8.

Les groupes de refroidissement sont situés à l'extérieur des bâtiments et bien que surélevés par rapport au sol ou au toit pourraient être noyés par une accumulation d'eau au niveau du sol et du toit.

Les groupes électrogènes diesel de sauvegarde sont situés dans deux locaux différents ne communiquant pas au moyen de portes vers l'extérieur. Ces locaux sont équipés de trémies d'arrivée d'air munies de grilles pare pluie.

Les groupes électrogènes sont fixés sur une dalle surélevée par rapport au plancher du local de 40 cm. Les groupes électrogènes sont découplés de la dalle afin d'assurer son fonctionnement après un séisme. Ce découplage est réalisé à partir d'un système d'amortisseurs d'une vingtaine de centimètres de hauteur. Les groupes électrogènes sont donc à l'abri des pluies torrentielles.

Les cuves de fioul pour les groupes électrogènes diesel de sauvegarde sont situées dans une fosse dont l'accès est muni de rebords avec revêtement étanche (environ 15 cm de hauteur), l'accès étant lui-même surélevé d'environ 15 cm par rapport à la route.

La trappe d'accès est fermée et donc surélevée d'une trentaine de centimètres par rapport à la route. Des infiltrations d'eau dans la fosse restent cependant possibles, mais au sein de la fosse, les cuves sont situées sur des massifs d'une hauteur de 30 cm.

La porte du couloir donnant accès aux locaux de conduite de sauvegarde du bâtiment 506 n'est pas équipée de seuil de porte. Cependant, cet accès est surélevé de 15 cm par rapport à la route. Le faux plancher en décaissé par rapport à la porte et situé le long du couloir permettrait de récupérer les éventuelles infiltrations d'eau, empêchant l'eau de se propager dans les locaux de conduite de sauvegarde.

Des vents d'un niveau supérieur aux vents extrêmes de dimensionnement pourraient impacter les SSCC identifiés au chapitre 4. En effet, la cheminée est sensible à ce genre de phénomène. La chute de la cheminée sur la troisième barrière de confinement statique n'engendrerait pas de dégradation de la troisième barrière dimensionnée à l'impact d'un moteur de CESSNA, permettant ainsi de maintenir la fonction de confinement statique. Cependant la perte de la cheminée conduit à la perte de la fonction de contrôle des rejets.

Le cas particulier des tornades est étudié ci-après par jugement d'ingénieur.

Dans le cas particulier d'une tornade, celle-ci se développerait préférentiellement en champ libre c'est à dire le long du Rhône. Le retour d'expérience concernant la tornade vérifiée bien ce phénomène de cheminement parallèle au Rhône, entre celui-ci et la plateforme MELOX, sur la zone de parking du site MELOX. Dès lors que le trajet emprunté par la tornade s'éloigne du Rhône pour s'enfoncer dans les terres, la puissance de celle-ci diminue jusqu'à son épuisement.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 149/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

La plateforme MELOX étant située en hauteur et accueillant les différents bâtiments (dont les bâtiments nucléaires), le champ n'est pas qualifiable de libre mais plutôt d'encombré. Cette situation est défavorable à la progression d'une éventuelle tornade qui aurait pris naissance sur le Rhône.

La tornade mettrait en mouvement des objets (appelés projectiles) pouvant impacter les SSCC réalisant les fonctions importantes de sûreté. La puissance de la tornade envisageable ne permettrait pas de projeter des projectiles au dessus du niveau de 3,60 m (1^{er} niveau des bâtiments nucléaires). Les SSCC concernés sont :

- les parois constituant la troisième barrière statique des bâtiments nucléaires,
- les portes situées en troisième barrière de confinement statique des bâtiments nucléaires,
- une partie des cheminements des câbles de sauvegardes,
- et les groupes frigorifiques implantés en extérieur sur la plateforme MELOX.

Les vannes situées en limite de bâtiment et participant au confinement statique du bâtiment sont situées :

- à une hauteur supérieure à celle du 1^{er} niveau des bâtiments nucléaires pour celles en extérieur,
- à hauteur d'homme pour celles derrière un bardage (coursives).
- Certaines d'entre elles bénéficient d'un effet de masque de la part des ouvrages de génie civil. Elles sont donc hors de portée d'éventuels projectiles. De plus, les premières et deuxièmes barrières de confinement statique situées à l'intérieur des bâtiments nucléaires ne peuvent pas être détériorées par une tornade. La fonction de confinement statique est donc toujours assurée. Les vannes situées en bordure de bâtiment nucléaire ne sont donc pas considérées comme des cibles dans la suite du document.

Les voiles périphériques des bâtiments nucléaires constituant la troisième barrière de confinement statique sont dimensionnés vis-à-vis de l'impact d'un moteur de CESSNA. Leurs dimensionnements leur permettent de résister à l'impact d'un projectile de tornade.

Concernant les portes en troisième barrière de confinement statique et situées à un niveau inférieur à celui du premier niveau des bâtiments nucléaires, celles-ci permettent :

- l'accès des camions via des sas. Ces sas sont prévus pour être ouverts vers l'extérieur.
- l'accès aux locaux des transformateurs de l'extension du bâtiment 500. Ces locaux ne contiennent ni matière radioactive, ni systèmes et composants clés participant aux fonctions importantes pour la sûreté.
- l'accès aux locaux électriques de sauvegarde de l'extension du bâtiment 500. Ces portes ont été calculées pour résister au scénario de dimensionnement de l'explosion d'hydrogène provenant de la plateforme gaz de l'usine MELOX. Ces locaux ne contiennent pas de matière radioactive.
- des coursives d'évacuation, extérieures aux bâtiments nucléaires. L'atteinte d'une coursive par une tornade est sans conséquence sur la sûreté de l'installation.
- La détérioration d'une porte par un projectile de tornade n'aurait donc pas de conséquence.

En cas de situation de sauvegarde, la perte d'une partie des cheminements des câbles de sauvegarde par projection d'un projectile de tornade entraînerait l'incapacité à alimenter électriquement certains systèmes et composants clés permettant la mise à l'état sûr de l'installation. Le principe de séparation des voies de sauvegarde (cheminements distincts entre la voie A et la voie B) permet d'exclure que celles-ci ne soient détériorées en même temps. Toutefois, même si la perte des deux voies est délibérément postulée, ceci reviendrait à étudier les scénarios de perte totale d'alimentation électrique et de perte de refroidissement ultime (le refroidissement est assuré par des équipements actifs alimentés électriquement). Ces scénarios sont étudiés au chapitre 8 §8.1.6 et 8.3.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 150/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les groupes frigorifiques des entreposages de crayons et d'assemblages sont séparés afin d'éviter une défaillance de la fonction de refroidissement par la perte des deux groupes frigorifiques vis-à-vis d'une agression comme l'impact d'un moteur de CESSNA.

Les groupes frigorifiques de l'entreposage de crayons sont situés pour l'un au niveau de la plateforme MELOX (40 m NGF), pour l'autre sur la terrasse de l'extension du bâtiment 500 (niveau supérieur au 1^{er} niveau des bâtiments nucléaires). Un seul groupe frigorifique permet d'assurer la fonction de refroidissement. La perte par l'impact d'un projectile de tornade du groupe frigorifique situé au niveau de la plateforme n'entraîne donc pas la perte de la fonction de refroidissement de l'entreposage de crayons de l'extension du bâtiment 500.

Les groupes frigorifiques de l'entreposage d'assemblages sont situés au niveau de la plateforme MELOX. Leur séparation permet d'éviter que des projectiles de tornade n'impactent pas à la fois les deux groupes frigorifiques. Toutefois, dans l'éventualité où plusieurs projectiles de tornade impacteraient les deux groupes frigorifiques, la fonction de refroidissement serait perdue. Ce scénario est étudié au chapitre 8 § 8.1.6.

Des chutes de neiges extrêmes au-delà du dimensionnement pourraient endommager par une charge excessive la toiture des bâtiments nucléaires. Cependant, le cas de charge de chute de neige extrême reste couvert par les autres cas de charge de l'usine. De plus, en cas d'épisode exceptionnel, l'accès aux terrasses est possible et des rondes sont réalisées afin de s'assurer que des phénomènes de gel n'initient pas des détériorations des équipements actifs tels que les groupes frigorifiques. Enfin, les accès internes à l'usine sont maintenus dégagés et praticables.

7.6 Conclusion sur la robustesse vis-à-vis des risques naturels extrêmes

Dans le cadre du réexamen de sûreté de l'installation MELOX, le dimensionnement des descentes des eaux pluviales des terrasses des bâtiments nucléaires est revérifié en prenant en compte des situations pénalisantes et apportant ainsi des résultats complémentaires.

La situation des équipements participant à la mise à l'état sûr de l'installation MELOX est satisfaisante au regard des risques naturels extrêmes. Aucune disposition particulière n'est à mettre en place.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 151/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

7.7 Cumul séisme dépassant le séisme de dimensionnement et inondation induite

Un séisme dépassant le séisme de dimensionnement pourrait avoir comme conséquence la création d'entrées d'eau dans les différents bâtiments suite à une dégradation de la troisième barrière :

- via un phénomène de fissuration du béton,
- via les portes et seuils de porte qui n'assureraient plus leurs fonctions d'étanchéité.

Une inondation, induite par le séisme dépassant le séisme de dimensionnement, proviendrait de la rupture d'un barrage sur le Rhône, en amont du site MELOX. L'effacement du barrage de Vouglans et de la retenue d'eau située à Bollène est pris en compte dans le chapitre 6. Les niveaux d'eau atteints restent inférieurs à celui de la plateforme MELOX située à 40 m NGF :

- Le tracé du Rhône entre le site MELOX et l'écluse de Bollène est sinueux. Une vague d'une hauteur supérieure à la digue rive droite se déverserait dans la plaine située au Sud-Est de Pont Saint-Esprit. Le relief (dent de Marcoule, en amont du site MELOX) protégerait alors le site MELOX de ce type de vague. La vague arriverait donc très atténuée et n'impacterait pas les bâtiments nucléaires du site MELOX, situés sur une plateforme à 40 m NGF,
- La différence de hauteur entre les digues rive gauche et rive droite favorise un déversement du Rhône côté rive gauche, la plaine de Caderousse étant le bassin de déversement historique, limitant par la même la hauteur de crue à 37,50 m NGF et complétant ainsi la disposition de surélévation des bâtiments.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 152/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

8 PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES ET/OU DES SYSTEMES DE REFROIDISSEMENT

8.1 Perte de l'alimentation électrique et/ou des systèmes de refroidissement

8.1.1 Perte de l'alimentation électrique

L'énergie électrique est nécessaire au fonctionnement du procédé de l'usine MELOX ainsi qu'aux systèmes intervenant pour la protection de l'outil de travail, la sécurité du personnel et le maintien à l'état sûr de l'installation.

L'énergie électrique peut être fournie à partir de trois sources distinctes :

- l'alimentation normale 5,5 kV (Réseau RTE public, via le poste source du site de Marcoule) comportant deux alimentations indépendantes et redondantes, fournissant du 380 V après transformation,
- l'alimentation de secours 380 V (propre à l'usine) utilisée en cas de perte de l'alimentation normale. Elle est produite par deux groupes électrogènes diesel de secours provisoires en remplacement du groupe initial, en attendant la mise en service en 2012 soumise à procédure réglementaire d'autorisation de la mesure pérenne de remplacement. Celle-ci assurera des fonctionnalités et des performances améliorées en terme de marge de puissance (Cf. chapitre 3). Un seul groupe électrogène de secours sera capable d'alimenter la totalité des équipements sauvegardés, assurant ainsi la sûreté de l'installation. Cette alimentation électrique garantit, outre l'état sûr de l'installation, la sécurité du personnel, la protection de l'outil de travail ainsi que la qualité du produit,
- l'alimentation de sauvegarde 380 V (propre à l'usine) utilisée en cas de perte des alimentations normales et de secours. Elle comporte deux voies indépendantes et redondantes. Elle est produite par deux groupes électrogènes diesel de sauvegarde chacun alimentant une voie. L'alimentation par une seule des deux voies permet de garantir l'état sûr de l'installation (Cf. chapitre 4 § 4.2).

La conduite normale et secourue de l'installation s'effectue depuis les postes centralisés des locaux « procédé » et du Poste de Surveillance Générale.

La conduite de sauvegarde s'effectue depuis les deux postes de conduite de sauvegarde (situés au bâtiment 506), indépendants, redondants et dimensionnés au séisme. Chaque poste de conduite est dédié à la conduite d'une seule voie de sauvegarde.

Pour garantir la continuité de l'alimentation électrique durant le passage d'une source à une autre, des réseaux permanents sont présents (Cf. §8.1.5 du présent chapitre).

Les systèmes et composants clés permettant le maintien à l'état sûr de l'installation sont alimentés par les alimentations normales, de secours et de sauvegarde.

8.1.2 Réseau public

L'installation MELOX bénéficie d'un régime spécial lié à la qualité du site de Marcoule comme site d'importance vitale.

Pour fiabiliser la disponibilité de la source d'énergie, les deux voies normales sont raccordées respectivement au tableau principal haute-tension "normal" et "secours".

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 153/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

L'une des voies est en service, l'autre est en attente. Le passage d'une voie sur l'autre se fait automatiquement en cas de défaillance de la voie en service. De plus, en cas de dysfonctionnement de l'automatisme, le passage d'une ligne RTE à l'autre est possible par intervention manuelle via la conduite normale, la conduite de sécurité ou à partir des tableaux électriques.

8.1.3 Réseau d'alimentation de secours

En cas de perte totale du réseau public (perte des deux voies), ou de détérioration des éléments de distribution (tableaux électriques, câbles...), le passage sur l'alimentation de secours se fait automatiquement. En cas de dysfonctionnement de l'automatisme, le passage du réseau public au réseau de secours est possible par intervention manuelle à partir des armoires électriques des groupes électrogènes diesel de secours.

Le réseau d'alimentation de secours est constitué de deux sources de production d'énergie électrique interne (deux groupes électrogènes diesel 380 V de secours en attendant la mise en service des groupes définitifs prévue en janvier 2012) et d'organes de distribution (tableaux électriques) séparés physiquement des organes de distribution du réseau normal pour éviter le risque de défaillance par mode commun.

Pour pallier une perte du réseau de secours :

- les moyens de contrôle-commande des groupes électrogènes sont alimentés par un ensemble chargeur-batterie raccordé sur le tableau des auxiliaires du groupe,
- la capacité de la cuve de stockage de gazole des groupes provisoires correspond à une autonomie d'environ 10 h. Elle peut être reliée à la cuve du groupe de secours initial assurant une autonomie minimale initiale de 48h. Les groupes provisoires consommant moins, l'autonomie assurée par toutes les cuves est supérieure à 58 h,
- pour pallier des conditions climatiques extrêmes, le gazole utilisé est de type FOD à haute tenue au froid (- 17°C), ce qui évite la formation de paraffine,
- le réseau d'alimentation en gazole est doublé et complété par une pompe manuelle,
- le démarrage des groupes électrogènes diesel est assuré par un système de démarrage électrique sur batterie,
- l'huile des groupes électrogènes diesel est maintenue chaude de façon permanente (système d'eau préchauffée électriquement, puis d'échangeur eau/huile),
- une maintenance périodique et préventive est réalisée sur les groupes électrogènes diesel.

Enfin, en cas de perte du groupe de secours, une arrivée est disponible et accessible pour qu'un groupe mobile de dépannage externe puisse être raccordé au tableau électrique associé aux groupes électrogènes de secours.

8.1.4 Réseau d'alimentation de sauvegarde

En cas de perte de l'alimentation de secours ou de détérioration des éléments de distribution, seuls les équipements assurant l'état sûr de l'installation sont repris par l'alimentation de sauvegarde.

Lors du passage en conduite de sauvegarde, les disjoncteurs situés sur les tableaux électriques des alimentations électriques normales et de secours sont ouverts automatiquement pour éviter les incendies.

Le réseau d'alimentation de sauvegarde est constitué de deux voies A et B identiques, redondantes, indépendantes et séparées physiquement. Chacune de ces voies est constituée :

- d'une source de production d'énergie électrique interne (un groupe électrogène diesel 380V et une cuve de gazole par voie),
- d'organes de distribution (tableaux, câbles de sauvegarde...),
- de pupitres de conduite.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 154/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Chacun de ces éléments constituant une voie de sauvegarde est dimensionné pour résister au séisme (Cf. chapitre 5). L'alimentation de sauvegarde est donc garantie même en cas de perte d'une des 2 voies, la deuxième voie compensant la perte de la première voie. La perte de fourniture en énergie électrique de sauvegarde de l'une des voies peut provenir d'une défaillance interne du groupe diesel électrogène et de ses auxiliaires.

Les dispositions préventives mises en place pour chaque groupe sont les suivantes :

- les moyens de contrôle-commande du groupe sont alimentés par un ensemble chargeur/batteries raccordé sur le tableau des auxiliaires du groupe,
- la capacité de la cuve de stockage de gazole correspond à une autonomie minimale de 7 jours,
- les tuyauteries implantées à l'extérieur des bâtiments sont calorifugées et tracées électriquement afin de prévenir tout risque de gel du gazole,
- une pompe manuelle (en secours mécanique) est installée parallèlement à la pompe électrique,
- le démarrage du groupe électrogène diesel est assuré par une batterie et un compresseur (en secours mécanique des batteries), fournissant de l'air comprimé pour le démarrage pneumatique éventuel,
- l'huile des groupes électrogènes diesel est maintenue chaude de façon permanente (système d'eau préchauffée électriquement, puis d'échangeur eau/huile),
- une maintenance périodique et préventive est réalisée sur les groupes électrogènes diesel.

De plus, en cas de perte de la fonctionnalité du groupe électrogène diesel, une arrivée est disponible et accessible sur chaque voie pour qu'un groupe externe de dépannage puisse être raccordé au tableau électrique associé à chacun des groupes électrogènes de sauvegarde.

Dans chaque poste de conduite de sauvegarde, sur chaque panneau de pupitres de conduite de sauvegarde voie A et voie B, un pupitre est dédié à l'installation électrique générale.

Chaque local de conduite de sauvegarde est équipé d'un système de climatisation dédié, sauvegardé électriquement et dimensionné au séisme.

L'opérabilité des éléments sauvegardés et l'accès aux bâtiments nucléaires et bâtiments auxiliaires restent possibles post-séisme.

En situation de sauvegarde la production est arrêtée, évitant en particulier les risques liés au travail en boîtes à gants (BàG).

8.1.5 Réseaux permanents

Des réseaux permanents constitués d'ensembles batterie/onduleur permettent en particulier de garantir la continuité de l'alimentation électrique lors du passage entre les sources d'alimentation :

- de l'alimentation électrique normale à l'alimentation de secours,
ou
- de l'alimentation de secours à l'alimentation de sauvegarde,
ou
- d'une voie de sauvegarde à une autre.

Ils permettent également de garantir l'alimentation de certains équipements secourus et/ou sauvegardés dont la détection Incendie, la détection de criticité, le contrôle de radioprotection, les systèmes de communication avec une autonomie variant de 8h à 24h. La perte de ces équipements n'entraînerait pas d'impact vis-à-vis de l'environnement.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 155/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

La perte de l'alimentation électrique des équipements de contrôle de radioprotection implique l'évacuation du personnel des ateliers d'exploitation, avec interdiction d'accès à ces ateliers. Des moyens mobiles avec batterie intégrée permettent de contrôler le personnel évacuant l'installation.

Des moyens permettant de pallier la perte de ces moyens de détection et de surveillance sont présentés dans le chapitre 9.

8.1.6 Robustesse du dimensionnement de l'usine MELOX

Selon le principe de la défense en profondeur, la diversification des sources d'alimentation permet de répondre à la perte successive des sources électriques.

L'ensemble des passages entre les différentes sources d'alimentation électriques sont décrits dans des procédures internes.

L'usine MELOX dispose de moyens permettant d'assurer une autonomie électrique (7 jours par voie de sauvegarde, pouvant être prolongés à la suite d'un réapprovisionnement en gazole) des systèmes et composants clés assurant des fonctions actives sauvegardées (Cf. chapitre 4 §4.2).

Le scénario de perte de la fourniture électrique totale (perte de la fourniture électrique de sauvegarde) entraîne la perte des fonctions sauvegardées identifiées au chapitre 4 et en particulier du confinement dynamique (arrêt des ventilateurs), du refroidissement (arrêt des ventilateurs, des groupes frigorifiques et des recycleurs) et de la conduite de sauvegarde de l'installation.

Des dispositions sont prises pour que l'alimentation de sauvegarde soit assurée dès la première sollicitation :

- la qualité du gazole est assurée en toute situation,
- une maintenance périodique est programmée,
- l'huile des moteurs est maintenue chaude.

La perte de l'alimentation électrique procurée par les groupes électrogènes diesel de sauvegarde peut survenir après épuisement du gazole ou suite à une indisponibilité des groupes.

Si malgré ces dispositions aucun des groupes électrogènes diesel de sauvegarde ne venait à démarrer, une arrivée est disponible sur chacune des voies électriques de sauvegarde redondantes et indépendantes, afin de pouvoir brancher un groupe mobile de dépannage externe.

En cas de perte d'alimentation électrique normale et de secours, le PC (poste de commandement) de crise est alimenté par un groupe électrogène diesel dédié. Son autonomie est d'environ 8h (à raison d'une consommation inférieure à 4 L.h⁻¹) et peut être prolongée par une alimentation provenant de la cuve de gazole des groupes électrogènes diesel de secours (60000 litres).

Dans le cadre de l'évènement envisagé au chapitre 4 § 4.4.1, la fonction de confinement de la matière radioactive est assurée par le confinement statique, complété par le confinement dynamique. La perte totale de l'alimentation électrique conduirait à l'arrêt des équipements actifs liés à la fonction de confinement dynamique.

Concernant les équipements actifs liés à la fonction de confinement statique (vannes et registres) et situés au niveau de la troisième barrière statique du bâtiment, ceux-ci sont actionnés par énergie pneumatique. En cas d'arrêt des compresseurs suite à une perte électrique, un ballon tampon d'air comprimé permet la manœuvre des vannes. En effet, ces ballons sont isolés automatiquement du reste du réseau sur détection de seuil bas de pression et sur détection sismique. Une perte totale de l'alimentation électrique n'impacterait donc pas le confinement statique de l'installation.

En cas de perte totale de l'alimentation électrique, la fonction de confinement de la matière radioactive est maintenue par les structures, systèmes et composants clés réalisant le confinement statique.

La perte totale de l'alimentation électrique conduit également à une perte des systèmes de refroidissement dont les conséquences et délais associés font l'objet du §8.2 du présent chapitre.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 156/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

8.2 Perte du système des systèmes de refroidissement

La nécessité de refroidissement provient des dégagements thermiques issus majoritairement des calories provenant des matières nucléaires utilisées dans l'usine MELOX (environ 18 Watts par kg de Pu), en particulier dans les locaux d'entreposage qui contiennent plus de 85% de la matière nucléaire présente dans l'installation sous différentes formes physiques.

L'élévation de la température est un phénomène à cinétique lente vis-à-vis d'une éventuelle dégradation d'une fonction importante pour la sûreté.

Une température excessive peut conduire à un risque de dégradation des écrans de découplage neutroniques ou de dégradation de la structure constituant les entreposages qui participent à la prévention du risque de criticité.

Des systèmes de refroidissement permettent d'assurer la climatisation des locaux et le maintien en température des entreposages de la matière nucléaire.

Le refroidissement de la matière nucléaire dans les entreposages est assuré :

- Par la ventilation du local,
- Et de façon complémentaire pour les entreposages de crayons de l'extension du bâtiment 500 et d'assemblages du bâtiment 500 par un refroidissement par air en boucle fermée composée de groupes frigorifiques et de recycleurs d'air.

Ces équipements actifs sauvegardés (Cf. chapitre 4 § 4.2.1) sont dimensionnés pour être alimentés électriquement (via le réseau d'alimentation de sauvegarde) et fonctionner post-séisme, excepté le réseau THD des BâG des entreposages de pastilles PS* qui sont sauvegardés hors-séisme. Pour cette raison, deux situations de sauvegarde seront distinguées (hors-séisme et post-séisme) concernant les entreposages de pastilles PS* (Cf. §8.2.2 du présent chapitre)

Concernant les systèmes de refroidissement propres à chacun des entreposages de crayons et d'assemblages précités, ils sont identiques. Ce système est présenté au chapitre 3. Leur constitution est précisée ci-après.

Le réseau en boucle fermée est constitué sur chacune des voies A et B :

- d'un groupe frigorifique avec redondance interne des compresseurs et échangeurs,
- de deux recycleurs assurant chacun 50 % du besoin,
- d'un double réseau d'eau glacée.

Ces équipements font l'objet de maintenance, contrôles et essais périodiques.

La perte de refroidissement est liée à la problématique de disponibilité des équipements actifs (ventilateurs, groupes frigorifiques, recycleurs d'air) et également à la problématique de perte d'alimentation électrique de ces mêmes équipements actifs. Ils sont donc alimentés par les différents réseaux : public, de secours et de sauvegarde.

Comme présenté au chapitre 4 § 4.2.1.2, la problématique de refroidissement s'applique aux locaux qui contiennent plus de 85% de la matière nucléaire présente dans l'installation sous différentes formes physiques tels que :

- l'entreposage de conteneurs AA227 (DCM),
- les entreposages pastilles (PS*),
- les deux entreposages crayons (STK, STE),
- l'entreposage assemblages (TAS).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 157/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

8.2.1 Refroidissement de l'entreposage de conteneurs AA227 (DCM)

Le refroidissement de l'entreposage est assuré par :

- la ventilation sauvegardée du local (réseau HD) dans lequel sont disposées les alvéoles verticales d'entreposage,
- la prise d'air neuf de sauvegarde, équipée d'un système anti-givre.

Les 3 ventilateurs du réseau HD, dont un en secours, sont :

- redondants,
- indépendants,
- physiquement séparés,
- sauvegardés électriquement (un par la voie A, un par la voie B, le dernier par l'une ou l'autre des voies),
- dimensionnés au séisme.

En cas de perte d'un ventilateur, un ventilateur parmi les deux autres prend le relais.

En cas de perte d'une voie électrique de sauvegarde, la deuxième voie prend le relais.

La robustesse du système de ventilation de ces entreposages et leurs refroidissements est démontrée d'une part sur les nombreuses redondances et d'autre part sur leur dimensionnement tel que montré au chapitre 5.

En cas de perte de la fonction de refroidissement, les niveaux de température atteints par les bétons du local et la structure métallique assurant la géométrie de l'entreposage ne remettent pas en cause la tenue mécanique pour un arrêt de refroidissement de 5 jours (peau du béton à 200°C).

Le délai de 5 jours est compatible avec une intervention en différé permettant :

- la réparation d'un organe mécanique de la ventilation,
- la réparation d'un organe mécanique des groupes électrogènes diesel,
- le rétablissement de l'alimentation électrique au moyen d'un groupe électrogène mobile de dépannage externe.

8.2.2 Refroidissement des entreposages de pastilles PS*

Cas d'une situation de sauvegarde hors-séisme

Le refroidissement des entreposages est assuré par :

- la ventilation des BâG via le réseau THD non sauvegardé post-séisme,
- la ventilation des locaux via le réseau HD,
- la prise d'air neuf de sauvegarde, équipée d'un système anti-givre.

Les 3 ventilateurs du réseau THD, dont un en secours, ainsi que les 3 ventilateurs du réseau HD, dont un en secours, sont :

- redondants,
- indépendants,
- physiquement séparés,
- sauvegardés électriquement (un par la voie A, un par la voie B, le dernier par l'une ou l'autre des voies).

En cas de perte d'un ventilateur du réseau HD ou THD, un ventilateur parmi les deux autres HD ou THD prend le relais.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 158/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

En cas de perte d'une voie électrique de sauvegarde, la deuxième voie prend le relais.

La robustesse du système de ventilation de ces entreposages et leurs refroidissements est démontrée d'une part sur les nombreuses redondances et d'autre part sur leur dimensionnement.

Cas d'une situation de sauvegarde post-séisme

Le refroidissement des entreposages est assuré par :

- la convection naturelle au sein de la BâG et les échanges thermiques entre la BâG et le local,
- la ventilation sauvegardée des locaux via le réseau HD (la ventilation HD est dimensionnée au séisme),
- la prise d'air neuf de sauvegarde, équipée d'un système anti-givre.

Les 3 ventilateurs du réseau HD, dont un en secours, sont :

- redondants,
- indépendants,
- physiquement séparés,
- sauvegardés électriquement (un par la voie A, un par la voie B, le dernier par l'une ou l'autre des voies).
- dimensionnés au séisme.

En cas de perte d'un ventilateur du réseau HD, un ventilateur parmi les deux autres HD prend le relais.

En cas de perte d'une voie électrique de sauvegarde, la deuxième voie prend le relais.

La robustesse du système de ventilation de ces entreposages et leurs refroidissements est démontrée d'une part sur les nombreuses redondances et d'autre part sur leur dimensionnement tel que montré au chapitre 5.

En cas de perte de la fonction de refroidissement, les niveaux de température atteints par les bétons du local et la structure métallique assurant la géométrie de l'entreposage ne remettent pas en cause la tenue mécanique pour un arrêt de refroidissement de 5 jours (130°C). De plus, la température maximale pouvant être atteinte localement sur les écrans de découplage neutronique, de type résine NS41, de l'entreposage (150°C) n'altère pas les propriétés neutrophages de ces écrans qui peuvent supporter des températures jusqu'à 200°C.

Le délai de 5 jours est compatible avec une intervention en différé permettant :

- la réparation d'un organe mécanique de la ventilation,
- la réparation d'un organe mécanique des groupes électrogènes diesel,
- le rétablissement de l'alimentation électrique au moyen d'un groupe de dépannage.

8.2.3 Refroidissement de l'entreposage crayons STK du bâtiment 500

Le refroidissement de l'entreposage est assuré par :

- la ventilation sauvegardée du local via le réseau HD,
- la prise d'air neuf de sauvegarde, équipée d'un système anti-givre.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 159/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les 3 ventilateurs du réseau HD, dont un en secours, sont :

- redondants,
- indépendants,
- physiquement séparés,
- sauvegardés électriquement (un par la voie A, un par la voie B, le dernier par l'une ou l'autre des voies),
- dimensionnés au séisme.

En cas de perte d'un ventilateur du réseau HD, un ventilateur parmi les deux autres HD prend le relais.

En cas de perte d'une voie électrique de sauvegarde, la deuxième voie prend le relais.

La robustesse du système de ventilation de ces entreposages et leurs refroidissements est démontrée d'une part sur les nombreuses redondances et d'autre part sur leur dimensionnement tel que montré au chapitre 5.

En cas de perte de la fonction de refroidissement, les niveaux de température atteints par les bétons du local et la structure métallique assurant la géométrie de l'entreposage ne remettent pas en cause la tenue mécanique pour un arrêt de refroidissement de 5 jours (100°C). De plus, la température maximale pouvant être atteinte localement sur les écrans de découplage neutronique, de type plâtre boré (PPB), de l'entreposage (125°C) n'altère pas les propriétés neutrophages de ces écrans qui peuvent supporter des températures jusqu'à 160°C.

De plus, l'entreposage est sous-critique en l'absence des écrans neutrophages, hors présence d'eau ou de fluides hydrogénés dans sa géométrie initiale.

L'entreposage est sous-critique toute modération, tant que la géométrie et les écrans neutrophages sont conservés.

Le délai de 5 jours est compatible avec une intervention en différé permettant :

- la réparation d'un organe mécanique de la ventilation,
- la réparation d'un organe mécanique des groupes électrogènes diesel,
- le rétablissement de l'alimentation électrique au moyen d'un groupe de dépannage.

8.2.4 Refroidissement des entreposages de crayons STE et d'assemblages TAS

Le système de refroidissement de l'entreposage TAS développé ci-après intègre la configuration présentée dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation d'extension de cet entreposage.

Les entreposages de crayons de l'extension du bâtiment 500 et d'assemblages du bâtiment 500 disposent chacun d'un système de refroidissement qui leur est dédié, complémentaire à celui du local dans lequel ils sont chacun implanté.

Le refroidissement de chaque entreposage est assuré par :

- la ventilation sauvegardée du local via le réseau HD,
- la ventilation spécifique via deux boucles de refroidissement,
- la prise d'air neuf de sauvegarde, équipée d'un système anti-givre.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 160/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les 3 ventilateurs du réseau HD, dont un en secours, sont :

- redondants,
- indépendants,
- physiquement séparés,
- sauvegardés électriquement (un par la voie A, un par la voie B, le dernier par l'une ou l'autre des voies),
- dimensionnés au séisme.

Les deux boucles de refroidissement sont spécifiques au refroidissement de chacun des entreposages. Elles sont :

- redondantes,
- indépendantes,
- sauvegardés électriquement (une par la voie A, une par la voie B),
- composées chacune de 2 recycleurs (échangeur air/eau) et d'un groupe frigorifique (lui-même intégrant des équipements redondants comme les compresseurs et les échangeurs),
- dimensionnées au séisme.

Chaque voie assure 100% de la charge thermique à évacuer.

De plus, en cas de perte des groupes frigorifiques, les recycleurs ont la capacité de fonctionner en eau perdue. Des points de raccord situés à l'extérieur du bâtiment permettent de brancher des tuyaux afin d'acheminer l'eau directement d'une borne incendie ou de toute autre capacité vers les recycleurs. L'eau est évacuée vers l'extérieur du bâtiment. Les tuyaux nécessaires sont réservés et disponibles à tout moment et à proximité des points de raccord.

En cas de perte d'un ventilateur du réseau HD, un ventilateur parmi les deux autres HD prend le relais.

En cas de perte d'une voie de refroidissement, l'autre voie prend le relais (Cf. Figure 14)

En cas de perte d'une voie électrique de sauvegarde, la deuxième voie prend le relais.

Entreposage STE

En cas de perte de la fonction de refroidissement de l'entreposage STE (température d'air à 160°C dans les modules d'entreposage), les niveaux de température atteints par les bétons du local et la structure métallique assurant la géométrie de l'entreposage ne remettent pas en cause la tenue mécanique pour un arrêt de refroidissement de 11 heures.

Compte tenu du mode de fixation (tolérance d'usinage et nature des matériaux) les contraintes internes s'adapteront plastiquement au niveau des trous de passage sans remettre en cause la tenue globale du module d'entreposage.

Le délai de 11 heures est celui qui conditionne les premières actions de remédiation définies chapitre 9.

Au-delà de 160°C, la maîtrise de la géométrie de l'entreposage commencerait à être remise en cause progressivement du fait du flambement thermique secondaire des cornières supportant les plateaux de crayons.

A partir de cette température, les propriétés des écrans de découplage neutronique, qui sont constitués de plâtre boré, commenceront à être altérées.

L'effet falaise envisagé au-delà de 160°C est donc la perte de la maîtrise de la sous-criticité.

De plus, l'entreposage est sous-critique en l'absence des écrans neutrophages, hors présence d'eau ou de fluides hydrogénés dans sa géométrie initiale.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 161/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

L'entreposage est sous-critique toute modération, tant que la géométrie et les écrans neutrophages sont conservés.

L'apparition de l'effet falaise nécessite donc le cumul des évènements suivants :

- perte du découplage neutronique et de la géométrie des entreposages,
- perte du découplage neutronique et apport en eau ou en fluides hydrogénés.

Entreposage TAS

En cas de perte de la fonction de refroidissement de l'entreposage TAS, les niveaux de température atteints par les bétons ne remettent pas en cause la tenue mécanique pour un arrêt de refroidissement de 5 jours (température maximum locale de 150°C).

Le délai de 5 jours est compatible avec une intervention en différé permettant :

- la réparation d'un organe mécanique de la ventilation,
- la réparation d'un organe mécanique des groupes électrogènes diesel,
- le rétablissement de l'alimentation électrique au moyen d'un groupe de dépannage.

8.2.5 Evolution des températures dans les entreposages après perte des systèmes de refroidissement

Le diagramme suivant permet de visualiser l'évolution des températures dans les entreposages après perte des systèmes de refroidissement :

- boucle de refroidissement,
- ventilateurs HD et THD.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 162/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Perte du système de refroidissement ultime :

•Boucles de refroidissement des entreposages crayons (STE et STK) et assemblages (TAS) à l'arrêt

•Ventilateurs HD et THD à l'arrêt

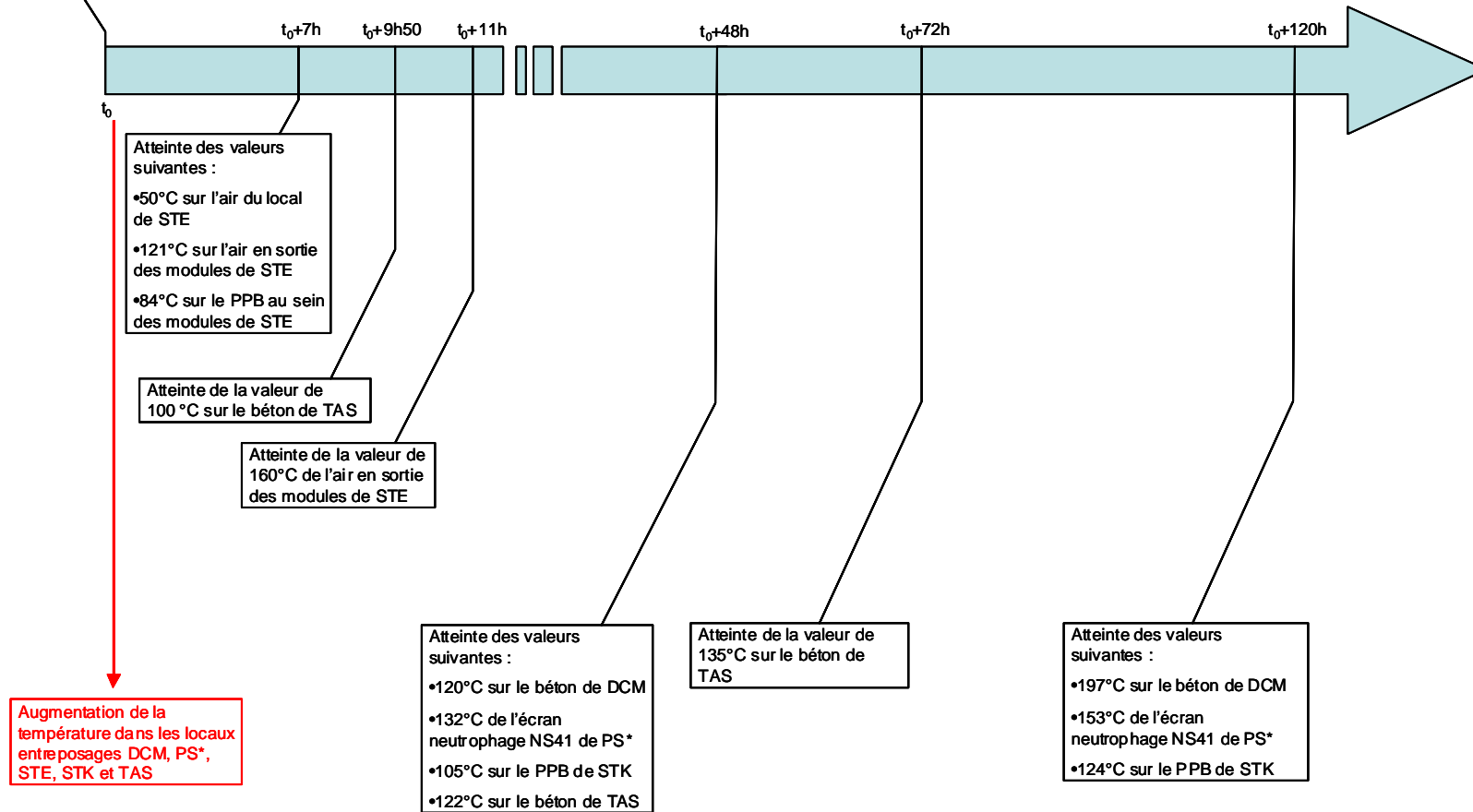


Figure 27 : Evolution des températures dans les entreposages après perte des systèmes de refroidissement

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 163/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

8.2.6 Tenue des filtres du dernier niveau de filtration (DNF)

En cas de perte d'alimentation électrique, plus aucune ventilation n'est fonctionnelle, et la température atteinte dans les entreposages ne détériorerait pas le DNF. Ce filtre participe au confinement statique du bâtiment (troisième barrière).

L'air chaud des entreposages s'évacuerait par convection naturelle dans le réseau de ventilation de l'installation MELOX.

L'efficacité des filtres THE composant le DNF ne serait pas dégradée. Les filtres THE du DNF sont conçus pour assurer leur efficacité :

- pendant 2 heures à une température de 200°C,
- en continu à une température de 120°C.

8.3 Cumul des pertes de l'alimentation électrique et des systèmes de refroidissement

La situation de cumul de perte de l'alimentation électrique et des systèmes de refroidissement est déjà couverte par la simple perte de l'alimentation électrique impliquant elle-même la perte des systèmes de refroidissement.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 164/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

8.4 Effet falaise

L'effet falaise identifié correspond à la perte des conditions de sous criticité des entreposages.

L'effet falaise lié à la perte des écrans de découplage neutronique concernerait dans un premier temps l'entreposage de crayons STE de l'extension du bâtiment 500. Cependant, la perte seule du découplage neutronique ne conduirait pas à l'effet falaise. Pour ce faire, l'un des deux types de cumuls suivants serait nécessaire :

- perte du découplage neutronique et de la géométrie des entreposages,
- perte du découplage neutronique et apport en eau ou en fluides hydrogénés.

La perte de la géométrie de l'entreposage STE serait liée à la déformation thermique des cornières supportant les plateaux de crayons. Cette dégradation de la géométrie s'initie en même temps que la dégradation des écrans de découplage neutronique. L'effet falaise concernant l'entreposage STE apparaîtrait au-delà de 11 heures après la perte totale de l'alimentation en énergie électrique ou la perte totale des systèmes de refroidissement.

La tenue mécanique du béton est assurée au-delà de 200°C en paroi. A cette température, le béton commencerait à fissurer en surface. La fonction du béton dans cette partie de l'installation (entreposages) n'est pas le confinement statique mais le maintien de la géométrie des entreposages et en particulier la tenue des éléments de fixation.

Dans le cas d'équipements chevillés dans le béton, les fissures naîtraient préférentiellement au droit de ces pénétrations fragilisant ainsi la fixation de ces équipements.

Dans le cas d'éléments ancrés dans le béton, les fissures superficielles ne fragiliseraient pas la fixation de ces équipements. La température de tenue de ces fixations est de fait supérieure à 200°C.

L'effet falaise qui correspondrait là aussi à une perte de la géométrie sous-critique des entreposages liée à la fissuration du béton pourrait concerner les entreposages des conteneurs AA227 et des assemblages TAS. Cet effet falaise aurait lieu en tout état de cause plus de 5 jours après la perte totale de l'alimentation en énergie électrique ou la perte totale de refroidissement. Le phénomène de dégradation de la tenue mécanique du béton n'impacterait pas les autres types d'entreposages de l'usine MELOX dont les fixations sont réalisées à partir d'ancrages pré-scclés.

Concernant les entreposages de pastilles PS* et de crayons STK, l'effet falaise correspondant à une perte de maîtrise des conditions de sous-criticité liée à la dégradation des matériaux de découplage neutronique n'est susceptible d'intervenir que bien au-delà de 5 jours après la perte totale de l'alimentation en énergie électrique ou la perte totale de refroidissement.

La perte seule du découplage neutronique de l'entreposage crayons STK ne conduirait pas à l'effet falaise, mais il faudrait le cumul des évènements suivants :

- perte du découplage neutronique et de la géométrie des entreposages,
- perte du découplage neutronique et apport en eau ou en fluides hydrogénés.

Concernant les entreposages PS*, la perte seule du découplage neutronique pourrait conduire à l'effet falaise.

Concernant les filtres du DNF, l'effet falaise correspondant à la perte de la barrière ultime de filtration de l'installation qui participe à la dernière barrière de confinement statique apparaîtrait à partir du moment où le DNF serait exposé à une température supérieure à 200°C pendant plus de 2 heures ou à une température de plus de 120°C en continu. Ce phénomène n'est susceptible d'intervenir que bien après les phénomènes de perte des écrans de découplage neutronique des entreposages ou de perte de la géométrie des structures de supportage.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 165/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

8.5 Dispositions envisagées pour renforcer la robustesse de l'installation

Afin de maintenir un état sûr ou de compenser la perte de certains équipements, les points ou actions de progrès envisageables sont développés au chapitre 9.

Une mesure pérenne afin de remplacer le groupe électrogène diesel de secours endommagé fait l'objet d'une procédure réglementaire d'autorisation en cours d'instruction. Cette solution est présentée ci-après.

Perte de la fourniture en énergie électrique

La disponibilité des consommateurs électriques sauvegardés assurant le maintien à l'état sûr de l'installation est améliorée par la diversification et la disponibilité des groupes de secours. En effet, la mesure pérenne de remplacement du matériel endommagé consiste en la mise en place de deux groupes électrogènes diesel de secours assurant des fonctionnalités et des performances améliorées par rapport au groupe électrogène diesel de secours initial :

- les tuyauteries de gazole implantées à l'extérieur des bâtiments seront calorifugées,
- le démarrage de chacun des groupes électrogènes diesel sera assuré par une batterie et un compresseur (en secours mécanique des batteries), fournissant de l'air comprimé pour le démarrage pneumatique éventuel,
- un seul groupe électrogène de secours sera capable d'alimenter la totalité des équipements sauvegardés, assurant ainsi la sûreté de l'installation.

La cuve associée à ces deux groupes électrogènes diesel de secours permettra toujours une autonomie de 48h.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 166/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

9 GESTION DES ACCIDENTS GRAVES

L'objectif de ce chapitre est d'évaluer la robustesse de l'organisation de crise actuelle, telle que prévue dans le cadre du Plan d'urgence interne (PUI) pour faire face aux situations accidentelles allant au-delà du dimensionnement.

9.1 Description des scénarios envisagés

L'objectif de ce paragraphe est d'identifier les types de scénarios à considérer en gestion accidentelle de manière à pouvoir évaluer la robustesse des moyens d'intervention, techniques et humains, prévus à ce jour dans le cadre du Plan d'urgence interne (PUI).

Les scénarios des accidents à considérer en gestion accidentelle et prévus dans le cadre du PUI sont présentés au chapitre 3 § 3.6.

Les accidents dits « graves » retenus dans la présente évaluation complémentaire de sûreté et à considérer en gestion accidentelle sont présentés dans le chapitre 4 au § 4.4.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 167/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

9.2 Les moyens d'intervention prévus sur l'établissement

Les moyens d'intervention prévus pour chaque situation accidentelle considérée sont décrits dans le PUI (Cf. chapitre 3 § 3.4.3). L'établissement MELOX fonctionnant en service continu, du personnel est présent en permanence. MELOX dispose en permanence, 24 h/24, 7 j/7, de personnels de sécurité aptes à intervenir en renfort des équipes d'exploitation avec leurs moyens propres pour mise en sécurité des personnes et des installations (restauration du confinement, secours à victime ou intervention sur incendie par exemple). La Formation locale de sécurité (FLS) de l'établissement CEA de Marcoule et éventuellement le Service départemental d'incendie et secours (SDIS) peuvent également intervenir en renfort ; ces dispositions sont définies par convention.

9.2.1 L'organisation de la permanence des fonctions

L'exploitation des installations est confiée à des équipes en service continu, sous la responsabilité d'un Chef d'Installation. En permanence, 24 h/24, 7 j/7, sont présents sur l'établissement :

- Les Chefs de quart exploitation (poudres, presses fours, rectification, gainage, assemblage) et leurs équipes,
- Le Chef de quart Radioprotection et Environnement (RPE) et ses équipes,
- Le Chef de quart Utilités (MIU) et ses équipes,
- Le Chef de quart Sécurité (PMN) et ses équipes,
- L'ISE (Ingénieur Sûreté Exploitation),
- Le Coordinateur MI (maintenance), et des équipes de sous traitants (notamment des équipes d'assainissement radioactif).

Ces équipes présentes en permanence sur le site connaissent les installations et sont capables de diagnostiquer et mener les actions pour sécuriser les installations.

A tout moment, ces personnels peuvent faire appel à des équipes d'astreinte. Dans le cadre du PUI, le système d'astreintes mis en place permet d'assurer la permanence des fonctions suivantes :

- Direction (responsable PCD-L),
- Responsable d'intervention (RI),
- Responsable Equipe technique de crise locale (ETC-L),
- Communication,
- Ressources Humaines,
- Radioprotection et Environnement (RPE),
- Protection des Matières Nucléaires (PMN),
- Maintenance (DX/MI),
- Exploitation Utilités (DX/MIU) et Exploitation déchets (DX/CDR),
- Exploitation Poudres - Pastilles (DX/EN et DX/EP),
- Exploitation Crayons - Assemblage (DX/EA),
- Laboratoire (DQ3SE/LC),
- Secrétariat/assistance.

Ces personnels d'astreinte dans leur domaine gèrent également les besoins logistiques complémentaires utiles à la gestion de crise.

Le responsable du PCD-L peut modifier la composition nominative de l'organisation en fonction des circonstances et des personnes présentes sur le site. D'autres astreintes, nécessaires à la continuité de fonctionnement des installations de l'établissement (par exemple, méthodes procédé, serveurs Informatiques et télécommunication), pourront être sollicitées par le responsable du PCD-L. De plus, des renforts peuvent être mobilisés par les personnes présentes sur l'établissement en horaire normal ou par les personnes jointes par appel sur des listes préétablies.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 168/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Pour favoriser l'efficacité opérationnelle du PUI, les tâches sont réparties entre plusieurs cellules dont les missions sont définies. Chaque cellule est sous l'autorité d'un responsable.

9.2.2 L'organisation de la permanence de supervision

Les installations de l'établissement, nucléaires ou non, sont équipées de moyens de détection et de surveillance permettant de déterminer la nature et la localisation d'un événement.

Ces moyens de surveillance permettent de suivre en continu le bon fonctionnement des installations, à partir des postes de conduite du procédé, des salles de conduite, du Poste de surveillance générale (PSG) et du Poste de contrôle radiologique (PCR) de MELOX. Le PSG et le PCR sont localisés dans le bâtiment 506 dimensionné au séisme.

La mise en alerte des personnels présents au PSG ou au PCR s'effectue soit par des alarmes automatiques soit par signalement des opérateurs. Parmi les reports d'information automatiques remontant au PSG et PCR, citons :

- la détection sismique,
- la détection incendie,
- la détection criticité,
- la surveillance radiologique,
- la surveillance des mesures en cheminées des bâtiments 500 et 501,
- la conduite des utilités (ventilation, électricité, fluides).

Une permanence 24 h/24, 7 j/7 est assurée par les personnels présents au PSG et au PCR. Ainsi, le PSG est gréé en permanence par des personnels compétents en supervision des alarmes et protections Incendie et en conduite des utilités. Le PCR est gréé, en permanence, par du personnel compétent en radioprotection et en surveillance de l'environnement.

Des consignes de conduite sont prévues pour chaque alarme afin de permettre à l'opérateur de réagir pour un retour à une situation maîtrisée. Après la mise en sécurité immédiate, d'autres informations facilitant la compréhension de l'évènement sont disponibles en salle de conduite.

9.2.3 Les moyens d'intervention spécialisés

9.2.3.1 Interventions à caractère radiologique ou de conduite des utilités

Des personnels compétents en radioprotection (RPE) sont présents en permanence sur l'établissement et peuvent intervenir rapidement pour assister les équipes d'exploitation. Ils peuvent réaliser des mesures adéquates sur le personnel et les installations au moyen des matériels mis à leur disposition (moyens mobiles notamment tels que les radiamètres). En cas d'alarme, afin d'éviter les risques de contamination interne et externe, le personnel doit se protéger en utilisant les masques et les vêtements spéciaux mis à sa disposition. Les personnels compétents en radioprotection peuvent alors conseiller et participer à la mise en sécurité des personnels (utilisation des masques et des tenues de protection) et des installations (interdiction d'accès, réalisation de cartographies avant les opérations d'assainissement, ...).

En sus des équipes de sécurité et de radioprotection, des personnels spécialistes de la conduite des utilités sont également présents en permanence sur l'établissement. Ces spécialistes peuvent notamment diagnostiquer les dysfonctionnements des systèmes de ventilation et d'étanchéité des BâG.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 169/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

9.2.3.2 Lutte contre l'incendie

L'organisation de lutte contre l'incendie est constituée par :

- les Equipiers de première intervention (EPI) qui sont chargés de :
 - donner l'alerte,
 - guider les secours.

Les EPI représentent environ 10% de l'ensemble du personnel en exploitation. Ils reçoivent une formation spécifique de base et participent aux exercices périodiques,

- les Equipiers de seconde intervention (ESI), en liaison directe avec le PSG, sont chargés de mettre en œuvre les moyens d'extinction fixes et mobiles de l'établissement.

L'Equipe de Seconde Intervention est constituée par :

- le responsable opérationnel d'intervention (chef d'équipe),
- des ESI assistés d'un technicien de radioprotection (présent en permanence).

Les ESI sont issus du personnel d'exploitation et du service de sécurité PMN. Un spécialiste incendie assure leur formation à la lutte contre l'incendie.

9.2.4 Les moyens d'intervention externes à l'établissement

9.2.4.1 Description des moyens externes

Dans le cadre de la mise en œuvre du PUI, le Responsable du PCD-L MELOX coordonne les moyens internes et externes à MELOX, selon l'ampleur de l'incident par l'intermédiaire du Responsable d'intervention (RI). Le Poste de Garde de MELOX assure la fermeture de la zone MELOX, facilite l'accès des moyens d'intervention extérieurs ou renforts et les dirige vers leurs lieux d'intervention.

Conformément aux conventions, des unités de l'établissement CEA de Marcoule peuvent être sollicitées :

- le Service de protection contre les rayonnements (SPR) effectue le calcul de l'impact des rejets dans l'environnement et procède aux contrôles dans l'environnement,
- la Formation locale de sécurité (FLS) assure le secours aux victimes, appuie les équipes MELOX en cas d'incendie et intervient en cas d'évacuation.

Conformément à une convention réalisée entre les établissements nucléaires du site de Marcoule, dont MELOX, et le SDIS du Gard, MELOX peut faire appel aux moyens du SDIS.

En dehors des moyens de secours conventionnels, les moyens de la FLS de l'Etablissement AREVA NC de Pierrelatte peuvent être sollicités.

A plus long terme, les moyens du GIE Intra peuvent aussi être mobilisés avec une disponibilité sous 24 h pour notamment :

- gérer la phase accidentelle,
- effectuer des reconnaissances avec des moyens télécommandés en particulier dans les installations ayant subi des dommages et pour lesquelles l'engagement des personnels pourrait être rendu périlleux du fait de l'existence d'un risque potentiel de criticité.

9.2.4.2 Protection des personnes et prise en charge des blessés

Le secours aux personnes en danger est du ressort des équipes spécialisées de Sécurité. En outre, à l'intérieur des installations, les membres des Equipes de première et seconde intervention (EPI, ESI)

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 170/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

reçoivent une formation de secouriste qui leur permet de donner les premiers soins ou de porter assistance à toute personne en danger.

Dans le cas d'un accident important à caractère radiologique nécessitant le traitement de personnes irradiées et/ou contaminées et de blessés, la FLS, le SST, le SPR de l'établissement CEA de Marcoule interviennent dans les meilleurs délais.

Le Service santé au travail (SST) de l'établissement CEA de Marcoule dispose pour assurer sa mission pour MELOX :

- de salles de consultation et d'exams spécialisés,
- d'un bloc de décontamination,
- d'une salle d'intervention et d'une salle de réanimation.

Par ailleurs, le laboratoire médical dispose :

- de laboratoires d'hématobiologie et de radiotoxicologie,
- d'installations d'anthroporadiométrie.

Si les moyens du SST de Marcoule étaient inutilisables ou saturés, les salariés seraient acheminés vers le SST de l'Établissement AREVA NC de Pierrelatte.

Si nécessaire, certains blessés peuvent être évacués sur des hôpitaux de la région ou des établissements spécialisés. Les centres hospitaliers de Bagnols-sur-Cèze, Orange, Nîmes et Avignon, les hôpitaux des armées, notamment les hôpitaux Sainte Anne de Toulon et Percy de Clamart, et le SST de l'établissement CEA de Marcoule ont passé une convention d'assistance réciproque permettant la réception de blessés graves nécessitant des soins particuliers :

- brûlés,
- électrisés,
- gazés ou intoxiqués,
- accidentés des yeux,
- blessés contaminés.

9.2.5 Les procédures d'évacuation

Trois types d'évacuation sont définis sur MELOX :

- évacuation interne à l'établissement MELOX : le transfert de personnel à l'intérieur de l'établissement MELOX est décidé par le Responsable du PCD-L MELOX,
- évacuation externe à l'établissement MELOX : le transfert a pour but d'évacuer les personnels non nécessaires à la mise et au maintien en sécurité des installations. Cette évacuation s'appuie sur les moyens de l'établissement CEA de Marcoule ; elle est décidée par le PCD-L MELOX avec l'accord du PCD-L CEA Marcoule,
- évacuation immédiate des bâtiments 500, et son extension et du bâtiment 501 : sur alarme criticité, c'est un ordre d'évacuation immédiate vers les points de rassemblement.

9.2.6 Les moyens d'intervention prévus par type de scénarios du PUI

9.2.6.1 Les moyens d'intervention prévus en cas d'incendie dans un local « poudre »

Le tableau ci-après présente les moyens d'intervention technique et humains prévus pour la gestion post accidentelle relative à un incendie. Sont définis les moyens internes à l'établissement, mais aussi les moyens externes.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 171/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

	Internes à MELOX	Externes à MELOX
Moyens Humains	<p>1^{ère} intervention par l'Equipe EPI (Equipe de Première Intervention)</p> <p>2^{ème} intervention par l'Equipe ESI (Equipe de Seconde Intervention) avec renfort opérateur Utilités et opérateur Radioprotection</p> <p>Moyens disponibles sur place à proximité de l'accident :</p> <p>Extincteurs à poudre</p> <p>Extinction fixe au CO₂, au FM200, à eau pulvérisée, à poudre pour les locaux équipés</p> <p>Lances, tuyaux</p> <p>Asservissements automatiques (fermeture des portes et trappes « procédé », fermeture des vannes « procédé »)</p> <p>Manœuvre des clapets coupe feu</p> <p>Locaux PSG et PCR :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Report des alarmes au PSG et PCR - Report des informations Utilités au PSG <p>Des locaux dédiés à la gestion de la crise</p>	<p>FLS + renfort SDIS</p> <p>La FLS dispose</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>pour intervention sur incendie</u> : - de véhicules d'intervention divers, - de dévidoir automobile, - de camions pompes, - de ventilateur, - de lances, tuyaux, - de générateurs à mousse à haut foisonnement, etc... - <u>pour intervention sur secours à victime</u> : - de matériels de premier secours dans l'installation, - d'ambulances, - de véhicules et engins spécialisés, - de brancards normalisés. - pour intervention sur sinistre incident ou accident : - d'une pompe antidéflagrante, - de matériel de sauvetage, - de matériel de désincarcération, - de matériel de levage et de traction, - de divers groupes électrogènes de puissances différentes de 2 kVA à 50 kVA, - de vide-caves, - de pompes immergeables électriques, - d'hydro-éjecteurs vide-cave, - de motopompes d'épuisement. <p>En fonction du problème, des moyens supplémentaires sont susceptibles d'être mis en œuvre avec le renfort du SDIS. Pour des raisons opérationnelles, les engins et moyens de secours sont prélevés sur l'ensemble du département et pas uniquement sur Bagnols-sur-Cèze.</p>
Moyens Techniques		
Objectifs	<p>Reconnaissance : localisation du lieu de l'accident,</p> <p>Evacuation des personnes en dehors de la zone sinistrée, évacuation des personnes présentes dans le bâtiment 500 aux points de rassemblement,</p> <p>Mise en sécurité du bâtiment : arrêt des alimentations en fluides ajoutant un risque dans les bâtiments, et si nécessaire arrêt de l'alimentation électrique du bâtiment.</p> <p>Préparation et réalisation de l'extinction complète ou partielle selon importance du sinistre de la mission d'extinction,</p> <p>Prise en compte des risques radiologiques : mise en place d'une zone d'exclusion, d'une zone de décontamination et d'une zone permettant la réalisation de contrôle de non contamination des personnes.</p>	

Tableau 39 : Présentation des moyens d'intervention humains et techniques prévus dans le PUI – Cas de l'incendie

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 172/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

9.2.6.2 Les moyens d'intervention prévus en cas de fuite au niveau du stockage d'hydrogène

Le tableau ci-après présente les moyens d'intervention technique et humains prévus pour la gestion post accidentelle relative à une fuite au niveau du stockage d'hydrogène. Sont définis les moyens internes à l'établissement, mais aussi les moyens externes.

	Internes à MELOX	Externes à MELOX
Moyens Humains	1 ^{ère} intervention par l'Equipe EPI (Equipe de Première Intervention) 2 ^{ème} intervention par l'Equipe ESI (Equipe de Seconde Intervention)	FLS + renfort SDIS
Moyens Techniques	Moyens disponibles sur place à proximité de l'accident : Extincteurs à poudre Robinet Incendie Armé (RIA) raccordé au réseau d'eau incendie du site, Lances, tuyaux Armoire de sécurité contenant du matériel hydraulique	Idem § 9.2.6.1 du présent chapitre
Objectifs	Locaux PSG et PCR : - Report des alarmes au PSG et PCR - Report des informations Utilités au PSG Reconnaissance : localisation du lieu de l'accident, Evacuation des personnes en dehors de la zone sinistrée, au point de regroupement, Mise en sécurité de la zone et des bâtiments : balisage d'un périmètre de sécurité et interdiction de la zone au personnel, coupure des alimentations et protection des stockages voisins. Extinction d'un éventuel incendie	

Tableau 40 : Présentation des moyens d'intervention humains et techniques prévus dans le PUI – Cas de la fuite au niveau du stockage hydrogène

9.2.6.3 Les moyens d'intervention prévus en cas de chute d'un conteneur de matière active

Le tableau ci-après présente les moyens d'intervention technique et humains prévus pour la gestion post accidentelle relative à la chute d'un conteneur de matière active (chute d'une jarre J60 dans l'atelier « poudre »). Sont définis les moyens internes au site, mais aussi les moyens externes.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 173/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

	Internes à MELOX	Externes à MELOX
Moyens Humains	1 ^{ère} intervention par l'Equipe d'exploitation : évacuation immédiate des locaux concernés et apposition des affichages interdisant l'accès 2 ^{ème} intervention par l'Equipe RPE : contrôle du personnel et organisation de la prise en charge des personnes éventuellement contaminées	
Moyens Techniques	Moyens disponibles sur place à proximité de l'accident : contrôleur de sortie de zone appareils portatifs de contrôles RP	
Objectifs	Reconnaissance : localisation du lieu de l'accident, Evacuation des personnes en dehors de la zone d'exclusion, Création d'une zone dédiée aux opérations de décontamination radiologique, Opérations de recueil de valeurs radiologiques par une équipe radioprotection.	

Tableau 41 : Présentation des moyens d'intervention humains et techniques prévus dans le PUI – Cas de la chute d'un conteneur de matière active

9.2.6.4 Les moyens d'intervention prévus en cas d'accident de criticité dans le bâtiment 500

Le tableau ci-après présente les moyens d'intervention technique et humains prévus pour la gestion post accidentelle relative à un accident de criticité dans le bâtiment 500. Sont définis les moyens internes au site, mais aussi les moyens externes.

	Internes à MELOX	Externes à MELOX
Moyens Humains	Identique au § 9.2.6.1 du présent chapitre	
Moyens Techniques	Identique au § 9.2.6.1 du présent chapitre	
Objectifs	Reconnaissance : localisation du lieu de l'accident (indication des détecteurs EDAC), Information du personnel (alarme sonore, feux clignotants) et évacuation rapide de l'installation en direction des points de regroupement, Evacuation du personnel vers un point de regroupement (recensement, rassemblement des dosimètres de zone et mesures individuelles), Création d'une zone dédiée aux opérations de décontamination radiologique, Opérations de recueil de valeurs radiologiques.	

Tableau 42 : Présentation des moyens d'intervention humains et techniques prévus dans le PUI – Cas de l'accident de criticité dans le bâtiment 500

9.2.7 Le déclenchement du PPI

Avec le Plan particulier d'intervention (PPI), le préfet engage un ensemble d'actions réflexes de façon immédiate et conservatoire pour protéger les populations. Il s'agit en premier lieu de la mise à l'abri et de l'écoute de la radio, seule mesure efficace, car immédiatement applicable en cas d'urgence. Concernant le déclenchement du PPI, seul le préfet est habilité à prendre les décisions opérationnelles. L'exploitant par délégation du préfet peut déclencher le PPI en phase dite « réflexe ». Il déclenche alors les sirènes du réseau national d'alerte (RNA) via la FLS de l'établissement CEA de Marcoule ainsi que la télé alerte des populations résidant dans la zone réflexe de 2750 mètres.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 174/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

9.3 Prises en compte des éléments aggravants au niveau de MELOX

Les deux accidents graves retenus pour l'installation MELOX et décrits au chapitre 4 § 4.4 sont :

- perte du confinement des ateliers poudre du bâtiment 500,
- dégradation importante de la géométrie de l'entreposage STE.

En supposant l'occurrence d'un de ces deux événements, les moyens techniques et humains d'intervention prévus dans le cadre du PUI permettraient de gérer l'intervention.

En effet, l'objectif de l'intervention vise à circonscrire l'accident, créer une zone d'exclusion et évacuer les personnes en dehors de cette zone. L'organisation et les moyens à mettre en œuvre pour réaliser ces opérations sont prévus dans le PUI et sont suffisants.

L'intervention a également pour objectif de mener les actions permettant de limiter les conséquences sur la population et sur l'environnement.

De plus, l'établissement dispose de moyens de détection et décontamination radiologique complémentaires à ceux utilisés pour l'exploitation normale de l'INB. Ces équipements complémentaires comprenant également des pièces de rechange sont essentiellement entreposés dans le local RPE dans le bâtiment 500 et donc disponibles en cas de séisme, une autre partie étant entreposée dans le bâtiment 503.

9.3.1 Les difficultés d'intervention en cas de situation accidentelle aggravée

9.3.1.1 Les difficultés potentielles

Les difficultés additionnelles sur l'établissement pourraient être les suivantes :

- perte totale de l'alimentation électrique au niveau du site,
- perte des réseaux fluides,
- désordre possible au niveau des bâtiments,
- dégradation des voies d'accès au site et aux installations,
- difficulté de mobilisation du personnel d'astreinte, le personnel présent sur l'établissement peut se trouver transitoirement isolé,
- pas de garantie de la disponibilité des moyens techniques d'intervention du fait de leur potentielle dégradation (colonnes sèches, véhicule d'intervention...).

De fait, cette situation perturbée a un impact sur la disponibilité des moyens d'intervention prévus dans le cadre du PUI.

9.3.1.2 Evaluation de l'impact des difficultés potentielles sur la disponibilité des moyens d'intervention prévus dans le PUI.

La perte totale de l'alimentation électrique au niveau du site peut avoir pour principales conséquences :

- l'indisponibilité de la plus grande partie des moyens de communication (téléphone, sirène...),
- l'indisponibilité des moyens techniques d'intervention non autonomes électriquement (pompes de transfert, matériels de radioprotection, dispositif de mesures radiologiques, antennes relais pour les radios du site ...).

Les lignes téléphoniques directes permettant d'assurer un contact plus sûr avec l'extérieur en cas de crise peuvent également être perturbées.

9.3.1.2.1 Locaux utilisés par l'organisation de crise

Les locaux de l'organisation de crise MELOX sont situés dans le bâtiment 502. Ces locaux qui ont d'autres utilisations hors crise (bureaux de directeurs, salle de conférence) sont secourus

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 175/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

électriquement (groupe électrogène PUI). Ils peuvent être instrumentés vis-à-vis des risques radioactifs (irradiation et contamination) avec du matériel de radioprotection existant sur MELOX. Le bâtiment 502 (non nucléaire) date d'avant 1992 et n'a pas été conçu selon les normes parasismiques actuelles PS92. En outre, il n'est pas non plus prévu pour protéger collectivement les équipes de crise d'un nuage radioactif et/ou toxique. En cas de non disponibilité du bâtiment 502, les différentes cellules de crise pourraient se constituer dans le bureau des ISE, au PSG ou au PCR (au niveau du bâtiment 506) et dans différentes salles de conduites.

L'établissement a également prévu une possibilité de repli des organisations de crise pour une partie sur le PC de crise de l'établissement CEA de Marcoule (qui sera en fin d'année 2011 dans des locaux dédiés, confinés et résistants au séisme) et pour une autre partie au bâtiment 506 (locaux de sauvegarde, PSG, PCR, bureau des ISE), résistant au séisme et confiné.

A noter qu'AREVA dispose d'autres implantations dans la région, notamment AREVA (SGN) implantée à une dizaine de kilomètres à l'entrée de Bagnols sur Cèze, et AREVA Pierrelatte implantée à une vingtaine de kilomètres au Nord qui pourraient, le cas échéant, mettre à disposition des locaux susceptibles d'être des lieux de repli adaptés.

Enfin, pour traiter un événement contaminant sur la durée, il pourrait être envisageable de disposer d'une tente étanche mise en surpression et pré équipée pour loger des équipes de crises. Les moyens du GIE Intra peuvent aussi être mobilisés avec une disponibilité sous 24 h pour mettre à disposition un camion servant de Poste de Commandement à destination des équipes de crise.

9.3.1.2.2 Moyens de communication externe

Les moyens de communication vers l'extérieur sont diversifiés :

- lignes téléphoniques directes au décroché vers l'extérieur (Gendarmerie, préfecture du Gard),
- lignes téléphoniques directes au décroché vers l'établissement CEA de Marcoule (PCD-L CEA Marcoule, SPR CEA Marcoule environnement : téléphone + fax),
- lignes RIMBAUD (dont une dédiée ASN),
- quelques lignes téléphoniques directes France Télécom (qui ne passent pas par le standard),
- autocommutateur et autocommutateur de secours (sur batterie en cas de panne d'alimentation électrique), avec possibilité de restreindre les accès vers l'extérieur en cas de PUI (téléphones + fax),
- connexions au réseau France télécom par 2 liaisons distinctes, via CEA Marcoule ou via Orsan,
- audioconférence et vidéoconférence (plusieurs postes)
- nombreux téléphones portables (GSM : utilisation possible des SMS),
- téléphone satellite (disponible dans le bureau du directeur au bâtiment 502)
- accès intranet et internet, messagerie électronique
- liaison radio avec FLS de l'établissement CEA de Marcoule et avec la direction de l'établissement CEA de Marcoule (FLS CEA Marcoule en liaison radio avec SDIS et préfecture).

L'Etablissement du CEA de Marcoule et les autres installations du site de Marcoule (SOCODEI, TNI) disposent aussi de moyens de communication diversifiés, notamment de téléphones satellites.

Même si en cas de séisme, inondation ou perte d'électricité, l'ensemble de ces moyens de communication pourrait défaillir en même temps, leur diversité devrait assurer de disposer au moins d'un de ces moyens.

La perte d'une grande partie des moyens de communication vers l'extérieur va ralentir la fréquence et la durée des échanges. Un point de relais pourrait alors être mis en place à l'extérieur, au PCD-N AREVA à Paris par exemple.

S'il est difficile d'établir une communication vers l'extérieur depuis MELOX, il en sera de même pour rentrer en communication avec les personnes d'astreinte, appelées en renfort ou en relève qui,

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 176/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

habitant près du site, auront peut-être subi les mêmes perturbations en cas d'évènement naturel. En principe, les astreintes PUI, renforts et relèves, s'ils ont connaissance de l'évènement, sont invités à rejoindre le site. A noter que le dispositif d'astreinte permet de joindre d'autres sites AREVA.

9.3.1.2.3 Moyens de communication interne

Les moyens de communication interne à MELOX sont diversifiés :

- réseau téléphones fixes (autocommutateurs sur batterie),
- intranet et messagerie électronique,
- téléphones DECT,
- interphonie (avec système d'appel général vers tous les bâtiments de MELOX),
- réseau Radio Sécurité (postes sur batterie : tenue 8 heures),

En cas de perte d'une grande partie de ces moyens, les informations et messages peuvent être transmis par porteur à l'intérieur de la zone MELOX d'étendue limitée, après sécurisation préalable des zones de transit.

Le PUI prévoit le non fonctionnement du réseau informatique local AREVA. Notons enfin que les locaux de crise du bâtiment 502 ne disposent pas du report de la supervision des installations mais les informations sont disponibles au PSG ou au PCR, ou encore dans les salles de conduites de sauvegardes situées dans le bâtiment 506 dimensionné au séisme majoré de sécurité. En situation de crise, c'est le PSG qui informe le Responsable d'intervention (RI). Même en cas de séisme d'intensité supérieure, il est fort probable que leurs instrumentations soient disponibles pour la gestion de l'accident.

9.3.1.2.4 Moyens d'accès

L'accès à chaque bâtiment est permis par au moins deux accès différents.

L'intervention des secours extérieurs pourrait être perturbée du fait des difficultés possibles d'accès au site.

En cas de séisme, inondation, neige, ... les accès au site de Marcoule peuvent être perturbés, ce qui rend difficile l'accès pour les astreintes PUI, les renforts et les relèves ou encore les secours (MELOX étant lui hors d'eau) notamment.

Pour accéder au site, il faut emprunter un pont (Orsan, Chusclan, Codolet) ou un barrage pont (Caderousse), ou encore longer le Rhône en venant par le nord (Saint Etienne des Sorts). La circulation sur les axes routiers principaux (Avignon-Bagnols sur Cèze et N7 et A7) est dans ces cas d'intempérie ou de catastrophe naturelle soit difficile soit bloquée.

L'accès au site peut aussi être rendu difficile par les conséquences de l'accident : lors de l'appel des astreintes, renforts ou relève il est indiqué le chemin à prendre pour minimiser les risques.

Cependant en cas d'intempéries prévisibles (neige, inondation), l'organisation de crise MELOX peut être activée préventivement avec une présence d'astreintes maintenues sur site (comme cela a été fait lors des épisodes neigeux de 2010 ou les inondations de 2002 et 2003).

Certaines actions du responsable du PCD-L peuvent être réalisées à distance (déclenchement des sirènes RNA de la zone PPI 2,750 km en cas de PPI phase réflexe, alerte de l'ASN et d'AREVA, ...).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 177/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Le PUI prend en compte un délai d'une heure pour l'arrivée sur site des astreintes PUI. Dans l'attente de l'arrivée des astreintes, la crise est gérée par les équipes en place 24 h/24, 7 j/7, notamment par application de fiches réflexes.

Sont déjà sur place les personnels suivants :

- les Chefs de quart exploitation (poudres, presses fours, rectification, gainage, assemblage) et leurs équipes,
- l'Ingénieur sûreté exploitation (ISE),
- les Chefs de quart Radioprotection, Utilités et Sécurité, et leurs équipes,
- le Coordinateur MI (maintenance), et des équipes de sous traitants (notamment des équipes d'assainissement radioactif).

Dans l'attente de l'arrivée des personnels d'astreinte et de renforts, ces responsables peuvent être conseillés à distance, et assurer la gestion de la crise plus longtemps. Ces personnes peuvent être maintenues sur site plusieurs jours. Les dispositions du PUI prévoient des moyens de couchages et de restauration pour les équipes qui restent sur place. Notons également que le restaurant d'entreprise peut fournir des boissons en bouteille si les fontaines de boissons ne délivraient plus d'eau potable.

La Figure 28 présente la synthèse des conséquences possibles sur les conditions d'intervention sur MELOX.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 178/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

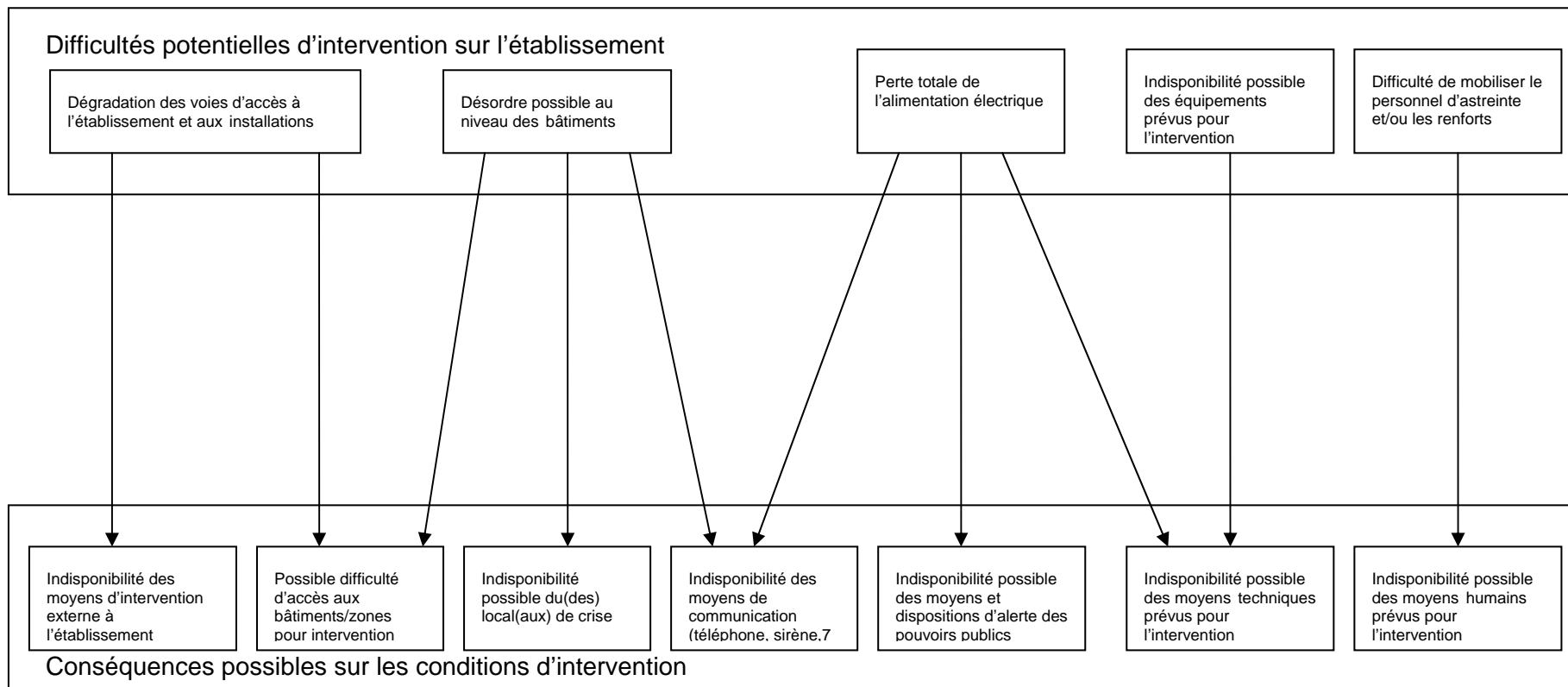


Figure 28 : Synthèse des difficultés d'intervention et leurs conséquences en cas de situation accidentelle aggravée sur MELOX

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 179/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

9.3.2 La robustesse des moyens d'intervention prévus dans le PUI face à une situation accidentelle aggravée

La conception des installations, l'organisation en place et les conditions d'exploitation en toutes situations normales et dégradées permettent de réaliser un diagnostic des dommages en cas d'accident aggravé à partir des informations disponibles en particulier dans les salles de conduite de sauvegarde et du fait de la permanence du personnel d'exploitation qui accède à l'ensemble des installations pour en constater l'état physique. Ce personnel dispose des moyens de protection individuelle lui permettant de sécuriser ses rondes. Ces dispositions existantes permettent en particulier de détecter d'éventuels incidents secondaires tels qu'un départ de feu ou un endommagement d'un cadre d'hydrogène, et d'intervenir rapidement sur ces événements.

Cependant, le dimensionnement actuel des moyens d'intervention sur l'établissement MELOX ne permet pas de garantir, en cas de situation accidentelle aggravée, la disponibilité et la fonctionnalité de l'intégralité des moyens prévus dans le PUI

La présente partie a pour objet de lister les moyens techniques nécessaires pour remédier autant que possible aux conséquences des accidents graves identifiés dans le cadre de la présente analyse complémentaire en postulant, qu'en cas d'accident grave, qui affecterait tout le site de Marcoule et au-delà, aucun moyen de secours extérieur ne serait disponible immédiatement pour MELOX (moyens FLS Marcoule, SDIS, ...).

9.3.2.1 Cas de la perte totale des sources d'eau

En cas d'accident grave, il est possible que les alimentations en eau existantes sur MELOX soient partiellement indisponibles. La disponibilité des ressources en eau au pied de l'installation est indispensable :

- pour véhiculer du bore jusqu'à un entreposage (Cf. § 9.3.2.2 du présent chapitre),
- pour refroidir un entreposage avec de l'eau perdue (Cf. §9.3.2.2.2 du présent chapitre),
- pour éteindre un incendie.

Aussi, en cas de perte des alimentations en eau existantes sur MELOX (réseau incendie, réseau eau industrielle, eau potable, ...), deux solutions sont envisageables :

- disposer d'une réserve d'eau sur MELOX, capacité installée dans l'enceinte de l'INB 151 et résistante au séisme notamment,
- au moyen de pompes et tuyaux, aller puiser de l'eau dans le contre-canal ou le Rhône,

Ces solutions induisent, à minima, de disposer :

- d'une pompe mobile (15 m³/heure) et son alimentation en fuel un tuyau d'aspiration et sa crépine,
- des tuyaux pour acheminer cette eau (pour le cas de pompage dans le contre-canal ou le Rhône au moins 1 km serait nécessaire),
- des bâches tampon pour entreposer cette eau (2x20 m³).

Ce matériel (pompes + tuyaux) pourrait être utilisé aussi en cas d'inondation interne ou externe pour évacuer de l'eau, conjointement avec des sacs de sable pour limiter les entrées d'eau dans les bâtiments à protéger.

Notons que la pompe ou ces pompes doivent être à moteur thermique pour se prémunir de la perte d'alimentation électrique et que pour acheminer cette eau sur une distance de 1 km, plusieurs pompes en série avec des bâches intermédiaires seraient probablement nécessaires. Enfin, notons également qu'en cas d'effacement du barrage de Caderousse, le Rhône rejoindrait son lit mineur originel, et il serait difficile d'amener une pompe jusqu'à ce lit mineur à cause de la boue déposée.

9.3.2.2 Cas de la perte de refroidissement dans un entreposage

Conformément à l'analyse présentée au chapitre 8 § 8.2.4 , la géométrie de l'entreposage STE ne serait plus garantie du fait de la déformation des cornières supportant les plateaux de crayons

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 180/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

combustibles. En effet, suite à une perte de refroidissement, la température maximale de l'entreposage STE pouvant être atteinte localement au bout de 11 heures serait de 160°C. Cette température commencerait à dégrader les propriétés du matériau de découplage neutronique intégré dans l'entreposage. Dans le même temps, l'augmentation de température de 120°C à 160°C produirait des plastifications locales qui n'amèneraient pas de dégradation de la géométrie de l'entreposage. Au delà de 160°C apparaîtrait le point de faiblesse initiateur potentiel d'un effet falaise : le flambement des cornières.

Aussi, en cas de perte de refroidissement, deux solutions notamment sont envisageables :

- amener du bore pour éviter un accident de criticité,
- rétablir une partie de l'alimentation électrique pour assurer du refroidissement.

9.3.2.2.1 Prévention de l'accident de criticité

Pour se prémunir d'un accident de criticité, une solution envisagée est d'amener du bore (absorbeur de neutron). Pour ce faire, du bore serait mélangé à l'eau dans une bache tampon, puis une pompe amènerait cette eau jusqu'à l'entreposage. L'eau borée serait alors dispersée sur les plateaux de crayons pour éviter tout risque de criticité.

Cette solution induit, à minima, de disposer de :

- bore en sac (200 kg),
- pompe (5 m³/h), tuyaux (100 m) et lance.

Cette dernière pompe pourrait servir à d'autres utilisations comme le pompage des quantités d'eau importante à l'intérieur de l'installation.

9.3.2.2.2 Rétablissement d'une partie de la fonction de refroidissement ou d'une partie de l'alimentation électrique pour assurer du refroidissement

En rétablissant partiellement l'alimentation électrique, une remise en route du refroidissement de l'entreposage est possible. Un groupe électrogène de 100 kVA (un tel groupe pèse 1500 kg environ, et est transportable sur une remorque), avec des rallonges électriques permettrait d'alimenter le refroidissement de STE à partir d'un tableau de raccordement du bâtiment 504. Dans ce cas là, il suffirait au préalable isoler le groupe froid et les recycleurs en passant par les tableaux du 504, 500 et Aménagement MELOX (ESX 2001 TB).

Une solution autre consiste également à assurer une partie de refroidissement en disposant, à minima, de :

- 1 Groupe froid + auxiliaires : 52 kVA,
- 2 Recycleurs : 5 kVA chacun.

Notons qu'avec une utilisation des recycleurs en eau perdue (Cf. § 9.3.2.1 du présent chapitre), le besoin en énergie est moindre. En outre, pour court-circuiter la partie du réseau électrique interne qui ne fonctionnerait plus, il faudrait disposer de tableaux électriques supplémentaires (pour palier la perte du bâtiment 504). Enfin, le groupe électrogène de 100 kVA permettrait d'éclairer une partie de l'installation, une partie de l'instrumentation, la recharge de batteries (assurant ainsi le maintien des communications). Toutefois, ceci peut également être fait à partir de petits groupes électrogènes (2 ou 3) de 20 kVA facilement transportables.

Notons enfin qu'un refroidissement à air en ouvrant les portes des locaux pourrait aussi être envisagé selon la situation radiologique des locaux.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 181/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

9.3.2.3 Cas de la perte du confinement

En cas de la perte du confinement statique par brèche, une des actions consistera à boucher la ou les brèches, au moins partiellement.

Les matériels requis pour boucher une brèche sont :

- nappes de vinyle et tarlatane,
- bâches, oeuillées, avec de la cordelette pour assembler les bâches,
- résine,
- ciment,
- câble en sac.

A ces matériels il convient d'associer divers matériels pour la mise en œuvre (pelles, pioches, masses, barres à mine, seaux, brouettes et échafaudages).

Une action également envisageable serait de fixer l'éventuelle contamination au moyen de spray ou résine. Pour la réalisation de ces actions et de la décontamination, MELOX peut s'appuyer sur les compétences de la BU Assainissement du groupe AREVA.

Les sacs de sable permettraient aussi de dresser un barrage lors d'inondation ou de ruissellement.

9.3.2.4 Conditions et dispositions associées aux moyens identifiés

Différents moyens ont été identifiés (pompes et tuyaux, groupes électrogènes et câbles électriques, sacs de sable, citernes de fuel, ...). Ces moyens peuvent être lourds ou encombrants et requièrent des moyens d'entreposage, de maintenance et de manutention et nécessitent une autonomie en énergie.

Un camion tout terrain, de type UNIMOG par exemple, équipé d'un bras pour le chargement et déchargement de son plateau et d'un treuil pourrait être une solution adaptée. Ainsi, sur son plateau pourraient être posés alternativement un groupe électrogène et ses câbles, une pompe et ses tuyaux, une citerne de fuel, des sacs de sable... Ces matériels pourraient aussi être mis sur une remorque attelée au camion.

Tout équipement complémentaire pourrait être également approvisionné par hélicoptère en utilisant l'héliport du site de Marcoule ou en utilisant le parking de l'établissement MELOX.

Pour approvisionner en combustible (fuel) les pompes et groupes électrogènes, une citerne mobile portable, associée à une pompe à fuel mue par le camion pour son remplissage (avec ses tuyaux) est également nécessaire. Cet ensemble serait complété par 2 pompes à fuel à main (avec tuyaux) et des jerricans.

L'approvisionnement de plaques d'envol est également à considérer, permettant de traverser les endroits devenus difficile à franchir.

Enfin, l'ensemble des matériels identifiés (Cf. § 9.3.2.1 à 9.3.2.3 du présent chapitre) pourrait être entreposé dans un ou plusieurs conteneurs maritimes ISO 20". Ces conteneurs seraient entreposés dans un endroit abrité de toute chute résultant d'un séisme. Ils permettraient d'entreposer également à l'abri et dans la durée le bore (Cf. § 9.3.2.2), les sacs de sable (Cf. 9.3.2.3) mais également un stock de pièces stratégiques. En effet, afin d'améliorer le temps de réaction lorsqu'un système actif tombe en panne (compresseur de groupe frigorifique, courroies d'entraînement, ...), MELOX dispose en plus de son magasin de proximité situé dans le bâtiment 500 d'un magasin de pièces stratégiques situé dans le bâtiment 503. En outre, MELOX réalise ses approvisionnements via un magasin intermédiaire déporté situé à Pont Saint Esprit. Le bâtiment 503 n'est pas dimensionné au séisme. Un magasin complémentaire de pièces essentielles ou de pièces de rechange peut être envisagé. Ce magasin complémentaire devrait rester accessible et maintenir l'intégrité des pièces stockées. Il devrait donc être dimensionné vis-à-vis des risques liés au séisme et en prenant en compte les risques liés aux inondations (crues, pluies torrentielles). Le recours à un conteneur maritime ISO 20" apparaît comme une solution adaptée.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 182/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

9.4 Conclusion/Evaluation de la capacité de l'établissement MELOX à gérer une situation accidentelle aggravée

Aujourd'hui, sur l'établissement MELOX, l'organisation et les moyens ont été dimensionnés pour intervenir sur des situations accidentelles prévues dans le cadre du PUI. La description des moyens d'intervention techniques et humains faite au § 9.2 du présent chapitre montre que pour chaque situation accidentelle du PUI, les dispositions sont prises pour permettre une intervention efficace dont l'objectif est la maîtrise de l'accident et la limitation des conséquences sur la population et l'environnement.

L'objectif du présent paragraphe est d'évaluer la robustesse des moyens d'intervention prévus sur l'établissement MELOX en supposant une situation accidentelle aggravée. L'analyse réalisée au paragraphe 9.3.2 du présent chapitre montre que la disponibilité et la fonctionnalité des moyens techniques et humains nécessaires peut être encore améliorée et renforcée : la mise en place de la gestion de crise telle que prévue dans le PUI pourrait être perturbée par des indisponibilités de matériel et de personnel.

Cependant il ressort de cette analyse qu'il est utile de définir un ensemble de dispositifs (organisation, moyens techniques...) qui puisse être gréé de façon sûre en cas de situation aggravée. MELOX prévoit donc de lancer un projet de « gestion de crise en situation aggravée » ayant pour objectif de définir les solutions techniques et organisationnelles à mettre en œuvre pour gagner en robustesse d'intervention en cas d'accident hors dimensionnement à partir de la présente analyse.

L'objectif de ce projet consisterait à valider les solutions identifiées et d'en proposer éventuellement d'autres ainsi qu'un planning de mise en œuvre.

Les principaux moyens supplémentaires identifiés à l'issue de la présente analyse comme pouvant être utilisés sont présentés ci-après. Ils seront à évaluer ultérieurement.

- locaux de crise : tente étanche mise en surpression et pré équipée pour loger des équipes de crises dont les locaux seraient contaminés (livrable sur site en 48 heures),
- téléphones satellites,
- tableau de branchement des groupes mobiles sur l'installation hors bâtiment 504,
- moyens de pompage :
 - Dispositif de pompage d'une capacité de 15 m³/h,
 - Dispositif de pompage d'une capacité de 5 m³/h,
- energie :
 - 1 groupe de 100 kVA,
 - 2 groupes électrogènes mobiles de 20 kVA,
 - 2 citernes de fuel transportables,
- moyens de refroidissement :
 - 1 Réserve d'absorbant neutronique (bore en sac, environ 200 kg),
 - 1 Groupe froid + auxiliaires : 52 kVA,
- moyens de manutention et d'entreposage :
 - 1 Camion tout terrain,
 - Conteneurs maritimes ISO 20",
 - Plaques d'envol de 2 m.

Cet inventaire préliminaire des moyens pourrait, après validation, renforcer ceux déjà présents en interne sur l'établissement.

Certains moyens pourraient être mutualisés au niveau du Groupe AREVA. La répartition de ces moyens entre l'établissement MELOX et d'autres sites AREVA permettant leur stockage est à réaliser en cohérence avec les besoins et délais de mise en œuvre sur MELOX pour les accidents graves considérés. Il pourrait être considéré qu'un moyen dont la mise en œuvre est nécessaire sous un délai de 48 heures serait préférentiellement localisé sur l'établissement et qu'à contrario, pour un besoin au delà de ce délai de 48 heures, il pourrait être acheminé à partir d'un autre site.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 183/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

10 RECOURS AUX ENTREPRISES PRESTATAIRES

Les activités confiées à des entreprises prestataires qui peuvent avoir un impact sur la maîtrise de la sûreté, sécurité, santé, radioprotection et protection de l'environnement (3SE) des sites exploités par AREVA sont principalement les activités comprenant une intervention sur site.

Les prestations de fabrication pure ou d'approvisionnement de fournitures sur catalogue ne sont pas concernées par ce chapitre. Seules les activités nécessitant une intervention sur site sont prises en considération dans la suite du document.

Les activités concernées relèvent de l'exploitation des installations et du site au sens large avec :

- la production,
- les supports à la production comme la gestion des utilités, des effluents, des déchets,
- la maintenance,
- les travaux et modifications,
- les appuis transverses comme les contrôles et essais périodiques (CEP), l'infogérance.

10.1 Politique industrielle

L'usine MELOX est spécialisée dans la fabrication des assemblages combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium pour les réacteurs de puissance à eau légère.

Le procédé de fabrication mis en œuvre par MELOX est dérivé des procédés utilisés dans les usines de BELGONUCLEAIRE à Dessel (Belgique) et d'AREVA NC à Cadarache (France) au sein de l'installation CFCa (Complexe de Fabrication de Cadarache) mise à l'arrêt en 2003.

La fabrication de combustibles fait appel spécialement à la métallurgie des poudres, à l'assemblage par différentes techniques dont les techniques de soudage évolué, à la mécanique et à l'usinage.

10.1.1 Orientations générales

Les principes de politique industrielle de MELOX sont définis par la Direction Générale et partagés en Comité Directeur de l'établissement. Ces principes sont établis en application des politiques du groupe AREVA.

Certaines décisions de recours à une entreprise prestataire peuvent faire l'objet d'une présentation suivie d'une validation par la Business Unit (BU) Recyclage dont fait partie MELOX.

Les derniers dossiers de recours à des entreprises prestataires qui ont donné lieu à une remontée BU pour validation concernent :

- l'internalisation des activités du Poste Auxiliaire Pastilles (PAP),
- l'internalisation de la fonction des Techniciens de Maintenance de Proximité (TMP).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 184/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les principales orientations relatives à la politique industrielle de MELOX sont :

- de réaliser en interne l'ensemble des activités dites "cœurs de métiers ou compétences", ce qui peut passer par des internalisations,
- d'avoir recours autant que possible aux entités spécialisées du groupe sur les domaines de l'ingénierie, des systèmes d'information sécurisés, des transports de matières radioactives, de la décontamination, ...
- d'avoir recours aux compétences reconnues du CEA Marcoule en matière de services de santé, de sécurité, et de gestion des effluents,
- d'avoir recours à des entreprises extérieures spécialisées en maintenance d'équipements, au travers d'une société en participation (SEP) pour la maintenance des lignes de production.

MELOX privilégie des sociétés spécialisées autour de métiers forts, présentant des références dans le nucléaire, un ancrage local, et une expérience des installations et des activités de MELOX.

10.1.2 Faire ou faire faire

MELOX a intégré dans son analyse de risques établissement le risque fournisseur.

L'analyse de risques comprend un questionnement systématique relativement au faire ou au faire faire sur chacune des activités de l'établissement MELOX.

Le questionnement sur le faire ou faire faire est mis à jour une fois par an dans une revue dédiée avec la Direction Générale, la Direction Exploitation et la Direction Achats.

Les points dernièrement abordés ont concerné :

- l'internalisation des activités du Poste Auxiliaire Pastilles qui participent de la production avec des opérations de conditionnement des pastilles de combustible avant entreposage
- l'internalisation de gestes et tâches de maintenance simples (réglages, échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, interventions sans outillage dédié à l'aide d'instructions d'utilisation),
- le transfert d'une entreprise extérieure à une BU spécialisée du groupe (BU Assainissement) des activités de décontamination crayons,
- le transfert d'une entreprise extérieure à une BU spécialisée du groupe (BU Assainissement) de collecte et de gestion des déchets.

10.1.3 Champ des activités sous-traitées

Le panorama au 30 juin 2011 pour MELOX des activités réalisées en interne, en interne groupe ou en externe par des entreprises prestataires, est présenté ci-après.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 185/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Panorama des activités sur l'établissement MELOX			
	INTERNE		EXTERNE
	ETABLISSEMENT	GROUPE	
Production	- Production (dont PAP*)	- Décontamination crayons* → BUA	
Supports	- Utilités	- Magasin et stock → BUL - Transport classe 7 → BUL - Gestion des déchets → BUA	- Préparation composants - Gestion des effluents → CEA - Laverie → CEA
Maintenance	- Maintenance cœur procédé niveau 1 - Maintenance utilités		- Maintenance cœur procédé - Maintenance hors cœur procédé
Travaux	- Maîtrise d'ouvrage	- Maîtrise d'œuvre & ingénierie → DIP	- Prestations d'études
Appuis	- Sécurité - Radioprotection - Environnement	- Infogérance → BUSI	- Services santé et sécurité → CEA - Contrôles et essais périodiques - Documentation

* Décision récente d'internalisation

Figure 29 : Panorama des activités réalisées sur MELOX

Sur MELOX, les activités de maintenance se répartissent en 3 familles selon l'organisation du site et suivent des logiques spécifiques vis-à-vis du recours aux entreprises prestataires :

- la maintenance des équipements du process est réalisée en interne pour les opérations de niveau 1 par les techniciens de maintenance de proximité, et par des entreprises extérieures spécialisées au sein d'une SEP pour les autres niveaux de maintenance,
- la maintenance des équipements pour la production des fluides (gaz, électricité, ...) est réalisée en interne par le service Maintenance Interventions et Exploitation Utilités (MIU) qui s'appuie en complément sur des contrats avec obligations de résultats,
- la maintenance des équipements hors process et production fluides (bâtiments, éclairage, téléphonie, engins de levage, équipements et installations de radioprotection,...) est réalisée au titre de contrats avec obligations de résultats.

10.1.4 Politique Achats

La politique Achats appliquée sur MELOX est la politique Achats du groupe formalisée dans un document de doctrine AREVA. Elle repose sur 4 principes directeurs :

- analyser les marchés et construire un panel mondial de prestataires,
- piloter l'ensemble des processus impliquant les prestataires,
- impliquer les prestataires dans une démarche d'amélioration continue,
- assurer l'efficacité de la fonction Achats par un contrôle permanent de sa performance.

En déclinaison de la politique Achats du groupe, les principales orientations de la politique Achats appliquée par l'établissement MELOX sont données dans le document de politique générale et le manuel de management MELOX.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 186/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les orientations consistent en particulier à :

- évaluer les entreprises prestataires stratégiques avec un volet 3SE,
- associer les entreprises prestataires à la dynamique de progrès continu du groupe,
- intégrer les entreprises prestataires à l'atteinte des objectifs 3SE de l'établissement,
- exiger des entreprises prestataires une culture de sûreté et de sécurité,
- garantir un environnement de travail connu, sûr et sain pour l'ensemble des prestataires.

Les entreprises prestataires sont sensibilisées aux objectifs de progrès de MELOX en matière de qualité, de sûreté, de santé, de sécurité, de radioprotection et de protection de l'environnement, par exemple lors de conventions réunissant les principaux prestataires. MELOX entretient aussi une relation étroite avec les représentants sociaux-économiques régionaux, notamment des chambres consulaires.

10.1.5 Données quantifiées

Le volume total d'achats de prestations par l'établissement MELOX est de 114 millions d'euros en 2010.

Ce volume est quasi constant depuis 5 ans hors les dépenses pour :

- le projet d'Amélioration de la Prévention du Risque de Criticité dans le contrôle de masse (APRC),
- le projet de réexamen de sûreté,
- le projet flexibilité 195 tonnes.

Le volume d'achats de prestations en 2010 se décompose en achats récurrents, en achats ponctuels, en investissements et en achats de stocks selon le graphique qui suit.

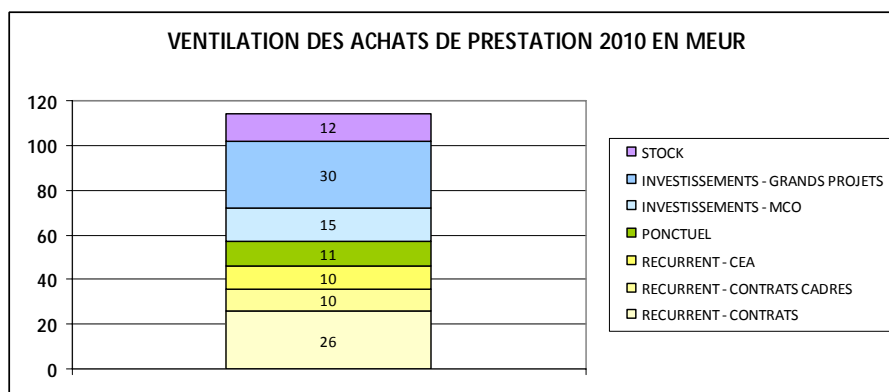


Figure 30 : Ventilation des achats de prestation en 2010

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 187/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Le volume d'achats de prestations 2010 se répartit comme suit :

Production	6%
Construction, réseaux, entretien des bâtiments	6%
Equipements, composants	10%
Supports (utilités, laverie, ...)	12%
Transports de matières radioactives (classe 7)	24%
Gestion des déchets	2%
Maintenance	18%
Ingénierie, prestations d'études, prestations de conseil	16%
Assainissement et démantèlement	2%
Qualité, certification, contrôles et essais périodiques	1%
Autres	3%

Tableau 43 : Répartition des achats de prestations en 2010

Plus de 70% du volume 2010 sont réalisées par des entreprises prestataires localisées à proximité de l'établissement, dans le département du Gard (30) et dans les départements limitrophes.

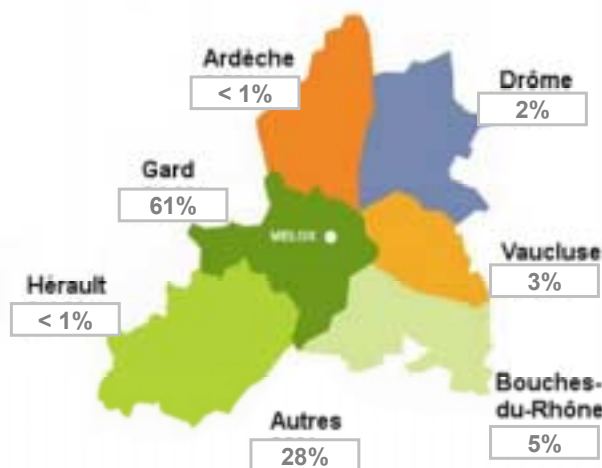


Figure 31 : Répartition géographique des achats de prestation en 2010

Le panel des entreprises prestataires de MELOX est stable depuis la mise en exploitation de l'usine et les 10 premières entreprises prestataires représentent de l'ordre de 70% du volume Achats.

La grande majorité des prestations 2010 sont réalisées par des entreprises prestataires spécialisées dans le nucléaire avec outre les BU du groupe, des sociétés comme :

- ASSYSTEM (prestations d'études),
- REEL (moyens de levage),
- SPIE Nucléaire (électricité, automatisme, mécanique),
- SOGEDEC (assainissement).

10.2 Processus Achats

Les règles régissant le processus Achats sont décrites dans un document groupe prescriptif selon un découpage en étapes élémentaires :

- évaluer les prestataires,
- établir une analyse préalable des risques,
- traiter une expression de besoin,
- sélectionner les prestataires,
- surveiller puis procéder à la réception du produit,
- suivre les prestataires et consolider la base des prestataires harmonisée du groupe.

MELOX a intégré les règles du groupe et les spécificités locales dans son processus Achats.

Le référentiel documentaire MELOX encadrant le recours à des entreprises prestataires comprend :

- le processus support Achats,
- la procédure relative à l'évaluation et au suivi des fournisseurs,
- la note technique d'évaluation des risques 3SE d'une prestation ou d'une fourniture,
- la procédure relative au traitement des contrats d'achat,
- la procédure relative à la réception et recette des commandes de stocks et fournitures,
- la procédure relative à la gestion des audits, inspections et enquêtes.

L'intégration d'exigences pour garantir la maîtrise du management 3SE de travaux ou prestations confiés à des entreprises extérieures est définie dans une procédure AREVA relative à la maîtrise des conditions de travail des contractants et dans une note d'application MELOX.

La note technique MELOX d'évaluation des risques 3SE d'une prestation ou fourniture décrit les étapes d'évaluation préalable de risque de l'activité susceptible d'être sous-traitée et d'intégration des exigences 3SE dans le cahier des charges.

10.2.1 Evaluation a priori

Le sous-processus relatif à l'évaluation des prestataires fait l'objet d'un guide AREVA qui donne des lignes directrices ainsi que d'une procédure générale MELOX.

L'évaluation se décompose en deux phases :

- l'évaluation (a priori) : elle permet d'identifier les capacités d'une société à répondre à un besoin. Elle est réalisée pour tout nouveau prestataire,
- le suivi (a posteriori) : il permet d'apprécier la fourniture ou prestation réalisée, de mesurer les évolutions du fournisseur et d'actualiser ses données.

Les informations et données sources collectées avant l'évaluation d'un prestataire sont :

- les données financières,
- les certifications, les agréments, les habilitations, ...
- les manuel et/ou plan de management de la qualité,
- les descriptifs d'offres de services et des capacités (plaquette commerciale),
- les références dans le domaine concerné,
- les résultats d'autoévaluations demandées par le groupe (notamment qualité, sécurité),
- les éléments de retour d'expérience (dont les informations du réseau Achats),
- les résultats d'audits, de visites de sécurité participatives, d'inspections, ...
- les revues pilotées par l'entité responsable des Achats.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 189/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

L'évaluation d'un prestataire comprend toujours 3 volets avec :

- une évaluation commerciale (aspects juridiques, financiers, industriels, ...),
- une évaluation technique (aspects savoirs faire, compétences, gestes professionnels, ...),
- une évaluation managériale (aspects qualité, sûreté, santé, radioprotection, sécurité, environnement, ...).

MELOX utilise dans son processus Achats une base qui comprend à date environ 700 entreprises prestataires, dont 200 interviennent sur site et une centaine sont référencées "stratégiques".

Une entreprise prestataire stratégique est une entreprise entrant dans l'un des cas suivants :

- réalisant une prestation à sensibilité élevée selon la grille d'évaluation des risques,
- récurrente dont le chiffre d'affaire engagé annuel est supérieur à 150 k€,
- dont le taux de dépendance vis-à-vis de MELOX est supérieur à 30%,
- en situation de monopole.

La base a été renseignée à partir des réponses à une "fiche de renseignements entreprise" (FRE) couvrant une quinzaine d'items, complétées de retours d'expérience sur site pour les prestataires en place et d'un audit de présélection pour les prestataires non référencés.

Le dossier pour une entreprise prestataire comprend 5 volets :

- agréments et qualifications,
- résultats d'audits,
- données financières,
- qualité,
- renseignements généraux.

Pour le cas particulier des marchés d'assainissement radioactif et de démantèlement, l'évaluation comprenant l'examen du dossier préparé par l'entreprise, des certifications, du retour d'expérience, est complétée de manière systématique par un audit réalisé par le groupe.

10.2.2 Analyse de risque et (pré)sélection

Le degré d'exigence vis-à-vis d'une entreprise prestataire est proportionné au niveau de risque de l'activité confiée. Ce niveau dépend de la nature et du contexte dans lequel l'activité sera opérée.

La définition du niveau de risque de l'activité sous-traitée par le donneur d'ordres (DO) constitue le préalable à la présélection des prestataires.

A MELOX, une grille d'évaluation du niveau de risque de la prestation comprenant 27 critères 3SE et de développement durable est renseignée au préalable du lancement d'un appel d'offre. Pour chaque critère, une évaluation du risque comprise entre 1 (très faible) et 4 (élevé) est faite. Au global, l'activité a un niveau de risque faible, moyen ou haut fonction de la note totale obtenue.

Un couplage entre le niveau de risque de l'activité sous-traitée et les entreprises prestataires qui sont intégrées au panel de consultation, ainsi qu'entre le niveau de risque de l'activité sous-traitée et les exigences 3SE à introduire dans le cahier des charges sont faits.

10.2.3 Modalités de choix

Le choix d'une entreprise prestataire pour réaliser une activité se fait au travers :

- de la constitution du panel des entreprises prestataires consultées (présélection),
- de l'établissement d'une liste réduite en vue des négociations (si nécessaire),
- du choix final, sur la base d'une grille d'évaluation, après clarification et négociation.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 190/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

En préparation des appels d'offres, la direction Achats et Stocks (DAS) MELOX s'assure que les prestataires potentiels sont identifiés parmi ceux répertoriés comme actifs dans la base et présentant une évaluation conforme au niveau, notamment de risque, requis pour la prestation.
 Pour les entreprises prestataires non référencées, une intégration accélérée au panel peut être faite sur la base de la fiche de renseignements entreprise complétée d'un éventuel audit de pré-sélection (notamment pour les prestations de niveau de risque haut).

En pratique, MELOX ne consulte pas des entreprises prestataires :

- dont le taux de fréquence (TF) en matière d'accident au travail est supérieur à la norme du secteur d'activités,
- dont le processus de gestion de la santé au travail n'est pas défini,
- qui ne suivent pas une conduite respectueuse de l'environnement en matière de gestion des risques (toxiques, explosion, incendie, pollutions) et d'éco-efficacité.

L'acheteur et le donneur d'ordres établissent une grille d'évaluation technique et commerciale. Les critères de choix techniques d'un prestataire usuellement retenus sont :

- la connaissance de l'industrie nucléaire ;
- les références du prestataire pour des prestations identiques ou comparables,
- le respect des engagements du prestataire sur les contrats antérieurs MELOX,
- la maîtrise des gestes professionnels et des compétences techniques requises,
- la conformité au cahier des charges,
- la qualité des réponses aux exigences 3SE pour les activités de risque élevé,
- les délais et le planning proposé en conformité avec les exigences du prescripteur,
- l'optimisation de la dosimétrie (si applicable),
- l'optimisation des déchets générés (si applicable),
- les critères de suivi de la prestation proposés par le prestataire.

Les critères de choix commerciaux d'un prestataire usuellement retenus sont :

- le montant total de l'offre,
- la décomposition des coûts,
- la pérennité du prestataire,
- la qualité de l'offre commerciale,
- le taux de dépendance.

10.2.4 Suivi de réalisation et surveillance

Le suivi de réalisation se fait dans le cadre de dispositions contractuelles avec :

- une réunion de lancement qui permet de préciser les points de suivi et de surveillance,
- des points d'avancement du contrat donnant lieu à un compte rendu formalisé,
- une réunion de clôture qui trace les éléments de REX prestataire.

Les actions de surveillance des activités confiées à des entreprises prestataires sur l'établissement MELOX se répartissent en 3 familles avec :

- les surveillances techniques (niveau 0) comprenant :
 - les revues pour vérifier la conformité au Plan de Prévention (PdP) ou au Dossier d'Intervention en Milieu Radioactif (DIMR),
 - les visites de sécurité participative (VSP) pour s'assurer que l'activité reste conforme aux règles, aux standards et aux pratiques 3SE,
 - les actes de surveillance particuliers en cas d'écart constaté durant la réalisation du contrat ou de notation insuffisante,

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 191/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

- les évaluations indépendantes (niveau 1) comprenant :
 - les actions de surveillance de terrain réalisées par les Ingénieurs sûreté exploitation (ISE) du service Sûreté Opérationnelle pour vérifier la mise en œuvre de la délégation en matière de sûreté et de radioprotection, avec un volet "contrôle des prestataires",
 - les audits et les enquêtes internes réalisés par les spécialistes de la direction Q3SE pour vérifier la conformité des pratiques mises en œuvre aux exigences 3SE, dont une partie est focalisée sur les entreprises prestataires,
 - les audits fournisseurs réalisés par des auditeurs qualifiés pour évaluer la pertinence et l'application des processus et du système de procédures,
- les évaluations indépendantes pour la Direction Générale du groupe (niveau 2) comprenant :
 - les inspections de l'Inspection Générale (IG) ;
 - les audits de la Direction Risques et Assurance, de la Direction de l'Audit...

Les actions de surveillance sur MELOX en 2010 intégrant entre autres un volet sur les prestations confiées à des entreprises prestataires comprennent :

Surveillances de terrain ISE	≈ 90
Audits et enquêtes internes	≈ 10
Audits fournisseurs 3SE	≈ 10

Tableau 44 : Volume des actions de surveillance en 2010

Les audits fournisseurs peuvent être initiés par l'établissement à la suite d'un écart constaté ou par la Direction Qualité Performance (DQP) du groupe en interface avec la Direction Achats, sur la base d'une remontée annuelle des besoins par les établissements.

L'établissement MELOX a conduit une dizaine d'audits fournisseurs sur les thèmes de la qualité et 3SE. Des entreprises extérieures comme ASSYSTEM, le CEA, FORCLUM ou SOGEDEC font l'objet d'audits réguliers débouchant sur des demandes d'actions correctives et la mise en évidence de bonnes pratiques.

Les inspections réalisées par l'Inspection Générale du groupe concernant ou intégrant la maîtrise 3SE des prestataires et des activités sous-traitées ont porté depuis 2002 sur :

- la culture de sûreté,
- les agréments des entreprises prestataires,
- les prestations de service,
- les analyses préalables aux évolutions,
- les contrôles internes de premier niveau,
- les compétences et les habilitations,
- l'organisation sûreté - sécurité des chantiers,
- le management de la sûreté – sécurité,
- la maîtrise des prestataires.

L'établissement MELOX a été plus particulièrement concerné par :

- la culture de sûreté (2002 et 2008),
- le contrôle de premier niveau (2009),
- l'organisation du projet de réexamen de sûreté (2010 et 2011),
- l'évaluation du projet APRC (2010 et 2011).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 192/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

10.2.5 Notation et suivi

Le donneur d'ordres MELOX, avec le support de l'acheteur, évalue chaque prestation stratégique réalisée sous sa responsabilité. L'évaluation est formalisée au travers d'une Fiche d'Appréciation de Marché (FAM).

Le but est de consolider l'appréciation de la performance globale de l'entreprise prestataire ainsi que d'améliorer les clauses des futurs contrats et les Plans de Prévention.

La FAM génère une note comprise entre 0 (inexistant) et 5 (très bien) sur la base d'une dizaine de critères d'appréciation :

- la qualité et la conformité de la réponse à appel d'offre,
- l'organisation du chantier ou de la prestation,
- le personnel intervenant (habilitations, formations, expérience, ...),
- la qualité des études réalisées,
- l'état des lieux et l'état final du chantier (si existant),
- le respect des exigences techniques et 3SE,
- les contrôles mis en place,
- la qualité de la réalisation,
- la qualité des documents fournis.

La Direction Achats et Stocks réunit annuellement les responsables du service Organisation du Système de Management Intégré (OSMI) et des spécialistes du service Sûreté pour une revue sur les entreprises prestataires stratégiques et les aspects 3SE.

La revue comprend une analyse globale des évaluations des prestations réalisée durant l'année précédente pour chaque entreprise prestataire stratégique en vue d'établir :

- la note annuelle de l'entreprise prestataire pour des sélections ultérieures,
- les points positifs à appliquer dans les prochaines prestations,
- les mesures correctives à engager lors des futures prestations sur MELOX.

Les entreprises prestataires qui présentent une note annuelle insuffisante ou une note annuelle qui se dégrade ou des résultats radioprotection ou sécurité insuffisants sont convoquées pour une présentation de leur plan de progrès.

La Direction Générale de MELOX avec la Direction Achats et Stocks organise régulièrement une convention fournisseurs. Entre 80 et 100 fournisseurs et prestataires participent à la convention, dont la grande majorité des entreprises prestataires stratégiques.

Elle est l'occasion de partager avec les entreprises prestataires :

- le REX 3SE de l'usine ainsi que et de quelques prestations sur l'année écoulée,
- les objectifs de l'établissement en matière de sûreté, de radioprotection, de sécurité,
- le plan d'activité sur le court et le moyen terme pour anticiper les besoins en compétences.

Elle est aussi l'occasion de partager des actions d'amélioration comme les actions relatives à la maîtrise du travail en boîtes à gants (BAG) pour réduire les ruptures de confinement (2009), ou le plan de progrès 3SE sur les chantiers TAS.

Un vecteur complémentaire d'échanges avec les entreprises prestataires est le CHSCT élargi qui comprend sur MELOX : AX XO, CIMAT, ONET, REEL, SIREM, SOGEDEC, SPIE NUCLEAIRE, la SEP en charge de la maintenance ainsi que la BU Assainissement.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 193/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

10.3 Conditions d'intervention des prestataires

10.3.1 Référentiel groupe et déclinaison opérationnelle

Le référentiel groupe relatif aux interventions d'entreprises prestataires dans les installations AREVA est constitué des documents qui suivent :

- la Charte des valeurs, qui identifie les fournisseurs et les prestataires comme des parties prenantes du groupe et pose le principe de relations partenariales durables pour apporter le meilleur niveau de prestations possible,
- la Charte sûreté nucléaire, qui pose le principe de traitement identique des collaborateurs du groupe et des prestataires en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, avec une information sur les risques encourus et des dispositions de prévention et de maîtrise de ces risques, une vérification des formations et des protections mises à disposition des prestataires travaillant sur les installations du groupe,
- l'engagement de développement durable applicable aux fournisseurs, qui demande à ceux intervenant sur les sites du groupe de participer activement à l'atteinte d'un haut niveau de sûreté, santé et sécurité, en :
 - veillant à la diffusion de leurs salariés des informations concernant les risques liés à leurs activités, aux mesures de protection à prendre, et à leur application,
 - appliquant un devoir d'alerte vis-à-vis des anomalies constatées vers leur hiérarchie et vers le groupe,
- la directive pour la maîtrise des conditions de travail sûreté-santé-sécurité-environnement avec les contractants, qui définit le processus type permettant de garantir la maîtrise du management 3SE des travaux confiés à des sociétés extérieures et affirme :
 - que les performances en termes de maîtrise des risques 3SE sont des critères incontournables de sélection des contractants,
 - que les contractants doivent démontrer leur inscription dans un processus d'amélioration continue en matière de 3SE,
 - la nécessité de définir au préalable la dangerosité d'une opération de sous-traitance de manière à faciliter la présélection des prestataires et de ne retenir que ceux dont la réponse à des exigences graduées est adaptée,
 - les étapes obligatoires à la réalisation d'un contrat avec l'inspection préalable commune, le Document de Prévention des risques d'accidents, la sensibilisation 3SE.

En complément du référentiel groupe, les documents MELOX fixant les conditions d'intervention des entreprises prestataires sont :

- les consignes générales de radioprotection,
- la procédure relative aux prescriptions hygiène et sécurité pour les entreprises extérieures,
- la note d'exigence envers les entreprises extérieures concernant le risque d'exposition aux rayonnements,
- la procédure relative à la gestion de la dosimétrie des travailleurs sur MELOX,
- la note d'interface entre les Personnes Compétentes en Radioprotection (PCR),
- la procédure relative au plan de prévention - prescriptions particulières d'hygiène et sécurité lors des travaux réalisés par des entreprises extérieures dans MELOX,
- la procédure relative à l'établissement et au suivi d'une autorisation de travail.

Pour le cas particulier des marchés d'assainissement radioactif et de démantèlement, le référentiel documentaire comprend :

- la procédure d'acceptation des entreprises d'assainissement radioactif, qui décrit notamment les modalités d'acceptation des entreprises d'assainissement radioactif par AREVA et le fonctionnement de la Commission d'Acceptation (CAEAR),

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 194/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

- l'instruction sur la passation de marchés comprenant des prestations d'assainissement radioactif et de démantèlement, qui décrit les conditions dans lesquelles des activités ou des travaux liés à l'assainissement radioactif et au démantèlement des installations ou des équipements sous la responsabilité du groupe peuvent être confiées à des entreprises spécialisées extérieures.

Les critères d'acceptation sont :

- la compétence technique de l'entreprise sur le domaine d'activité considéré avec :
 - le nettoyage courant,
 - l'exploitation d'installation d'assainissement radioactif,
 - les interventions ou opérations d'assainissement ou de démantèlement,
 - la conception et maîtrise d'œuvre d'opérations d'assainissement ou démantèlement de tout ou partie d'installation nucléaire,
- la connaissance des obligations en matière :
 - d'environnement,
 - d'hygiène et sécurité,
 - de radioprotection et de gestion dosimétrique,
 - de formation et de qualification du personnel dans ces domaines,
- la mise en œuvre d'un système de management respectant les exigences applicables.

Des audits sont réalisés par des auditeurs groupe identifiés et formés, qui permettent de s'assurer du respect par les entreprises prestataires de leurs obligations réglementaires et contractuelles et de leur aptitude à intervenir conformément à leur domaine d'habilitation.

10.3.2 Sensibilisation, formation, habilitation

Avant tout début d'activités sur site, le personnel de l'entreprise prestataire doit participer à une sensibilisation aux risques dispensée par MELOX. La participation aux modules de sensibilisation est obligatoire pour obtenir l'autorisation de travailler mais ne remplace en aucun cas les formations et les qualifications obligatoires nécessitées par les activités prévues.

La formation "Accueil Sécurité" est donnée aux intervenants du prestataire avant le commencement des activités pour les familiariser avec les risques principaux et les règles de sécurité essentielles à tenir sur le site et l'usine MELOX. Il s'agit d'un module dédié suivi par un test type QCM dont le résultat conditionne l'accès sur le site par la délivrance d'un badge.

Des sensibilisations destinées aux salariés des entreprises extérieures sont également dispensées par l'établissement MELOX relativement au travail en zone réglementée, à des notions de base en radioprotection et en environnement, aux procédures et aux conditions d'utilisation d'équipements. Le contenu de ces sensibilisations est établi par la Direction Qualité Sûreté Santé Sécurité Environnement (DQ3SE) en liaison avec la Formation. Il est formalisé dans un document dédié relatif à la formation sûreté - sécurité et à l'assurance qualité des personnes travaillant sur MELOX.

Des formations sur le travail en boîte à gants comprenant plusieurs niveaux (travail accompagné, travail en autonomie) sont dispensées par les spécialistes de MELOX aux salariés d'entreprises extérieures avant toute intervention en BAG. Ces formations comprennent un volet théorique et des exercices pratiques, ainsi qu'un examen de validation.

Des formations criticité sont exigées pour certaines interventions en zone contrôlée et dispensée par les spécialistes de MELOX aux salariés d'entreprises extérieures concernés.

Les exigences en matière de compétences, de formations et d'habilitations sont tracées dans les cahiers des charges ou spécifications techniques (exemples de l'habilitation de travail en boîtes à gants, de l'habilitation électrique, ...).

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 195/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les formations demandées peuvent concerner la prévention des risques de niveau 1 (option cycle du combustible) pour les activités en zone réglementée, le travail et la sécurité d'intervention en boîte à gants ou le risque de criticité.

10.3.3 Conditions d'intervention

La procédure AREVA donne comme directive d'inclure dans le contrat liant le prestataire à l'entité du groupe, dans une des sections principales ou dans une annexe dédiée, les exigences 3SE devant être respectées par le contractant durant toute la durée de réalisation de la prestation.

Ces exigences doivent être acceptées formellement par le prestataire via la signature du contrat et de ses éventuelles annexes ou *via* la signature et le paraphe du cahier des charges si celui-ci est mis en document de référence du contrat.

Les étapes de réalisation d'un contrat par une entreprise prestataire sont identifiées et définies par la procédure groupe relative à la maîtrise des conditions de travail 3SE avec les contractants et un ensemble de procédures spécifiques à MELOX :

- inspection préalable commune,
- Plan de Prévention,
- réunion de lancement et d'inspection avant travaux (en cas de chantier),
- sensibilisation 3SE des intervenants du prestataire,
- autorisation (permis) de travail,
- revue journalière,
- inspection et audit,
- réception du produit ou du service,
- bilan de la prestation.

Certaines opérations, inscrites dans le PdP, peuvent présenter des risques particuliers nécessitant la prise en compte des conditions matérielles et humaines (qualification/aptitude de l'intervenant) qui doivent être définies avant l'exécution de la tâche et formalisées dans une autorisation de travail.

Dans une démarche de progrès continu, en réponse à des événements notables survenus lors de l'intervention de personnel d'entreprise extérieure, MELOX a mis en place courant 2010 un groupe de travail sur la sécurité des interventions avec un comité de pilotage comprenant entre autres :

- le Directeur Général Délégué,
- le Directeur Exploitation,
- le Directeur Qualité Sûreté Santé Sécurité Environnement.

Les principales actions réalisées par le groupe de travail ont consisté en une refonte de la procédure d'autorisation de travail (AT), la mise en place de la visite préalable obligatoire avant chaque autorisation de travail pour un travail en boîte à gants et la définition d'un standard pour l'élaboration d'une analyse préalable des risques commune MELOX - entreprise prestataire intervenante.

L'autorisation de travail est renseignée par le Chef de Quart (CdQ) ou le coordinateur sécurité, prise en compte par le Chargé de Travaux (CT) sur l'aspect des mesures de sécurité, signée par le CdQ ou le Délégué Sécurité (DS) sur demande du CdQ une fois l'assurance de l'effectivité des mesures de sécurité acquise.

Pour renforcer le processus d'intervention, sur la base d'analyses d'événements survenus en 2010, MELOX a introduit courant 2010 une visite préalable à la signature de l'autorisation de travail. Cette visite préalable intervient après l'analyse des risques et la définition des mesures de sécurité. Elle permet juste avant le début de l'intervention et sur les lieux de celle-ci, de se rendre compte de l'adéquation de l'analyse des risques avec la réalité du terrain, de vérifier la mise en place des

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 196/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

mesures de sécurité ainsi que l'efficacité de ces mesures, en regard des dangers réels au moment de l'intervention, de la coactivité, de l'environnement de travail, et de la disponibilité des dispositifs de protection individuels et collectifs.

En cas d'intervention ou travaux présentant des risques radiologiques, le service Radioprotection et Environnement (RPE) définit les conditions générales d'intervention et, si nécessaire, formalise la nécessité d'établir un Dossier d'Intervention en Milieu Radioactif (DIMR).

Les modalités d'utilisation du DIMR en tant que document de préparation, de contrôle et de suivi des interventions font l'objet d'une procédure générale MELOX.

Les risques liés à la coactivité sont des risques supplémentaires s'ajoutant aux risques propres à l'activité de chaque intervenant et s'expliquant par la présence d'équipements, de matériels et de personnes, ainsi que par la réalisation de différentes activités sur un même lieu de travail.

Sur l'établissement MELOX, la prise en compte des risques de coactivité se fait au travers :

- de la visite préalable commune avec repérage de la coactivité et risques d'interférence,
- de l'analyse préalable des risques commune qui identifie les risques liés à la coactivité,
- de l'autorisation de travail qui précise les mesures de prévention / protection à prendre,
- des actions de suivi d'intervention ou de chantier qui font un point sur la coactivité,
- des actions de surveillance de terrain par les ISE qui se centrent sur les situations de danger dont celles liées à la coactivité.

Le processus d'élaboration ainsi que le contenu du Plan de Prévention font l'objet d'une procédure générale MELOX.

10.3.4 Organisation et résultats en matière de radioprotection

Les missions de radioprotection et environnement sont prises en charge sur l'établissement MELOX par un service dédié : le service RPE.

Ses missions, décrites dans une note d'organisation MELOX, sont :

- d'animer et de coordonner les actions de prévention, contrôle, surveillance et gestion des événements à caractère radiologique,
- d'assister les responsables opérationnels pour l'atteinte de conditions optimales de sécurité radiologique,
- d'assurer l'exploitation des installations de contrôle radiologique,
- d'apporter une assistance aux interventions en milieu nucléaire en cas de travaux, d'événements radiologiques ou d'accidents,
- d'assurer les contrôles radiologiques des déchets, des véhicules de transports de matières nucléaires,
- d'assurer les contrôles de conformité en radioprotection, l'élaboration et la tenue à jour des référentiels Radioprotection des installations,
- de participer à la définition, à la mise à jour et à l'animation des modules de sensibilisation ou de formation en radioprotection.

Le service Radioprotection et Environnement est composé de 3 unités :

- l'unité Exploitation,
- l'unité Technique Environnement Méthodes,
- l'unité Contrôles Techniques de Radioprotection.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 197/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Les différentes unités du service RPE réalisent ainsi des actions en lien avec le recours à des entreprises prestataires :

- définir et mettre en œuvre les protections individuelles et collectives,
- élaborer les consignes de radioprotection (générales et lors des interventions),
- assurer la gestion des appareils de protection des voies respiratoires (APVR) et dosimètres pour les personnels MELOX et des entreprises extérieures,
- assurer la gestion et le suivi du matériel de radioprotection et contrôler leur fonctionnement,
- rédiger les paragraphes concernés des cahiers des charges pour consultation,
- participer à l'élaboration des Plans de Prévention, des Autorisations de Travail, des Dossiers d'Intervention en Milieu Radioactif,
- aider à la préparation des interventions à caractère radiologique,
- réaliser les contrôles radiologiques des intervenants, des outils de travail (pour les sorties de matériel), ou associés à la règlementation des transports.

La politique radioprotection de MELOX repose sur la politique santé sécurité 2011-2013 du groupe ainsi que sur la directive groupe radioprotection.

Le référentiel documentaire MELOX en matière de radioprotection est constitué :

- des consignes générales de radioprotection,
- des chapitres ad hoc du rapport définitif de sûreté de l'INB151,
- du chapitre 9 des règles générales d'exploitation de l'INB 151.

Les exigences en matière de radioprotection vis-à-vis des entreprises extérieures sont précisées dans la procédure relative à la gestion de la dosimétrie des travailleurs sur l'établissement MELOX :

- transmission des certificats d'aptitude médicale du personnel prestataire (délivrée et suivie par un médecin nucléaire agréé) et des attestations de formation PR1,
- création par le service RPE d'une Fiche d'Objectif Dosimétrique Individuel (FODI) pour tout travailleur d'entreprise extérieure susceptible de réaliser une opération en zone réglementée qui dépend des types de métiers, de fonctions et d'ateliers de travail,
- constitution avec l'exploitant d'un DIMR en cas d'opération ou d'intervention (maintenance ou exploitation) à fort enjeu dosimétrique sur la base des critères suivants :
 - une dose engagée individuelle pour une intervention supérieure à 0.4 mSv,
 - une dose engagée collective pour une intervention supérieure à 0.8 H.mSv.
 - un risque d'exposition interne.

Les exigences en termes de formations, de consignes, d'interventions et de dosimétrie sont les mêmes pour le personnel MELOX et les salariés des entreprises extérieures.

Par ailleurs, les responsabilités et missions de la Personne Compétente en Radioprotection (PCR) sont décrites dans la note de nomination des PCR MELOX ainsi que dans la note technique relative aux interfaces entre la PCR de l'entreprise utilisatrice MELOX et les PCR des différentes entreprises extérieures intervenantes en zone réglementée sur MELOX.

L'établissement MELOX dispose de deux Personnes Compétentes en Radioprotection (1 titulaire et 1 suppléante) qui sont affectées au service RPE, service compétent en radioprotection.

Les résultats en matière de dosimétrie intégrant l'exposition totale (expositions externe et interne) sur la période 2006-2010 sont donnés dans le tableau ci-après.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 198/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

	Dose collective en H.mSv		Dose individuelle moyenne du personnel surveillé en mSv	
	MELOX	EE	MELOX	EE
2006*	1496	1427	3,54	3,85
2007	1453	1168	2,19	1,41
2008	1647	1220	2,11	1,25
2009	1658	1298	1,87	1,16
2010	1791	1389	1,99	0,97

Tableau 45 : Résultats en matière de dosimétrie

* Jusqu'en 2006, les résultats ont été élaborés à partir des données issues de la dosimétrie passive.

Depuis 2007, les résultats sont élaborés à partir de la dosimétrie active EPDN-2. Ce changement explique pour l'essentiel les évolutions observées entre 2006 et 2007.

La dose collective augmente sur la période en raison de l'évolution du spectre d'émission des matières nucléaires utilisées pour les campagnes de fabrication ainsi que de l'augmentation de la population surveillée. La part de la dose collective reçue par les intervenants des entreprises prestataires est quasiment constante depuis 2004, de l'ordre de 45%.

Les activités de maintenance et de nettoyage de boîtes à gants et les activités de décontamination contribuent pour l'essentiel à la dose collective reçue par les intervenants d'entreprises prestataires.

10.3.5 Résultats en matière de sécurité

L'évolution du taux de fréquence annuel des accidents de travail sur l'établissement MELOX, pour MELOX et pour les entreprises extérieures, sur la période 2006-2010 est la suivante :

	MELOX	EE
2006	10,97	20,18
2007	4,40	9,70
2008	6,71	9,70
2009	2,33	8,73
2010	0,00	10,67

Tableau 46 : Résultats en matière de sécurité

Des progrès notables ont été enregistrés sur la période dans un contexte de multiplicité de projets (TAS, APRC, flexibilité 195 tonnes, ...).

La Direction Générale de l'établissement a inscrit dans la carte d'objectifs MELOX 2011 un objectif de 6 au maximum sur le taux de fréquence des accidents de travail pour les entreprises extérieures.

Pour atteindre cet objectif, un plan d'actions spécifique a été défini et des actions ont été déployées sur le terrain avec en particulier la réalisation de 20 visites de sécurité participative par mois, la surveillance des entreprises prestataires par les ISE mis en place à partir de début 2011, ainsi que la réalisation de campagnes de sensibilisation ou information sur les principales causes d'accidents sur MELOX (accidents de déplacement, accidents de manutention, blessures à la tête) auxquelles sont invitées les entreprises extérieures.

10.4 Conclusion/Evaluation du recours à des prestataires pour renforcer les équipes de l'établissement MELOX engagées à gérer une situation accidentelle aggravée

Pour l'exploitation de l'INB 151, le choix a été fait de réaliser en interne les activités dites "cœurs de métiers ou compétences", c'est-à-dire par du personnel MELOX et d'avoir recours à des entreprises extérieures spécialisées en maintenance d'équipements, au travers d'une société en participation (SEP) pour la maintenance des lignes de production. Et, pour le choix de ses prestataires, MELOX privilégie des sociétés spécialisées autour de métiers forts, présentant des références dans le nucléaire, un ancrage local, et une expérience des installations et des activités de MELOX

Ainsi, en cas de situation accidentelle aggravée, MELOX pourra s'appuyer, afin de prêter assistance aux équipes déjà présentes, sur des prestataires ayant une très bonne connaissance des installations, ayant une maîtrise de la sûreté, sécurité, santé, radioprotection et protection de l'environnement pour intervenir sur les installations et étant capables de se mobiliser rapidement.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 200/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

11 CONCLUSION

A la demande de l'ASN, MELOX a procédé à une analyse complémentaire de la sûreté de son installation.

Cette analyse a été menée en plusieurs étapes :

- Identification des accidents graves potentiels – deux accidents graves ont été identifiés :
 - perte du confinement des ateliers poudre du bâtiment 500,
 - dégradation de la géométrie des équipements de l'entreposage STE,
- Identification des « équipements clés » mis en place pour prévenir l'occurrence des accidents graves. Ces « équipements clés » sont :
 - troisième barrière statique (murs, portes, filtres ...),
 - groupes électrogènes de sauvegarde et leurs lignes d'alimentation en gasoil,
 - pupitres et réseaux électriques de sauvegarde,
 - équipements du refroidissement de l'entreposage STE (Conception et dimensionnement de l'entreposage STE),
- Analyse de la robustesse de ces « équipements clés » vis-à-vis d'une agression de type séisme et inondation – L'analyse de la robustesse des équipements a montré que MELOX présente une robustesse et des marges de sécurité importantes. En effet, MELOX est une installation récente ayant pris en compte à la conception des niveaux élevés de sollicitations en cas de séisme, d'inondation externe ou d'agression naturelle extrême,
- La prévention des accidents graves a également été analysée dans des situations extrêmes postulées de façon déterministe (perte des sources électriques et perte des sources froides) – Les situations de perte des sources électriques et d'isolement des sources froides ont été identifiées à la conception de MELOX et ont conduit à la diversification des sources d'alimentation et à la redondance des dispositifs de refroidissement. En cas de perte totale de l'alimentation électrique, la fonction de confinement de la matière radioactive est maintenue par les structures, systèmes et composants réalisant le confinement statique. L'hypothèse de la perte totale de l'alimentation électrique conduit également à une perte des systèmes de refroidissement ce qui pourrait engendrer la dégradation des conditions de sous criticité des entreposages si aucune action n'était entreprise. Une étude de modélisation thermique des entreposages sera réalisée visant à déterminer de manière moins pénalisante l'évolution des températures au sein des installations et l'allongement des délais d'apparition des phénomènes physiques associés,
- Enfin les moyens de gestion de crise (organisation, communication, intervention...) prévus au niveau du site ont été analysés au regard des scénarios d'accidents graves et de la capacité à gérer des situations accidentelles aggravées – Ce dernier point de l'analyse a montré une bonne adaptation de la gestion de crise prévue au niveau du PUI en ces d'accidents graves éventuels. En effet, l'établissement MELOX fonctionnant en service continu, du personnel est présent en permanence, 24 h/24, 7 j/7. Ce personnel connaît les installations, est capable de diagnostiquer et mener les actions pour sécuriser les installations. En outre, MELOX dispose en permanence, 24 h/24, 7 j/7, de personnels de sécurité aptes à intervenir en renfort des équipes d'exploitation avec leurs moyens propres pour mise en sécurité des personnes et des installations (restauration du confinement, secours à victime ou intervention sur d'incendie par exemple). Certaines améliorations visant à renforcer la capacité de gestion dans la durée d'une situation accidentelle aggravée ont toutefois été identifiées. Celles-ci consistent essentiellement en une dotation complémentaire de moyens légers d'intervention, de moyens de communication et une mobilisation des personnels en renfort alterné.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 201/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

L'évaluation complémentaire qui a été menée sur le site de MELOX conclut globalement à une bonne robustesse de l'installation face aux agressions envisagées. Des actions de progrès peuvent être pérennisées dans le sens d'une recherche de disponibilité accrue des moyens prévus pour gérer une situation de crise après un séisme ou, de façon plus générale, dans une situation fortement dégradée telle qu'une perte complète des sources d'alimentation électrique. Par ailleurs, dans le cas d'accident grave, qui affecterait tout le site de Marcoule et au-delà, et pour lequel les moyens de secours extérieur seraient déjà mobilisés, l'établissement MELOX dispose de personnels qualifiés pour mener les actions adéquates de mise en sécurité des installations du site.

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 202/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

Liste des abréviations

ACQ	Activités Concernées par la Qualité
ASN	Autorité de Sûreté Nucléaire
AA227	Conteneur cylindrique contenant des étuis contenant eux-mêmes des boîtes de PuO ₂
BàG	Boite à Gants
CEA	Commissariat d'Energie Atomique
CENTRACO	CENtre nucléaire de TRAitement et de CONditionnement de déchets de faible activité de la société SOCODEI
CF	Coupe Feu
CCF	Clapet Coupe Feu
CdQ	Chef de Quart
CMM	Crue Millénaire Majorée
CMS	Cote Majorée de Sécurité
CNR	Compagnie Nationale du Rhône
DAI	Détection Automatique Incendie
DCC	Densité de Charge Calorifique
DGD	Directeur Général Délégué
DIMR	Dossier d'Intervention en Milieu Radioactif
DNF	Dernier Niveau de Filtration
DQ3SE	Direction Qualité Santé Sécurité Sûreté Environnement
EDAC	Ensemble de Détection et d'Alarme Criticité
EDGAR	Ensemble de Détection à Grille à Ailettes Radiales
EIS	Equipement Important pour la Sûreté
EPI	Equipiers de Première Intervention
ERDF	Electricité Réseau Distribution France
ESI	Equipe de Seconde Intervention
FIS	Fonction Importante pour la Sûreté
FLS	Formation Locale de Sécurité
HD	Haute Dépression
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INB	Installation Nucléaire de Base
INBS	Installation Nucléaire de Base Secrète
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
ISE	Ingénieur Sûreté Etablissement
Lône	Bassin d'orage
MA	Moyenne Activité
MBq	MégaBecquerel (1 MBq = 1.106 Bq)
MD	Moyenne Dépression
MIU	Service Maintenance Installation et Utilités
MOX	Mixte Oxydes, mélange d'oxydes de plutonium et d'uranium
MSK	Échelle Medvedev-Sponheuer-Karnik

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 203/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

NGF	Nivellement Général de la France
PC	Poste de Commandement
PCD-L	Poste de Commandement Direction Local
PCD-N	Poste de Commandement Direction-National
PCR	Poste de Contrôle Radiologique
PdP	Plan de Prévention
PGA	Peak Ground Acceleration
PK	Point Kilométrique
PMN	Protection des Matières Nucléaires
PPB	Plâtre Polyéthylène Boré
PPI	Plan Particulier d'Intervention
PSG	Poste de Surveillance Générale
Pu	Plutonium, élément de numéro atomique 94
PuO ₂	Oxyde de plutonium
PUI	Plan d'Urgence Interne
RD	Route Départementale
REB	Réacteur à Eau Bouillante (<i>en anglais BWR</i>)
REP	Réacteur à Eau Pressurisée (<i>en anglais PWR</i>)
REX	Retour d'Expérience
RFS	Règle Fondamentale de Sûreté
RGE	Règle Générale d'Exploitation
RI	Responsable d'Intervention
RPE	RadioProtection et Environnement
SDD	Séisme De Dimensionnement
SDIS	Service Département d'Incendie et de Secours
SEP	Société En Participation
SF	Secteur de Feu
SFC	Secteur de Feu et de Confinement
SOCODEI	SOciété pour le COnditionnement des Déchets et Effluents Industriels
SPR	Service de Protection contre les Rayonnements de l'établissement CEA de MARCOULE
SSCC	Système Structure et Composant Clés
SST	Service Santé au Travail de l'Etablissement CEA de MARCOULE
THD	Très Haute Dépression
THE	Très Haute Efficacité
tML	Tonne de Métal Lourd
U	Uranium, élément de numéro atomique 92
UO ₂	Oxyde d'uranium

Décision n°2011-DC-0223 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011	Tous droits réservés. © 2011, AREVA Paris	Page : 204/204
Site de MELOX	622 SU AQG XX NTE X 06372	

AREVA fournit à ses clients des solutions pour produire de l'électricité avec moins de CO₂. L'expertise du groupe et son exigence absolue en matière de sûreté, de sécurité, de transparence et d'éthique font de lui un acteur de référence, dont le développement responsable s'inscrit dans une logique de progrès continu.

Numéro un mondial du nucléaire, AREVA propose aux électriciens une offre intégrée unique qui couvre toutes les étapes du cycle du combustible, la conception et la construction de réacteurs nucléaires et les services associés. Le groupe étend ses activités aux énergies renouvelables – éolien, solaire, bioénergies, hydrogène et stockage – pour devenir un des leaders mondiaux de ce secteur.

Grâce à ces deux grandes offres, les 48 000 collaborateurs d'AREVA contribuent à fournir au plus grand nombre, une énergie toujours plus sûre, plus propre et plus économique.

www.aveva.com