

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 5/52

SYNTHESE

Ce document constitue le plan de contrôle des colis de déchets Moyenne Activité à Vie longue (MAVL) produits par EDF sur l'Installation de Conditionnement et d'Entreposage de Déchets Activés (ICEDA) et destinés in fine au stockage en couche géologique profonde.

Ces déchets sont issus du démantèlement des réacteurs nucléaires de première génération, de Creys-Malville, de Fessenheim et également de l'exploitation, de la maintenance et d'éventuelles modifications des réacteurs nucléaires du parc français actuel : ils correspondent aux familles élémentaires EDF-080 (précisément EDF-080A pour les colis de DAE à dominante énergétique ^{60}Co et EDF-080B pour les colis de DAE chargés en complément d' $^{108\text{m}}\text{Ag}$), EDF-090 et EDF-100 identifiées dans le Programme Industriel de Gestion des Déchets (PIGD) de CIGEO.

Ce document est rédigé conformément aux exigences de l'arrêté INB [1] relatives au conditionnement des déchets destinés à des installations de stockage de déchets radioactifs à l'étude ainsi qu'aux exigences des Décisions N° 2017-DC-0587 et N° 2023-068099 [44] relative au conditionnement des déchets radioactifs, notamment dans ICEDA, et aux conditions d'acceptation des colis de déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base de stockage.

Il constitue la version publique de la pièce n°3 du référentiel de conditionnement associé.

Il présente l'ensemble des contrôles réalisés sur le procédé de conditionnement et sur les colis de déchets permettant de justifier la conformité de chaque colis fabriqué au référentiel de conditionnement applicable [23].

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 6/52</p>

SOMMAIRE


1	EVOLUTION DU DOCUMENT.....	8
2	OBJET	9
3	DOCUMENTS DE REFERENCE	9
4	CONTROLES REALISES LORS DES APPROVISIONNEMENTS	11
4.1	APPROVISIONNEMENT DES CONTENEURS ET DES PANIERS MAVL.....	11
4.2	APPROVISIONNEMENT DES CHARGES SÈCHES ET DES ADJUVANTS.....	12
5	CONTROLES REALISES LORS DU PROCEDE DE CONDITIONNEMENT DES DECHETS	13
5.1	INTEGRITE DU CONTENEUR	13
5.2	CONFORMITE DU PANIER.....	14
5.3	CONFORMITÉ DES DECHETS ELEMENTAIRES.....	14
5.4	CARACTÉRISATION RADIOLOGIQUE ET PUISSANCE THERMIQUE	15
5.4.1	Contrôle par sondage de l'activité radiologique des déchets élémentaires	15
5.4.2	Contrôle de la masse des paniers avant blocage	16
5.4.3	Contrôle de l'activité maximale par panier	16
5.4.4	Contrôle de la puissance thermique par colis	17
5.5	BLOCAGE DES DECHETS.....	18
5.5.1	Constituants du coulis : charges sèches, adjuvants et eau de gâchage	18
5.5.2	Fabrication et contrôle de la gâchée.....	18
5.5.3	DPU	20
5.5.4	Critères de température à cœur dans le panier	20
5.5.5	Vibration.....	21
5.5.6	Hauteur de remplissage	21
5.5.7	Séchage et cure	22
5.6	LAVAGE ET CONTRÔLE DE CONTAMINATION DU PANIER BLOQUÉ	22
5.7	CALAGE DU PANIER	23
5.7.1	Constituants du coulis : charges sèches, adjuvants et eau de gâchage	23
5.7.2	Fabrication et contrôle de la gâchée.....	23
5.7.3	DPU	24
5.7.4	Vibration.....	25
5.7.5	Hauteur de remplissage	25
5.7.6	Cure	25
5.8	BOUCHAGE DES COQUES	26
5.8.1	Contrôles avant bouchage.....	26

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 7/52

5.8.2	Constituants du béton de bouchage : charges sèches, adjuvants et eau de gâchage ..26	
5.8.3	Fabrication et contrôle de la gâchée.....26	
5.8.4	Durée Pratique d'Utilisation (DPU)28	
5.8.5	Vibration.....28	
5.8.6	Contrôles de fin de fabrication.....29	
5.8.7	Hauteur de remplissage29	
5.8.8	Cure29	
5.8.9	Immobilisation des colis après bouchage29	
5.9	CONTRÔLES RÉALISÉS SUR LE COLIS FINI.....30	
5.9.1	Contrôles télévisuels30	
5.9.2	Pesée.....31	
5.9.3	Contamination surfacique externe non fixée.....32	
5.9.4	Débit de dose32	
6	CONTROLES REALISES LORS DE LA PHASE ENTREPOSAGE..... 32	
6.1	LIMITE RADIOLOGIQUE32	
6.2	LIMITE DE PUISSANCE THERMIQUE32	
6.3	CONTRÔLES RÉALISES SUR LES COLIS.....33	
6.3.1	Colis témoins.....33	
6.3.2	Colis non conformes.....33	
6.4	TEMPÉRATURE ET HYGROMÉTRIE DANS LES HALLS.....34	
7	CONTROLES REALISES SUR LE COLIS FINI AVANT EXPEDITION VERS L'EXUTOIRE..... 35	
7.1	PUISSANCE THERMIQUE35	
7.2	CONTAMINATION SURFACIQUE EXTERNE NON FIXÉE35	
7.3	PESÉE.....35	
7.4	DEBIT DE DOSE35	
7.5	INTEGRITE DU COLIS36	
7.6	DÉBIT D'HYDROGÈNE36	
8	CONTROLE DES PARAMETRES GARANTIS 37	
8.1	OUTIL INFORMATIQUE DE TRAÇABILITÉ ET DE CARTOGRAPHIE37	
8.2	LES CONTROLES RELATIFS AUX PARAMÈTRES GARANTIS.....37	
8.2.1	Paramètres garantis relatifs aux approvisionnements39	
8.2.2	Paramètres garantis relatifs aux déchets.....39	
8.2.3	Paramètres garantis relatifs aux colis en phase de fabrication42	
8.2.4	Paramètres garantis relatifs aux colis finis et en phase d'entreposage48	
8.2.5	Paramètres garantis relatifs aux colis à l'expédition49	
9	ORGANISATION ET CONTROLE QUALITE 51	

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 8/52

9.1	ASSURANCE QUALITÉ AU NIVEAU DES APPROVISIONNEMENTS	51
9.2	ASSURANCE QUALITÉ AU NIVEAU DE LA FABRICATION ET DE LA TRACABILITE DES COLIS	51
9.3	ASSURANCE QUALITÉ AU NIVEAU DES MOYENS DE MESURES	52
9.4	ARCHIVAGE DES DOCUMENTS	52
9.5	PLAN D'ASSURANCE QUALITE	52

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
	DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :

1 EVOLUTION DU DOCUMENT

Indice	Modifications
A	Création du document : ce document correspond à la version publique de la note D305615010796 à l'indice H : « Projet ICEDA – Référentiel de conditionnement des déchets MAVL. Pièce n°3 : Plan de contrôles du procédé et des colis C1PG ^{SP} ». A ce titre, les barres de révision dans le présent document correspondent aux évolutions entre l'indice G et l'indice H de la note D305615010796.

2 OBJET

Ce document constitue le plan de contrôle des colis de déchets Moyenne Activité à Vie longue (MAVL) produits par EDF sur l'Installation de Conditionnement et d'Entreposage de Déchets Activés (ICEDA) et destinés in fine au stockage profond.

Ces déchets sont issus du démantèlement des réacteurs nucléaires de première génération, de Creys-Malville, de Fessenheim et également de l'exploitation, de la maintenance et d'éventuelles modifications des réacteurs nucléaires du parc français actuel : ils correspondent aux familles élémentaires EDF-080 (précisément EDF-080A pour les colis de DAE à dominante énergétique ⁶⁰Co et EDF-080B pour les colis de DAE chargés en complément d'^{108m}Ag), EDF-090 et EDF-100 identifiées dans le Programme Industriel de Gestion des Déchets (PIGD) de CIGEO.

Ce document est rédigé conformément aux exigences de l'arrêté INB [1] relatives au conditionnement des déchets destinés à des installations de stockage de déchets radioactifs à l'étude ainsi qu'aux exigences des Décisions N° 2017-DC-0587 et N° 2023-068099 [44] relative au conditionnement des déchets radioactifs, notamment dans ICEDA, et aux conditions d'acceptation des colis de déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base de stockage.

Il constitue la version publique de la pièce n°3 du référentiel de conditionnement associé.

Il présente l'ensemble des contrôles réalisés sur le procédé de conditionnement et sur les colis de déchets permettant de justifier la conformité de chaque colis fabriqué au référentiel de conditionnement applicable [23].

3 DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base
- [2] []
- [3] []
- [4] []
- [5] []
- [6] []
- [7] []
- [8] []
- [9] []
- [10] []

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
	DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice : Page 10/52

- [11] []
- [12] []
- [13] []
- [14] []
- [15] []
- [16] []
- [17] []
- [18] []
- [19] []
- [20] []
- [21] []
- [22] []
- [23] D305615009088 ind H : Projet ICEDA – Référentiel de conditionnement des déchets MAVL. Pièce n°1 : spécifications de production et d’entreposage des colis C1PG^{SP}
- [24] D305615010794 ind H : Projet ICEDA – Référentiel de conditionnement des déchets MAVL. Pièce n°2 : programme de qualification des colis C1PG^{SP}
- [25] D305615010796 ind H : – Projet ICEDA – Référentiel de conditionnement des déchets MAVL – Pièce n°3 : plan de contrôles du procédé et des colis C1PG^{SP}
- [26] []
- [27] []
- [28] []
- [29] []
- [30] []
- [31] []
- [32] []
- [33] []
- [34] []
- [35] []
- [36] []
- [37] []
- [38] []
- [39] []
- [40] []
- [41] []
- [42] []

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 11/52

[43] []

[44] []

[45] Décision ASN CODEP-DRC-2023-068099 du 18 décembre 2023 approuvant et encadrant le conditionnement en colis C1PG^{SP} de déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) produits par EDF dans l'installation nucléaire de base n° 173, dénommée Iceda

[46] []

4 CONTROLES REALISES LORS DES APPROVISIONNEMENTS

4.1 APPROVISIONNEMENT DES CONTENEURS ET DES PANIERS MAVL

Les conteneurs C1PG^{SP} et les paniers MAVL sont fabriqués par des prestataires qualifiés par EDF conformément aux Cahiers des Spécifications et des Conditions Techniques (CSCT [32] et [33]**Error! Reference source not found.**) établis par EDF. Ces CSCT mentionnent la réalisation d'audits annuels des fournisseurs par EDF.

Ils font l'objet de contrôles de conformité en usine :

- Contrôles sur les constituants,
- Pour les conteneurs, contrôles sur le béton frais, par exemple un essai d'ouvrabilité, ainsi que sur béton durci conformément au document [32],
- Contrôle sur le produit fini, suite au démoulage, usinage ou soudage et avant expédition suivant des procédures de contrôles disponibles chez les fabricants (contrôles visuels externes, contrôles dimensionnels, tests sur gâchée, contrôle d'une cure chimique après démoulage, etc ...).

Les conteneurs et paniers font également l'objet, à leur arrivée sur ICEDA, de contrôles formalisés de conformité aux spécifications de réception. Si un ou plusieurs critères d'acceptation du panier ou du conteneur ne sont pas respectés, le panier ou le conteneur est mis au rebut ou réexpédié à son fournisseur.

Enfin, ce seront les contrôles à effectuer sur ces matériels avant leur utilisation sur ICEDA qui garantiront la bonne conformité des colis.

Pour les conteneurs, ces contrôles en usine avant expédition sur ICEDA sont les contrôles visuels suivants :

- Absence de ferrailage apparent : visualisation de toutes les faces extérieures et intérieures du conteneur, y compris le fond, afin de vérifier la non-apparence du ferrailage noyé dans le béton ;
- Absence de ragréage : l'état extérieur du conteneur est impérativement celui issu du démoulage. Aucune action manuelle ou mécanique complémentaire ne doit y être apportée. Toute trace de masticage ragréage, rebouchage après démoulage sur n'importe quelle face du conteneur est une cause de rebut.
- Absence de surface sableuse (ou dans les tolérances) : on considère comme surface sableuse tout défaut d'aspect après démoulage intéressant une surface continue de profondeur < 5 mm en face supérieure du conteneur ou < 10 mm sur les autres faces. De plus, le défaut doit se contenir en totalité dans une surface délimitée de 100 cm² (contenue soit dans un carré de 10cm x 10cm soit dans un rectangle de 5 cm x 20 cm).
- Absence de nid de cailloux (ou dans les tolérances) : est considéré comme nid de cailloux tout défaut de remplissage de faible surface, mais dont la profondeur est importante. Les bulles importantes, les marques

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 12/52

de remplissage au droit de la ceinture de manutention rentrent dans ce type de défaut. Tout nid de caillou subit une vérification de profondeur. Aucun nid de cailloux n'est toléré sur la face supérieure du conteneur afin de garantir la cote d'enrobage des armatures. Sur les autres faces, le défaut doit se contenir en totalité dans la surface délimitée de 100 cm² et ne doit pas permettre la pénétration totale de la pige de contrôle de profondeur.

- Absence de fissure (ou dans les tolérances) : toute fissure, dont la largeur est $\geq 0,3$ mm ou dont la longueur est ≥ 200 mm, sur n'importe quelle face du conteneur est une cause de rebut. Et l'espace entre deux fissures doit être > 300 mm pour assurer l'homogénéité du béton. Un réglet, un mètre ruban ou un cache transparent peut être utilisé pour le contrôle. Le contrôle de l'écartement peut être effectué à l'aide d'un compte-fil gradué en 1/10 de millimètre.
- Absence de marque de choc de manutention : est considéré comme marque de choc de manutention tout défaut d'aspect démoulage intéressant une surface continue de profondeur ≥ 5 mm. Sont inclus dans ce défaut :
 - Les éclats dus à la manutention,
 - Les éclats dus au démoulage,
 - Les traces de frottement.

Pour les paniers, les contrôles suivants sont réalisés en usine avant expédition sur ICEDA :

- Contrôle documentaire : documents de fabrication, certificats des matières approvisionnées, nomenclatures et plans établis par le fabricant (BPE et CAE), rapports d'expertise et de contrôle durant la fabrication et procès-verbal de recette usine (y compris des traitements thermiques, des surfaces et de conservation, et des contrôles des soudures), rapport de fin de fabrication, certificat de conformité à la commande et au présent document.
- Contrôles visuels : propreté (interne/externe), absence de chocs, de déformation, de corrosion, nid, fissure et bosse, conformité d'état de surface, aspect des soudures, conformité du marquage.
- Contrôles dimensionnels sur les côtes fonctionnelles, en particulier sur les organes de manutention et les cotes permettant l'insertion et le maintien dans la coque béton C1PGSP.

Tout matériel non conforme sera refusé et isolé.

4.2 APPROVISIONNEMENT DES CHARGES SÈCHES ET DES ADJUVANTS

Les charges sèches des matrices cimentaires dédiées à ICEDA seront produites dans le respect des formulations de béton et coulis développées par EDF pour les besoins de l'installation.

Les charges sèches utilisées pour fabriquer le coulis de blocage et de calage et le béton de bouchage sont réceptionnées sur ICEDA dans des saches étanches et pré-dosées. Elles sont stockées sous abri dans un local conventionnel.

Ces charges sèches sont réalisées par un fournisseur qualifié par EDF et doivent répondre aux exigences des CSCT associés, tant du point de vue de la conformité physico-chimique des constituants que des masses et granulométries associées ([30], [31]). Par exemple, les constituants de chaque formulation font l'objet d'un contrôle qualité régulier (conformité aux normes, granulométrie, masse volumique, analyses chimiques élémentaires, ...). Des audits annuels sont réalisés par EDF auprès de ce fournisseur.

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 13/52

L'état des charges sèches, leur intégrité (stockage hors d'eau, étanchéité, teneur en eau résiduelle, ...) et leur masse sont contrôlés avant expédition puis à réception sur ICEDA et/ou avant usage. Elles disposent d'un étiquetage permettant de garantir leur traçabilité. L'étiquetage dispose d'un code barre (ie. fabricant, année, type de charge) et d'une date de péremption apposés par le fabricant.

A la mise en œuvre d'une gâchée, l'opérateur scanne l'étiquette des charges sèches qui seront utilisées et, par le biais de l'automate, contrôle leur masse et leur date de péremption. Le dispositif informatique pilotant la centrale à béton ou à coulis sur ICEDA reconnaîtra le code barre de la charge utilisée. Le processus d'introduction de la charge sera interrompu si celle-ci ne correspond pas au matériau à gâcher, si la date de péremption de la charge est dépassée ou si la masse de la charge est non conforme.

Les adjuvants utilisés sont imposés par la formulation du coulis et du béton. Il s'agit de produits disponibles dans l'industrie. Ils sont livrés en fûts ou en récipients parfaitement étanches et convenablement étiquetés. Les conditions de conservation et de manipulation sont respectées et leur date limite d'emploi est contrôlée avant utilisation.

Nota : contrairement aux constituants des saches qui sont des produits naturels et/ou manufacturés potentiellement soumis à des variations de composition chimique, les adjuvants sont des composés chimiques dont la formulation est chimiquement stable. Le dossier de suivi qualité du fournisseur est suffisant.


5 CONTROLES REALISES LORS DU PROCEDE DE CONDITIONNEMENT DES DECHETS

5.1 INTEGRITE DU CONTENEUR

Au-delà des contrôles de conformité réalisés en usine de fabrication suite au démoulage des conteneurs et avant expédition (contrôles visuels externes, contrôles dimensionnels, etc..., en application du cahier des spécifications et des conditions techniques du marché de fabrication des conteneurs), les conteneurs C1PG^{SP} vides font également l'objet, à réception puis avant leur utilisation sur ICEDA de contrôles formalisés de conformité. Un contrôle visuel et systématique du conteneur neuf est réalisé avant son usage par la visualisation directe d'un opérateur en amont de l'introduction du conteneur dans le bloc process de l'installation.

Ce contrôle permet de vérifier que le conteneur est exempt des défauts suivants :

- Nid d'agrégats (cailloux, sable) : est considéré comme nid de cailloux tout défaut de remplissage de faible surface, mais dont la profondeur est importante. Les bulles importantes, les marques de remplissage au droit de la ceinture de manutention rentrent dans ce type de défaut. Tout nid de caillou subit un contrôle de profondeur. Aucun nid de cailloux n'est toléré sur la face supérieure du conteneur afin de garantir la cote d'enrobage des armatures. Sur les autres faces, le défaut doit se contenir en totalité dans une surface délimitée de 100 cm² et ne doit pas permettre la pénétration totale de la pige de contrôle de profondeur.
- Ferrailage apparent : visualisation de toutes les faces extérieures et intérieures du conteneur afin de vérifier l'absence de ferrailage apparent, y compris dans le fond, afin de vérifier la non-apparence du ferrailage noyé dans le béton ;
- Fissuration ou faïençage de la coque dans les limites définies ci-dessous :
 - Ouverture < 0,3 mm
 - Espace minimal entre fissures > 300 mm.

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 14/52

- Longueur de fissure < 200 mm

Ces limites s'appliquent sur n'importe quelle face du conteneur. Un réglet, un mètre ruban ou un cache transparent peut être utilisé pour le contrôle. La vérification de l'écartement peut être effectuée à l'aide d'un compte-fil gradué en 1/10 de millimètre.

- Eclat/épaufure/trou, ragréage, surface sableuse, manque de béton dans les limites définies ci-dessous :
 - Profondeur < 5 mm en face supérieure du conteneur et < 10 mm sur les autres surfaces,
 - Défaut entièrement contenu dans la surface délimitée par un cache transparent carré de 100 mm x 100 mm ou rectangle de 50 mm x 200 mm

L'état extérieur du conteneur est impérativement celui issu du démoulage. Les éclats lors du démoulage, de la manutention ainsi que les frottements au-delà des limites ci-dessus conduisent au rebut du conteneur. Aucune action manuelle ou mécanique complémentaire ne doit y être apportée. Toute trace de masticage, ragréage, rebouchage après démoulage sur n'importe quelle face du conteneur est une cause de rebut.

Le résultat de ces contrôles est tracé dans le DQC.

Un contrôle de l'intégrité de l'interface de préhension du conteneur est réalisé afin de s'assurer que les opérations de manutention pourront être réalisées dans de bonnes conditions. Le cas échéant, la coque est rebutée.

5.2 CONFORMITE DU PANIER

Pour les paniers, les contrôles sur ICEDA avant utilisation sont les suivants :

- Contrôle documentaire : Fiche individuelle de réception sur site (type et n° du matériel, fournisseur, date de réception, certificat de conformité).
- Contrôles visuels : propreté (interne/externe), absence de chocs, de déformation, de corrosion, nid, fissure et bosse, conformité d'état de surface, aspect des soudures, conformité du marquage.
- Contrôles dimensionnels sur les côtes fonctionnelles, en particulier sur les organes de manutention et les cotes permettant l'insertion et le maintien dans la coque béton C1PGSP. Ces contrôles sont réalisés par sondage.

Tout matériel non conforme est refusé par l'exploitant.

5.3 CONFORMITÉ DES DECHETS ELEMENTAIRES

La documentation opérationnelle décrit les procédures de contrôles de conformité des déchets en vue de leur acceptation à ICEDA. Les principes de ces contrôles sont explicités ci-après.

Avant l'expédition des déchets sur ICEDA :

- Instruction et validation du Dossier d'Autorisation Préalable (rédigé pour une famille de déchets) : contrôle de la conformité des déchets aux spécifications d'acceptation des déchets élémentaires définies pour ICEDA dans le document [22].
- Contrôle par sondage de la Fiche d'Identification des Déchets Élémentaires (FIDE) renseignée par le producteur pour chaque déchet élémentaire.

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 15/52

- En parallèle, un contrôle informatique par l'Outil de Traçabilité et de Cartographie (OTC, gestion interne à ICEDA) de la conformité des activités radiologiques et des codes de natures physiques prépondérants déclarés par le producteur lors de la demande d'acceptation informatique des déchets élémentaires à ICEDA est réalisé.

Ce contrôle garantit la conformité des déchets aux spécifications d'acceptation des déchets à ICEDA et valide l'expédition des déchets vers ICEDA.

A la réception des déchets sur ICEDA :

A réception des déchets sur l'installation :

- Les déchets sont déchargés de l'emballage de transport en cellule de conditionnement : la correspondance entre les numéros d'identification des déchets élémentaires (paniers ou étuis) présents en cellule et ceux renseignés dans l'outil informatique est alors contrôlée. Ce contrôle s'effectue par contrôle visuel (à l'aide si besoin des caméras de la cellule de conditionnement).
- Ce contrôle visuel d'identification est complété par un contrôle visuel du contenu des déchets élémentaires (panier et étui) lors de leur déchargement en cellule process par l'intermédiaire des hublots et/ou des caméras équipant la cellule.
- Un contrôle par sondage de l'activité radiologique des déchets élémentaires est également réalisé en cellule de conditionnement (principalement sur les étuis). Ce contrôle est réalisé par mesures de débit de dose. Les modalités associées sont détaillées ci-après.

Il n'est pas prévu de réaliser des contrôles chez le producteur/expéditeur des déchets.

Nota : La confrontation mesures/calculs évoquée en [Pièce 1] concernant l'établissement des ratios d'activation s'intègre dans la méthodologie globale de caractérisation des déchets, en vue de pouvoir définir les inventaires radiologiques des colis de déchets confectionnés sur ICEDA, donc en phase amont à la réception des déchets eux-mêmes sur l'installation. C'est la raison pour laquelle ces comparaisons calculs/mesures ne sont pas intégrées au plan de contrôles de la présente pièce.

5.4 CARACTÉRISATION RADIOLOGIQUE ET PUISSANCE THERMIQUE

5.4.1 Contrôle par sondage de l'activité radiologique des déchets élémentaires

La réalisation de mesure de débit de dose est souvent utilisée pour la déclaration d'activité des colis destinés au CSA ou au CIRES. Elle correspond à un moyen industriel fiable pour le contrôle radiologique des déchets.

Sur ICEDA, la mesure de débit de dose du déchet élémentaire n'est pas systématique et laissée à l'appréciation de l'exploitant afin, éventuellement de vérifier par sondage la cohérence de la valeur déclarée par le site expéditeur. La mesure par spectrométrie gamma réalisée systématiquement en cellule sur 100% des paniers sert à la déclaration d'activité de chaque colis correspondant. Cette mesure par spectrométrie gamma correspond à la mesure de caractérisation radiologique de référence.

La mesure de débit de dose est réalisée par sondage sur le déchet élémentaire en cellule de conditionnement après le déchargement du déchet (étuis principalement) de l'emballage de transport.

La sonde de mesures est fixée sur un chariot élévateur qui permet si besoin de réaliser des mesures à différentes hauteurs.

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 16/52</p>

Ces contrôles par mesure de débit de dose ont pour objectif de confirmer le respect du domaine de fonctionnement de l'installation pour le déchet élémentaire (activité en β/γ « thermiques » maximale autorisée par déchet élémentaire).

Les critères de choix des déchets élémentaires contrôlés par sondage par mesures de débit de dose sont liés :

- à la représentativité de la nature des déchets réceptionnés : chaque nouvelle famille de déchets fera l'objet de contrôles,
- à l'origine des déchets selon les sites producteurs.

Ces contrôles seront réalisés avec une fréquence élevée sur les premiers déchets élémentaires de chaque site puis leur fréquence sera adaptée en fonction du retour d'expérience acquis au fil du temps.

Lorsque des écarts sont relevés, ces derniers sont tracés dans l'outil de traçabilité d'ICEDA et une fiche de non-conformité est ouverte et traitée avec le site producteur.

5.4.2 Contrôle de la masse des paniers avant blocage

Pour chaque panier, la masse de déchets doit être comprise entre 400 et 2500 kg. Elle conditionne la masse totale du colis qui doit être inférieure ou égale à 6400 kg. Le contrôle de la masse de chaque panier rempli est réalisé en amont de l'opération de blocage des déchets.

Ce contrôle est tracé dans le Dossier Qualité Colis (DQC).

5.4.3 Contrôle de l'activité maximale par panier

Une mesure par spectrométrie gamma est réalisée systematiquement sur les paniers pleins en cellule de conditionnement avant blocage des déchets dans le panier.

Cette mesure par spectrométrie gamma et l'application des ratios/forfaits d'activation et de contamination associés permettent de contrôler l'activité du panier (et donc à terme du colis) avant le blocage des déchets et donc de garantir le respect des exigences formulées en Pièce 1 du Référentiel (§ 5.1.3) en particulier le respect :

- de l'activité maximale de 400TBq en β/γ « thermiques » par colis fixée par ces spécifications d'acceptation des colis à ICEDA
- des activités en ^3H , en ^{14}C , en α et en β/γ « thermiques » qui seront également calculées à partir des activités des traceurs gamma mesurées et par application des ratios/forfaits d'activation et de contamination.

La conformité de l'activité radiologique mesurée spectrométrie gamma sur chaque panier est systematiquement et informatiquement contrôlée par l'opérateur via l'application informatique dédiée à l'exploitation d'ICEDA avant de démarrer les opérations de fabrication des colis.

Cette mesure sert à la déclaration d'activité radiologique du colis. Elle est tracée dans le Dossier Qualité Colis (DQC).

L'exigence d'activité maximale de 400 TBq en β/γ « thermiques » par colis constitue une spécification de production relative à un paramètre garanti. Le contrôle du respect de cette exigence est systematiquement réalisé pour chaque panier. Ce contrôle confirme ou infirme l'ordre de conditionnement du panier et des déchets qu'il contient en matrice cimentaire. Un panier au-delà de l'exigence susmentionnée fait l'objet d'un reconditionnement puis d'un nouveau contrôle par spectrométrie vis-à-vis de la limite mentionnée. Ce reconditionnement consiste,

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 17/52</p>

dans la mesure du possible¹, en une reprise d'une partie des déchets qui seront conditionnés dans un autre panier. Ces opérations sont tracées et la nature des déchets par panier et sa masse totale sont mises à jour dans l'application informatique et dans le DQC.

Outre les contrôles avant expédition des déchets sur ICEDA, les dispositions complémentaires prévues d'être mises en œuvre afin de limiter l'occurrence d'un dépassement des valeurs maximales d'activité radiologique (ou de puissance thermique) d'un panier sont les suivantes :

- Sensibilisation de l'expéditeur et rappel des spécifications d'acceptation des déchets à ICEDA, audit, inspection pouvant aller jusqu'à l'arrêt des expéditions,
- Renforcement des contrôles internes réalisés par l'expéditeur avant l'envoi des déchets à ICEDA.

Pour mémoire, le processus de fabrication du colis ICEDA est un processus irréversible vis-à-vis des déchets. Aucun dispositif de reconditionnement d'un colis non conforme n'est prévu dans l'installation ICEDA. Néanmoins, le contrôle radiologique systématique en amont de la cellule de blocage des déchets interdit le passage d'un panier de déchets dans cette cellule si l'activité radiologique contrôlée est supérieure aux seuils autorisés. Des mesures systématiques de débit de dose sont néanmoins réalisées sur chaque colis fini avant transfert en hall d'entreposage mais, par conception même du procédé de conditionnement, le risque d'un colis non conforme pour dépassement des seuils d'activités radiologiques maximales autorisées est résiduel. Toutefois, si un tel cas devait être rencontré, il serait instruit avec l'Andra par le biais d'un dossier de demande de dérogation.

Concernant le contrôle des équipements de spectrométrie gamma, le contrôle de bon fonctionnement des sondes permet de vérifier la non-dérive en énergie des raies d'émission connues d'une source de référence. La dérive en énergie ne doit pas dépasser +/- 5 % sur une des raies. Un contrôle de bon fonctionnement est également réalisé a minima tous les 15 jours (en période de campagne) à l'aide d'une source ponctuelle de 137Cs.

5.4.4 Contrôle de la puissance thermique par colis


Le contrôle de la limite de puissance thermique par colis est effectué par l'opérateur via l'application informatique dédiée à ICEDA qui calcule la puissance thermique de chaque colis à partir :

- de l'activité déclarée pour chaque radionucléide pour le colis suite à la mesure d'activité du traceur gamma en cellule de conditionnement et l'application des spectres et ratios associés ;
- d'un tableur paramétré dans l'application informatique qui permet d'affecter à chaque activité de chaque radionucléide (a minima pour les radionucléides les plus énergétiques du groupe β/γ « thermiques ») la puissance thermique correspondante.

Le contrôle du respect du critère de puissance thermique maximale admissible du colis à sa date de fabrication est tracé dans le DQC.

De la même façon que l'activité maximale par colis, si la puissance thermique d'un panier dépasse les limites des spécifications d'acceptation, le panier reste en cellule de conditionnement et un nouveau tri des déchets est réalisé.

¹ Le bras manipulateur est limité par sa charge utile maximale et nécessite une adhérence entre la pince du bras et le déchet à manutentionner

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 18/52</p>

5.5 BLOCAGE DES DECHETS

5.5.1 Constituants du coulis : charges sèches, adjuvants et eau de gâchage

Les éléments suivants sont contrôlés et tracés dans le DQC :

- Numéro d'identification, date de péremption et masse des charges sèches. Les charges sèches sont pré-dosées et référencées en usine conventionnelle suivant la formulation de coulis développée par EDF pour l'installation ICEDA. Un suivi qualité est réalisé sur ces charges (suivi physico-chimique et granulométrique des composés) par le fabricant. Les charges sèches prêtes à l'emploi sont livrées sur l'installation et entreposées non gerbées hors d'eau hors d'air dans un local maintenu en température. Elles sont introduites à chaque gâchée dans « l'usine à coulis » pilotée par un automate programmé pour le dosage en eau et en adjuvants. Les références des charges sont enregistrées ainsi que les paramètres de mise en œuvre de la formulation pour chaque gâchée.
- Numéro de lot, date de péremption et masse des adjuvants ;
- Conformité des dosages des constituants, en lien avec les éléments fournis par le fabricant de charges sèches.
 - L'eau de gâchage est contrôlée selon la norme NF EN 1008. Elle est issue du circuit d'eau potable, et donc conforme aux exigences de l'Andra. Le contrôle de sa qualité est effectué une fois par an (prélèvement et analyse en laboratoire).

5.5.2 Fabrication et contrôle de la gâchée

- La fabrication du coulis de blocage est réalisée conformément à la référence [41] par l'unité de préparation du coulis équipée d'un malaxeur à béton à train valseur avec agitateur. Cette référence précise les exigences de mise en œuvre et de contrôles des matériaux cimentaires utilisés sur ICEDA.
- La recette de mise en œuvre du coulis est programmée dans l'automate de l'installation de malaxage. La programmation intègre les alarmes nécessaires au respect de la formulation. La recette de cette programmation et en conséquence de l'automate a fait l'objet des essais fonctionnels de ce procédé de mise en œuvre du coulis.
- Au préalable, de manière à respecter la recette de la formulation du coulis, l'opérateur s'assure visuellement de l'absence d'eau résiduelle dans tout ou partie du procédé de fabrication du coulis : malaxeur, cuve de maintien et circuit d'alimentation du coulis vers la cellule de blocage.

Lors de la fabrication de la gâchée, les paramètres suivants sont systématiquement contrôlés et tracés dans le DQC :

- Contrôle de la conformité du cycle de malaxage : séquence d'introduction des constituants de la formulation, temps de malaxage et vitesse de malaxage.
- Contrôle de la fluidité du coulis (cf. § 5.5.2.1)

Des contrôles sont par ailleurs réalisés sur le coulis cimentaire (frais et durci) dans le laboratoire d'ICEDA et par le biais de laboratoires externes certifiés. Ces contrôles sont répertoriés dans la documentation opérationnelle et sont notamment intégrés dans le Dossier Qualité Colis (DQC).

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 19/52

N.B : dans la suite du document, on entend par « campagne » une journée de fabrication (du coulis cimentaire de blocage/calage et du béton de bouchage) et par « poste » une opération continue de fabrication du coulis cimentaire ou du béton (par exemple, une journée de production avec arrêt à la mi-journée et nettoyage du matériel correspond à une campagne avec 2 postes).

5.5.2.1 Contrôles réalisés sur le coulis frais

Fluidité du coulis :

La conformité du coulis avant sa mise en œuvre est contrôlée par le biais de la mesure de fluidité.

Ce contrôle est réalisé selon la norme NF EN 445, une fois par poste, à la fin du premier remplissage optimisé de la cuve de maintien du coulis en circulation entre cette cuve et la boucle de refroidissement. Le contrôle de fluidité est réalisé au cône de Marsh (ajutage 10 mm).

La mesure de fluidité doit être inférieure à un critère fixé à 20 secondes pour un coulis dont la température est comprise entre 5 et 30°C.

Le contrôle de la fluidité du coulis est tracé dans le Dossier Qualité Colis (DQC).

5.5.2.2 Contrôles préalables à l'opération de blocage

L'autorisation de procéder à l'opération de blocage des déchets en panier est dépendante du contrôle des paramètres suivants, systématiquement contrôlés et tracés dans le DQC :

- Contrôle avant ordre de coulée que l'opération a bien lieu dans les temps, c'est-à-dire conformément à la DPU.
- Contrôle de la température du coulis : cette température doit être inférieure à 10°C lors de la coulée dans le panier de déchets placé en cellule chaude : ce paramètre est garanti par un circuit de refroidissement du coulis (cf. § 5.5.4).
- Contrôle de la température de l'air à l'extraction du poste de blocage : cette température doit être supérieure ou égale à 5°C et inférieure ou égale à 25°C a minima. Ce paramètre est garanti par le conditionnement thermique des locaux (cf. § 5.5.4) et garantit lui-même une température de l'air ambiant inférieure ou égale à 25°C.

La vocation de ces deux derniers contrôles concerne la maîtrise du risque de réaction sulfatique interne dans le coulis de blocage des déchets (cf. § 5.5.4).

5.5.2.3 Contrôles réalisés sur le coulis durci

Vérification de la prise à 2 jours :

La vérification de la prise est réalisée au moyen d'un appareil de VICAT muni d'une aiguille destinée à la vérification de fin de prise. Elle est réalisée une fois par campagne sur éprouvettes selon un mode opératoire adapté de la norme NF EN 196-3 pour les ciments.

Une campagne correspond à une journée d'opérations de blocage sur un lot d'au plus cinq paniers. Ces opérations nécessitent la réalisation de plusieurs gâchées par poste (ie. demi-journée) homogénéisées à chaque poste dans la cuve de maintien à l'aval du malaxeur. La qualité des éléments constitutifs du coulis (eau, charges sèches, adjuvants) est stable à l'échelle d'une campagne (ie. même lot de produits ou lot successifs). En conséquence, EDF considère qu'un contrôle de la prise du coulis cimentaire à 2 jours sur éprouvette, dans des

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 20/52</p>

conditions de laboratoire, une fois par campagne de blocage (mais aussi une fois par campagne de calage, soit globalement deux fois par semaine) permet de diagnostiquer une évolution du coulis qui pourrait impacter sa durée de prise. Une durée d'immobilisation de 48 heures est observée après chaque opération pour favoriser la prise qui, on le rappelle, est inférieure à 24 heures dans des conditions d'essais à l'échelle 1 représentatives des conditions opératoires d'ICEDA.

Mesure de la résistance mécanique à la compression à 91 jours :

Cette mesure est réalisée sur des éprouvettes confectionnées et conservées selon les conditions normalisées (NF EN 12390-3). Elle est réalisée une fois par campagne. Cette mesure sert au suivi qualité dans le temps du coulis cimentaire.

5.5.3 DPU

La DPU est la durée suivant la fin de fabrication de la gâchée pendant laquelle le coulis frais conserve une ouvrabilité satisfaisante permettant son utilisation, en l'occurrence une fluidité conforme à un critère fixé à 40 secondes durant toute la DPU. Pour cela, dans le cadre du blocage, on fixe un critère de fluidité à 20 secondes lors du contrôle de fluidité dans la cuve de maintien.

L'opération de blocage nécessite la réalisation de plusieurs gâchées successives disposées dans une cuve de maintien. Le décompte de la DPU est réalisé à partir de la fin du cycle de malaxage de la première des gâchées.

L'opération de blocage de chaque panier doit avoir lieu dans la durée de 4 heures de la DPU du coulis. Au-delà, le coulis est rebuté.

Le contrôle du respect de cette DPU est tracé dans le Dossier Qualité Colis (DQC).

Des contrôles réguliers sont réalisés sur le matériau en fin de DPU afin de vérifier qu'il n'y a pas de dérive dans le temps de la valeur retenue de DPU (ie. fluidité du coulis de blocage en fin de DPU conforme à un critère de 40 s).

5.5.4 Critères de température à cœur dans le panier

En phase de blocage, le procédé de fabrication du coulis doit permettre de garantir une température à cœur du coulis toujours inférieure à 75°C. Comme évoqué au paragraphe 5.5.2.2, ce critère de température permet de maîtriser le risque de Réaction Sulfatique Interne (RSI) (cf. [2]).

Les conditions industrielles d'exploitation à respecter pour garantir ce paramètre sont présentées au paragraphe 5.5.2.2 et rappelées ci-après :

- La température du coulis frais doit être inférieure à 10°C à sa mise en œuvre dans le panier ;
- La température ambiante dans le local de blocage des déchets doit être inférieure ou égale à 25°C ;
- Le temps d'immobilisation pour la prise du coulis cimentaire nécessaire pour passer le pic exothermique de prise du coulis dans le panier est de 48 heures (cf. § 5.5.7).

5.5.4.1 Température du coulis à sa mise en œuvre dans le panier

Le refroidissement du coulis, jusqu'à une température inférieure à 10°C, est garanti grâce à l'utilisation d'eau de gâchage refroidie (~5°C) et par la recirculation du coulis dans une boucle d'échange.

En effet, le transfert du coulis entre la cuve de maintien sous le malaxeur et la cellule de blocage des déchets est réalisé par l'intermédiaire d'une double canalisation concentrique qui permet le refroidissement du coulis par une

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 21/52

circulation à contre-courant autour de la canalisation d'une eau préalablement refroidie à 5°C par un groupe froid connecté à une bache tampon. Ce dispositif fonctionne en circuit fermé entre la cuve de maintien et la canalisation tant que le refroidissement du coulis n'est pas satisfaisant. Le nettoyage du réseau du coulis est réalisé à l'eau après chaque atteinte de la DPU, soit une fois par poste. Ce nettoyage est facilité par la mise en place de flexibles souples démontables et interchangeables en tant que de besoin.

Le refroidissement est assuré par 2 groupes froids, l'un employé en utilisation normale, le second restant en secours en cas de dysfonctionnement du groupe employé.

La température du coulis à sa mise en œuvre dans le panier est contrôlée en continu par une mesure dans la canalisation échangeur : la livraison du coulis n'est autorisée que si sa température est inférieure ou égale à 10°C.

Le contrôle de la conformité de ce paramètre est reporté dans le DQC.

5.5.4.2 Température ambiante dans le local de blocage

La température ambiante dans le local de blocage doit être supérieure ou égale à 5°C et inférieure ou égale à 25°C : ce paramètre est garanti par le contrôle de la température de l'air à l'extraction du local. Ce contrôle en continu est garanti par le conditionnement thermique de la cellule de blocage assuré par une production centralisée d'eau glacée.

Le contrôle de la conformité de ce paramètre est reporté dans le DQC.

5.5.5 Vibration

Des essais réalisés en laboratoire fixent les conditions de vibration du coulis cimentaire de sorte que cette vibration ne pénalise pas le matériau (ie. pas de ségrégation). Pour illustrer, une vibration de 20 secondes à la table vibrante n'affecte ni la masse volumique ni la résistance mécanique à la compression du coulis.

Sur ICEDA, des tables vibrantes sont installées pour l'opération de blocage afin d'être mises en service en cas de besoin. Cependant, pendant le blocage des déchets, la vibration du panier n'est a priori pas nécessaire car un coulis conforme aux spécifications se met en œuvre correctement, qu'il soit vibré ou non.

La vibration peut a minima être appliquée en fin de remplissage du panier afin d'uniformiser la hauteur de remplissage et garantir l'horizontalité de la surface de blocage. La durée de vibration est alors inférieure à 20 secondes (valeur à ajuster si nécessaire lors des essais inactifs de l'installation).

5.5.6 Hauteur de remplissage

Le remplissage du panier par le coulis cimentaire doit laisser libre la gorge de manutention du panier. L'arrêt de remplissage du panier à l'aide du coulis est commandé de deux manières :

- visuellement par l'opérateur à travers le hublot de verre blindé et/ou par le biais de caméras équipant le local de blocage des déchets,
- à l'aide d'une mesure de résistivité de la couche d'air entre la surface du coulis et le capteur. Ce capteur est doublé à des fins de redondance. Ce dispositif a fait l'objet d'une validation par essais à l'échelle 1 et fera l'objet de nouveaux tests dans le cadre des essais inactifs.

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 22/52</p>

A l'issue de la prise, une mesure en trois points de la surface du coulis par rapport à la surface supérieure du bord du panier est réalisée à l'aide d'un outil dédié. Cette mesure sert au calcul du volume de coulis strictement nécessaire au calage du panier dans le conteneur.

En situation dégradée, en cas d'interruption de remplissage conduisant à un panier rempli partiellement, ce coulis ne portant pas de propriétés de confinement, il est admis qu'un remplissage complet peut, sans autre problème que celui de la cadence industrielle, être réalisé en plusieurs étapes. Ainsi, une telle interruption ne conduira pas à une non-conformité sur le colis correspondant.

5.5.7 Séchage et cure

Suite au blocage des déchets, les paniers sont laissés sur leur support et y restent 48 heures minimum avant de pouvoir être repris. La durée de 48 heures correspond à la phase de prise du coulis. Elle ne s'accompagne pas d'une cure à l'eau des paniers.

Nota : Dans des conditions normales, le temps de prise réel du coulis est en fait bien inférieur (inférieur à 24h).

Cette durée d'immobilisation de 48 heures pour séchage/prise est tracée et décomptée dans l'outil informatique dédié à ICEDA, contrôlée et tracée dans le DQC.

Nota : la prise à 2 jours est contrôlée sur éprouvette à l'aide de l'appareil de Vicat avec une aiguille de fin de prise selon un mode opératoire adapté de la norme EN 196-3 pour les ciments.

5.6 LAVAGE ET CONTRÔLE DE CONTAMINATION DU PANIER BLOQUÉ

Suite à l'opération de blocage des déchets en panier, le panier bloqué est disposé dans une station de lavage puis une cellule de contrôle de contamination surfacique à l'aide d'une chiffonnette. Le lavage préalable du panier est effectué avant de réaliser le contrôle de contamination.

La station de lavage du panier est constituée d'un caisson étanche (cf. figure suivante, couvercle et joint d'étanchéité). Le processus de lavage se fait avec de l'eau chauffée qui injectée sous pression sur la surface à nettoyer dans l'objectif du supprimer toute contamination externe non fixée.

[]

Après le processus de lavage, un système d'aspiration et de soufflerie permet de retirer l'éventuelle eau résiduelle. Les eaux de lavage et les eaux résiduelles collectées par le bac des égouttures suite à l'action de soufflerie des tuyaux d'air équipant la station de lavage sont dirigées vers les bâches d'effluents radioactifs de l'installation.

Le contrôle d'absence d'eau réalisé visuellement par le biais de caméras présentes en cellule s'applique à toutes les surfaces du panier, en particulier la gorge de manutention, et permet le contrôle de l'efficacité du séchage. En cas de présence d'eau sur la surface du coulis de blocage, celle-ci est aspirée par un dispositif d'aspiration adéquat (cf. figure ci-après).

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 23/52</p>



Le paramètre garanti « absence d'eau libre avant calage » est un préalable au contrôle de contamination externe non fixée sur le panier. Il conditionne non seulement ce contrôle de contamination mais aussi, en conséquence, le passage dans le local de calage du panier dans le conteneur.

Les contrôles de contamination externe non fixée des paniers sont réalisés au titre de la propreté radiologique avant leur transfert dans le local de calage des paniers en conteneurs et bouchage des colis. Ces contrôles sont réalisés par l'opérateur à l'aide d'une chiffonnette, sur 100% des surfaces du panier, dessous du panier et surface du coulis de blocage des déchets compris, à l'aide d'un bras télémanipulateur, le panier étant disposé sur un système permettant sa rotation selon son axe de symétrie vertical.

5.7 CALAGE DU PANIER

5.7.1 Constituants du coulis : charges sèches, adjuvants et eau de gâchage

Les éléments suivants sont contrôlés et tracés dans le DQC :

- Numéro d'identification, date de péremption et masse des charges sèches ;
- Numéro de lot, date de péremption et masse des adjuvants ;
- Conformité des dosages des constituants, en lien avec les éléments fournis par le fabricant de charges sèches.
 - L'eau de gâchage est conforme à la norme NF EN 1008. Elle est issue du circuit d'eau potable, et donc conforme aux exigences de l'Andra. Le contrôle de sa qualité est effectué une fois par an (prélèvement et analyse en laboratoire).

5.7.2 Fabrication et contrôle de la gâchée

- La fabrication du coulis de calage est réalisée conformément à la référence [41] par l'unité de préparation du coulis équipée d'un malaxeur à béton à train valseur avec agitateur. Cette référence précise les exigences de mise en œuvre et de contrôles des matériaux cimentaires utilisés sur ICEDA.

Au préalable, de manière à respecter la recette de la formulation du coulis, l'opérateur s'assure de l'absence d'eau résiduelle dans tout ou partie du procédé de fabrication du coulis : malaxeur, benne de transport du coulis en cellule de calage.

Lors de la fabrication de la gâchée, les paramètres suivants sont systématiquement contrôlés et tracés dans le DQC :

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 24/52

- Contrôle de la conformité du cycle de malaxage : séquence d'introduction des constituants de la formulation, temps de malaxage et vitesse de malaxage.
- Contrôle de la fluidité du coulis (cf. § 5.7.2.1)

Des contrôles sont par ailleurs réalisés sur le coulis cimentaire (frais et durci) dans le laboratoire d'ICEDA et par le biais de laboratoires externes certifiés.

5.7.2.1 Contrôles réalisés sur le coulis frais

Fluidité du coulis :

Ce contrôle est réalisé selon la norme NF EN 445, une fois par poste, par prélèvement d'un échantillon dans la benne de transfert. Le contrôle de fluidité est réalisé au cône de Marsh (ajutage 10 mm).

La mesure de fluidité doit être inférieure à un critère fixé à 40 secondes pour un coulis dont la température est comprise entre 5 et 30°C.

Le contrôle de la fluidité du coulis est tracé dans le Dossier Qualité Colis (DQC).

Pesée de la cuve de transport :

Ce contrôle consiste à s'assurer que la quantité de coulis versée dans la cuve de transport correspond strictement au besoin estimé par une mesure et un calcul du volume à remplir entre le panier et le conteneur.

5.7.2.2 Contrôles préalables à l'opération de calage

L'autorisation de procéder à l'opération de calage des paniers de déchets en conteneur est dépendante du contrôle des paramètres suivants, systématiquement contrôlés et tracés dans le DQC :

- La température du poste de calage qui doit être supérieure ou égale à 5°C et inférieure à 40°C : ce paramètre est garanti par le conditionnement thermique des locaux. La borne supérieure a vocation à maîtriser le risque de réaction sulfatique interne dans le coulis de blocage des déchets.
- Contrôle d'absence d'eau libre résiduelle sur le coulis de blocage du panier à caler,
- Contrôle avant ordre de coulée que l'opération a bien lieu dans les temps, c'est-à-dire conformément à la DPU sachant que cette vérification est systématique puisque chaque calage est réalisé à partir d'une gâchée. Aussi, le contrôle de conformité à la DPU est réalisé par un décompte du temps à partir de la fin de malaxage de la gâchée.

5.7.2.3 Contrôles réalisés sur le coulis durci

Vérification de la prise à 2 jours :

La vérification de la prise est réalisée au moyen d'un appareil de VICAT muni d'une aiguille destinée à la vérification de fin de prise. Elle est réalisée une fois par campagne sur éprouvettes selon un mode opératoire adapté de la norme NF EN 196-3 pour les ciments.

5.7.3 DPU

L'opération de calage de chaque panier en conteneur nécessite une seule gâchée transférée dans une cuve qui chemine dans l'installation pour accéder au-dessus du conteneur correspondant, dans le local de calage.

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 25/52</p>

Aussi, la DPU est comptabilisée pour chaque gâchée à compter de la fin du cycle de malaxage. L'opération de calage doit avoir lieu dans la durée de 4 heures de la DPU du coulis. Au-delà, le coulis est rebuté.

L'opération de calage des paniers en conteneur est réalisée en série c'est-à-dire colis après colis. Elle met en œuvre une gâchée unique par colis, versée en une fois. De fait, le lien direct entre une gâchée pour un panier dans un colis est aisé à suivre en matière de DPU.

5.7.4 Vibration

La vibration du coulis pour l'opération de calage du panier en conteneur n'est pas jugée nécessaire à ce stade. Néanmoins, les tables vibrantes pour l'opération de calage sont installées et seront mises en service en cas de besoin. La vibration pourrait a minima être appliquée en fin de remplissage du conteneur afin d'uniformiser la hauteur de remplissage et garantir l'horizontalité de la surface de calage. La durée de vibration serait alors inférieure à 20 secondes (valeur à ajuster si nécessaire lors des essais inactifs de l'installation).

5.7.5 Hauteur de remplissage

Le volume de coulis nécessaire au calage est déterminé sur la base d'un volume de référence qui tient compte des tolérances de fabrication du panier et de la coque. Une mesure de hauteur de la surface de blocage dans le panier détermine un volume de coulis complémentaire auquel s'ajoutent également les pertes de coulis frais dans la benne.

Ainsi, sur la base d'une mesure de la masse volumique à T0 du coulis, la masse de coulis correspondant au volume nécessaire au calage est introduite dans la benne au moyen d'une pesée. Un contrôle périodique de non-dérive du dispositif de pesée de la benne participe au contrôle qualité de fabrication des colis pour une bonne maîtrise de leur conformité.

5.7.6 Cure

Suite au calage des paniers, les coques sont laissées sur leur support et y restent 48 heures minimum avant de pouvoir être reprises. La durée de 48 heures correspond à la phase de prise du coulis et s'accompagne obligatoirement d'une cure à l'eau du coulis de calage des paniers. Les modalités de mise en place et de maintien de cette cure sont telles que :

- La mise en place de l'eau évitera de creuser le coulis frais par un déversement trop brusque,
- Verser l'eau dès que la surface du coulis devient terne (« virage au mat »). Les essais inactifs ont permis de fixer un critère de durée d'attente de 2 heures avant d'effectuer cette cure.

Le coulis de calage ne portant pas de fonction de confinement, la présence de fissures en surface du coulis de calage n'engendre pas de non-conformité du colis. Toutefois, la cure à l'eau est réalisée et la hauteur disponible au-dessus de la surface du coulis de calage permet un volume d'eau conséquent maîtrisant le risque de disparition de cette eau de cure. Le contrôle de la présence d'eau de cure n'est donc pas nécessaire.

La cure est maintenue jusqu'à la confection du bouchon, soit en exploitation nominale sur une durée de 48 heures minimum ou au plus durant sept jours en cas de bouchage plus tardif du colis. Cette durée de cure est contrôlée et tracée dans le DQC.

Enfin, le paramètre garanti relatif à l'opération de calage concerne uniquement le contrôle du respect du délai de 48 heures de prise du coulis et non pas le maintien de l'eau de cure.

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 26/52

5.8 BOUCHAGE DES COQUES

5.8.1 Contrôles avant bouchage

Avant de réaliser le bouchage, les contrôles suivants sont réalisés et tracés dans le DQC :

- Contrôle de la hauteur libre disponible pour le bouchage :
 Pour garantir les propriétés mécaniques et confinantes du colis, l'épaisseur du bouchon doit être a minima de 12 cm (cf. [4][24]), sachant qu'un décrochement vertical de 5 à 20 mm entre la surface du bouchon et la partie supérieure de la coque est exigé pour permettre la cure à l'eau du bouchon (cf. § 5.8.8).
- Contrôle de l'humidification de l'interface bouchon/coque afin d'optimiser la qualité de cette liaison.

5.8.2 Constituants du béton de bouchage : charges sèches, adjuvants et eau de gâchage

Les éléments suivants sont contrôlés et tracés dans le DQC :

- Numéro d'identification, date de péremption et masse des charges sèches. Les charges sèches sont pré-dosées et référencées en usine conventionnelle suivant la formulation développée par EDF. Un suivi qualité est réalisé sur ces charges (suivi physico-chimique et granulométrique des composés) par le fabricant. Les charges sèches prêtes à l'emploi sont livrées sur l'installation et entreposées non gerbées hors d'eau hors d'air dans un local tempéré.
- Numéro de lot, date de péremption et masse des adjuvants.
- Contrôle de la conformité des dosages des constituants, en lien avec les éléments fournis par le fabricant de charges sèches.

L'eau de gâchage est conforme à la norme NF EN 1008. Elle est issue du circuit d'eau potable, et donc conforme aux exigences de l'Andra. Le contrôle de sa qualité est effectué une fois par an (prélèvement et analyse en laboratoire).

5.8.3 Fabrication et contrôle de la gâchée

La fabrication du béton de bouchage est réalisée conformément à la référence [41] par l'unité de préparation du béton équipée d'un malaxeur à béton à train valseur. Cette référence précise les exigences de mise en œuvre et de contrôles des matériaux cimentaires utilisés sur ICEDA.

La recette de mise en œuvre du béton est programmée dans l'automate de l'installation de malaxage. La programmation intègre les alarmes nécessaires au respect de la formulation. La recette de cette programmation et en conséquence de l'automate a fait l'objet des essais fonctionnels de ce procédé de mise en œuvre du béton.

Au préalable, de manière à respecter la recette de la formulation du béton, l'opérateur s'assure de l'absence d'eau résiduelle dans tout ou partie du procédé de fabrication du coulis : malaxeur, benne de transport du béton en cellule de bouchage.

Lors de la fabrication de la gâchée, les paramètres suivants sont systématiquement contrôlés et tracés dans le DQC :

- La conformité du cycle de malaxage : la charge sèche est introduite dans le malaxeur à béton suivant une gâchée par bouchage. Le malaxeur est piloté par un automate programmé pour le dosage en eau et en adjuvants, la séquence d'introduction des constituants de la formulation, le temps et la vitesse de malaxage.

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 27/52</p>

Les références des charges sont enregistrées ainsi que les paramètres de mise en œuvre de la formulation pour chaque gâchée.

- Contrôle de l'ouvrabilité (ie. essai d'affaissement) du béton (cf. § 5.8.3.1).

Des contrôles sont par ailleurs réalisés sur béton frais et sur béton durci dans le laboratoire d'ICEDA et par le biais de laboratoires externes certifiés: ces contrôles sont réalisés sur des échantillons de béton réservés en sortie de malaxeur.

5.8.3.1 Contrôles réalisés sur béton frais

Affaissement du béton :

Un contrôle de l'ouvrabilité du béton est réalisé à chaque gâchée (ie. pour chaque bouchon coulé) suivant un test d'affaissement normalisé au cône d'Abrams (NF EN 12350-2) : il consiste à mesurer l'affaissement du béton frais moulé dans un tronc de cône de hauteur 30 cm, lorsque celui-ci est retiré à la verticale. La température du béton frais est systématiquement mesurée et contrôlée entre 5 et 30°C lors de la mesure d'affaissement.

La mesure d'affaissement doit être comprise entre les critères inférieur et supérieur de 210 et 240 mm, bornes incluses.

Cette mesure a vocation à s'assurer de la conformité du béton (donc du colis) avant sa mise en œuvre pour la confection de chaque bouchon de chaque colis.

5.8.3.2 Contrôles préalables à l'opération de bouchage

L'autorisation de procéder à l'opération de bouchage des colis est dépendante du contrôle des paramètres suivants, systématiquement contrôlés et tracés dans le DQC :

- Contrôle de l'absence d'eau libre à la surface du bloc de déchets.
- Contrôle de la température du poste de bouchage qui doit être supérieure ou égale à 5°C et inférieure à 40°C : ce paramètre est garanti par le conditionnement thermique des locaux. La borne supérieure a vocation à maîtriser le risque de réaction sulfatique interne dans le coulis de blocage des déchets.
- Contrôle avant ordre de coulée que l'opération a bien lieu dans les temps, c'est-à-dire conformément à la DPU sachant que ce contrôle est systématique puisque chaque bouchage est réalisé à partir d'une gâchée. Aussi, le contrôle de conformité à la DPU est réalisé par un décompte du temps à partir de la fin de malaxage de la gâchée.

5.8.3.3 Contrôles post opération de bouchage

Un contrôle de la bonne vidange de la benne par visualisation de son état après vidange est réalisé par un opérateur au retour de la benne dans le local de fabrication des coulis et béton. Ce contrôle est formalisé dans le DQC et s'il reste du béton de bouchage, la benne doit être pesée pour contrôler que le restant non versé sur le colis n'engendre pas de non-conformité vis-à-vis de l'épaisseur requise du bouchon.

5.8.3.4 Contrôles réalisés sur béton durci

Résistance mécanique à la compression à 28 jours :

Cette mesure est réalisée selon la norme NF EN 12 390-3 une fois par campagne. La mesure doit être supérieure à 50 MPa.

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 28/52</p>

Cette mesure est réalisée dans le cadre du suivi qualité dans le temps du matériau. Toute dérive performancielle du béton est ainsi maîtrisée.

Retrait à 28 jours :

Cette mesure est réalisée selon la norme NF P18-427, à 20°C et 65% HR, une fois par mois. Les mesures doivent être inférieures à 400 µm/m.

5.8.4 Durée Pratique d'Utilisation (DPU)

La DPU est la durée suivant la fin de fabrication de la gâchée pendant laquelle le béton frais conserve une ouvrabilité satisfaisante permettant son utilisation, ici un affaissement compris entre 190 et 240 mm pour un béton dont la température est comprise entre 5 et 30°C. La DPU du béton, fixée à 2 heures, est comptabilisée pour chaque gâchée à compter de la fin du cycle de malaxage. Au-delà de 2 heures, la gâchée doit être rebutée.

L'opération de bouchage des colis est réalisée en série c'est-à-dire colis après colis. Elle met en œuvre une gâchée unique par colis, versée en une fois. De fait, le lien direct entre une gâchée pour un colis est aisé à suivre en matière de DPU.

Des contrôles réguliers sont réalisés sur le matériau en fin de DPU afin de vérifier qu'il n'y a pas de dérive dans le temps de la valeur retenue de DPU (ie. affaissement en fin de DPU compris entre 190 et 240 mm).

5.8.5 Vibration

Une vibration du béton est indispensable après sa mise en place afin d'en assurer le serrage à refus (élimination des bulles d'air en excès) « sans ségrégation excessive ni formation de laitance » (norme NF EN 12390-2). Cette même norme précise que « le serrage à refus est atteint lorsqu'il n'y a plus apparition de grosses bulles d'air à la surface du béton et que celle-ci devient relativement lisse et revêt un aspect glacé, sans ségrégation excessive ».

Sur l'installation ICEDA, la vibration est réalisée à l'aide d'un dispositif commandé à distance équipé :

- De quatre aiguilles vibrantes électriques de diamètres 58,5 mm. Ces aiguilles restent fixes pendant la vibration.
- D'une profondeur de pénétration pré réglée afin que les aiguilles ne viennent pas au contact du coulis de calage du panier. Cette profondeur est reproductible puisque les aiguilles sont fixées sur un gabarit qui repose sur le montant horizontal des voiles verticaux du colis de manière aut centrée par rapport à l'axe vertical du colis.
- D'une fréquence de vibration de 200 Hz.

La vibration est lancée après la coulée du béton sur colis soit à la fin de la vidange de la cuve de transport, sans délai particulier. Elle est réalisée en deux séquences de 15 secondes chacune avec retrait à vitesse lente des aiguilles vibrantes au cours de la seconde séquence, aiguilles en fonctionnement. Le contrôle de la vibration repose sur un critère visuel de disparition progressive des gros granulats de la surface. Lorsque la surface se lisse, il n'est pas utile de poursuivre la vibration.

L'opération de vibration est reportée dans le DQC.

In fine, les aiguilles sont retirées lentement du béton afin d'éviter un défaut de surface.

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 29/52</p>

Le contrôle du bon fonctionnement de ce dispositif de vibration est réalisé de manière visuelle à travers un hublot et/ou par le biais d'une caméra de surveillance et en conséquence par visualisation sur écran interposé. Ce contrôle est exercé par l'opérateur en trois phases :

- en position de garage, le dispositif de vibration étant en attente dans sa cuve de lavage : le dispositif est préalablement testé avant transfert et utilisation sur un colis,
- en cours d'utilisation après vidange du béton sur le colis,
- enfin, lors du lavage du dispositif dans sa cuve de lavage après utilisation.

Nota : la durée de vibration du béton de bouchage est d'un second ordre vis-à-vis de la DPU de deux heures du béton. Cette durée n'est donc pas comptabilisée dans la DPU.

Nota : des recherches ont été initiées sur le développement d'un béton autoplaçant ne nécessitant plus la vibration par aiguilles ou peignes plongeant.

5.8.6 Contrôles de fin de fabrication

En fin de fabrication du bouchon, les paramètres suivants sont contrôlés visuellement ou par caméra et écran interposé et tracés dans le DQC :

- Absence de surépaisseur de béton provenant du bouchage au niveau du bouchon et/ou de la paroi latérale du colis ;
- Retrait vertical du bouchon par rapport au plan supérieur de la tête du colis compris entre 5 et 20 mm.

5.8.7 Hauteur de remplissage

Le volume de béton nécessaire au bouchage est déterminé sur la base d'un volume de référence qui tient compte des tolérances de fabrication de la coque. Une mesure de hauteur de la surface de calage détermine un volume de béton complémentaire auquel s'ajoutent également les pertes de béton frais dans la benne.

Ainsi, sur la base d'une mesure de la masse volumique à T0 du béton, la masse de béton correspondant au volume nécessaire au bouchage est introduite dans la benne au moyen d'une pesée. Un contrôle périodique de non-dérive du dispositif de pesée de la benne participe au contrôle qualité de fabrication des colis pour une bonne maîtrise de leur conformité.

5.8.8 Cure

Pour limiter l'évaporation de l'eau interne du béton et les risques de fissuration, un film d'eau d'épaisseur de 5 mm minimum (en fonction du retrait vertical disponible par rapport à la hauteur de la coque) est appliqué 1 heure après achèvement de la coulée du béton (et selon un critère de « virage au mat du béton »). Cette cure est maintenue en permanence sur le bouchon pendant 7 jours notamment par la disposition d'un couvercle limitant l'évaporation. Un contrôle de la présence d'eau de cure sur le bouchon est toutefois nécessaire durant les 7 jours. Celui-ci est réalisé par télé opération et contrôle visuel à travers les hublots et/ou par caméra et écran interposé.

Ce temps de cure est contrôlé et tracé dans le DQC.

5.8.9 Immobilisation des colis après bouchage

L'immobilisation des colis est requise pendant les 7 jours minimum de cure des bouchons après l'opération de bouchage. Pour bouger un colis, l'opérateur lance sur l'outil informatique de traçabilité et de cartographie (OTC)

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 30/52</p>

l'opération élémentaire correspondante. Si le délai de 7 jours n'est pas écoulé, l'OTC lance une alerte pour prévenir l'opérateur de ne pas réaliser la manutention du colis.

Le temps de séchage ou plus exactement le temps de prise du béton du bouchon coulé n'est pas contrôlé puisque largement compris dans le temps nécessaire à la cure.

5.9 CONTRÔLES RÉALISÉS SUR LE COLIS FINI

5.9.1 Contrôles télévisuels

Les paramètres garantis liés à l'intégrité du colis, à l'issue des opérations de conditionnement des déchets (ie. blocage des déchets en panier, calage du panier dans un conteneur, bouchage du colis) sont contrôlés par visualisation indirecte à l'aide d'une caméra implantée dans la cellule de calage/bouchage.

Ces contrôles permettent de s'assurer de l'absence de défauts tels que :

- Défaut sur le conteneur, par exemple lié à un choc éventuel lors de la manutention en cellule chaude (ie. éclat, fissuration),
- Nid d'agrégats (cailloux, sable) à la surface du bouchon, rappelant qu'un contrôle du même type est réalisé sur le conteneur en amont de son introduction dans le process,
- Ferrailage apparent : pas de contrôle sur le bouchon celui-ci ne disposant pas de ferrailage, le contrôle sur le conteneur étant réalisé en amont de son introduction dans le process,
- Fissuration ou faïençage à la surface du bouchon ou à l'interface coque/bouchon (fissure de retrait) dans les limites définies ci-dessous, le contrôle sur le conteneur étant réalisé en amont de son introduction dans le process :
 - Ouverture < 0,3 mm
 - Longueur de fissure < 200 mm (ce critère ne concerne pas les fissures de retrait circonférentielles sur le bouchon)
 - Espace minimal entre fissures > 300 mm.
- Eclat/épaufure/trou, ragréage, surface sableuse, manque de béton à la surface du bouchon dans les limites définies ci-dessous, le contrôle sur le conteneur étant réalisé en amont de son introduction dans le process :
 - Profondeur < 10 mm sur toute la surface du défaut,
 - Défaut entièrement contenu dans la surface délimitée par un cache transparent carré de 100 mm x 100 mm ou rectangle de 50 mm x 200 mm

En fin de fabrication, l'ensemble du colis est prévu d'être contrôlé (la coque selon qu'elle ait subi un choc et le bouchon). La recherche de défaut est exécutée à l'aide d'une caméra positionnée sur le télémanipulateur lourd piloté à distance et par écran interposé par un opérateur. Pour le bouchon, celui-ci procède par balayage des surfaces du colis selon un quadrillage prédéfinis.

Toute non-conformité fait l'objet d'une fiche de non-conformité avec une analyse des causes et la mise en œuvre d'actions correctives. En cas de détection d'une fissure sur un bouchon ou à l'interface coque/bouchon, il est notamment prévu :

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 31/52

- de repérer la position de la fissure et de mesurer ses caractéristiques. L'opérateur dispose d'un télémanipulateur et d'un télémanipulateur lourd, de caméras permettant de zoomer et d'outils de mesures manutentionables par les télémanipulateurs pour procéder à une mesure d'ouverture ou de longueur de fissure par lecture sur écran interposé.
- de réaliser une mesure de contamination surfacique externe sur chaque colis incriminé. Cette opération est réalisée à distance par le biais des télémanipulateurs équipés de chiffonnettes (cf. § 5.9.3).
- d'analyser les paramètres de fabrication du colis,
- d'identifier le type de colis concerné (niveaux de puissance thermique et/ou de contamination potentielle liée aux déchets et/ou de sollicitation mécanique liée au gerbage),
- d'analyser les éléments disponibles concernant les matériaux cimentaires utilisés, les données de fabrication et les résultats d'essais relatifs au colis,
- de synthétiser l'analyse selon une méthode de type « arbres des causes » avec si besoin une mise en place d'actions correctives et/ou une surveillance élargie de colis de mêmes caractéristiques.

Les traitements possibles des colis non conformes dépendent du résultat de la mesure de contamination surfacique externe vis-à-vis des seuils cités au paragraphe 5.9.2. Ces traitements sont explicités au paragraphe 6.3.2.

En cas de suremballage requis du colis non conforme, les opérations de suremballage du colis au confinement défectueux sont réalisées par télémanipulation en cellule de calage / bouchage. Le colis sureballé fait l'objet de nouveaux contrôles en cellule de mesure (non-contamination, intégrité mécanique, etc.) avant transfert pour entreposage dans un hall. Les colis sureballés ne font l'objet d'aucune surveillance particulière.

La fiche de non-conformité est jointe au DQC.

Le suremballage, développé spécifiquement pour les besoins d'ICEDA, présente les caractéristiques suivantes :

- parois planes avec un couvercle télé-opérable ;
- rôle de confinement sur une durée d'entreposage de 50 ans ;
- présence d'un dispositif permettant l'évacuation de l'hydrogène produite par le colis C1PG^{SP}.

5.9.2 Pesée

La masse du colis fini est contrôlée avant son entreposage : au maximum égale à 6,4 tonnes, elle est reportée dans le DQC.

Pour mémoire, le processus de fabrication du colis ICEDA est un processus irréversible vis-à-vis des déchets. Aucun dispositif de reconditionnement d'un colis non conforme n'est prévu dans l'installation ICEDA. Néanmoins, le contrôle massique systématique du panier en amont de la cellule de blocage des déchets interdit le passage d'un panier de déchets dans cette cellule si la masse contrôlée est supérieure au seuil autorisé. Ce seuil est garant du respect de la masse du colis fini. Une mesure systématique de masse est néanmoins réalisée sur chaque colis fini avant transfert en hall d'entreposage, mais par conception même du procédé de conditionnement, le risque d'un colis non conforme par dépassement de la masse maximale admissible est résiduel. Le cas échéant, un dossier de demande de dérogation serait présenté à l'Andra.

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 32/52</p>

5.9.3 Contamination surfacique externe non fixée

Un contrôle systématique de la contamination surfacique externe non fixée est réalisé en tout point du colis avant son transfert vers les halls d'entreposage.

Ce contrôle est réalisé par chiffonnette dans la cellule de mesure à l'aide des télémanipulateurs et du palan permettant le levage et la rotation des colis de déchets.

En cas de contamination surfacique détectée supérieure aux seuils admissibles, le colis est décontaminé localement. Ces seuils sont les suivants :

- Le zonage déchets de l'installation impose, pour les colis, un niveau de contamination surfacique labile non fixée inférieur à 0,4 Bq/cm² pour les émetteurs β/γ et inférieur à 0,04 Bq/cm² pour les émetteurs α.
- Les spécifications préliminaires d'acceptation des colis à CIGEO fixent, pour les colis à réception, un niveau de contamination surfacique labile non fixée inférieur à 4 Bq/cm² pour les émetteurs β/γ et inférieur à 0,4 Bq/cm² pour les émetteurs α.

Les résultats de ce contrôle sont tracés dans le DQC.

5.9.4 Débit de dose

Des mesures systématiques de débit de dose sont réalisées sur le colis fini dans la cellule de mesure, équipée d'une sonde de mesure de débit de dose, avant son transfert vers les halls d'entreposage.

Les résultats de ce contrôle sont tracés dans le DQC.

6 CONTROLES REALISES LORS DE LA PHASE ENTREPOSAGE

6.1 LIMITE RADIOLOGIQUE

Le mouvement de chaque colis sur ICEDA est tracé dans l'outil informatique dédié à ICEDA qui permet de centraliser et d'archiver l'ensemble des informations relatives aux colis produits.

Sur la base de la mesure radiologique du panier par spectrométrie gamma et de l'inventaire radiologique de déclaration qui en est déduit, cet outil informatique permet de calculer l'activité de chaque colis à une date donnée en tenant compte de la décroissance radioactive et de sommer l'activité des colis afin de connaître l'inventaire radiologique et physique de chaque hall.

L'opérateur contrôle via l'outil les limites radiologiques des halls d'entreposage (par hall) avant réception pour entreposage d'un nouveau colis et de garantir ainsi le respect des spécifications d'entreposage des colis sur ICEDA.

6.2 LIMITE DE PUISSANCE THERMIQUE

La mesure par spectrométrie gamma des RN traceurs associée au jeu de ratios prédéfini pour une famille de déchets donnée permet d'estimer l'inventaire radiologique de déclaration du colis à une date donnée.

Sur la base de cet inventaire et de la connaissance scientifique des fonctions de transfert donnant la puissance thermique délivrée par un RN à partir de son activité radiologique, l'opérateur via l'outil informatique dédié à ICEDA calcule la puissance thermique de chaque colis en devenir : le contrôle du respect de la limite de

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 33/52</p>

puissance thermique de 170W par colis est réalisé sur le panier avant blocage des déchets, soit en amont même du processus de fabrication du colis.

Par somme de la puissance thermique de chaque colis est déterminée la puissance thermique par hall d'entreposage en tenant compte de la décroissance radioactive. L'outil permet ainsi de garantir le respect des limites de puissance thermique par hall d'entreposage (80kW).

A noter, les halls d'entreposage ne pourront pas accepter des colis au-delà de cette limite de 170 W au prétexte que d'autres colis auraient une puissance inférieure à ces 170 W. En effet, cette limite a vocation à maîtriser les critères de température à respecter dans les matrices cimentaires des colis en phase d'entreposage afin de maîtriser le risque de réaction sulfatique interne au niveau de chaque colis considéré individuellement (cf. § [2]).

6.3 CONTRÔLES RÉALISÉS SUR LES COLIS

6.3.1 Colis témoins

Durant la phase d'entreposage, des colis témoins sont choisis essentiellement en fonction de leurs caractéristiques enveloppes :

- Activité gamma plus importante que la moyenne (solicitation thermique plus importante) ;
- Niveau de contamination globale plus importante (potentiel de dissémination plus important) ;
- Entreposage sous d'autres colis (solicitation mécanique et/ou thermique plus importante).

Ces colis témoins sont entreposés sur une zone spécifique prévue dans chaque hall d'entreposage ou dans la pyramide d'entreposage afin d'être représentatif des sollicitations thermo-radio-mécaniques générées par l'empilement des autres colis.

Ils font l'objet de contrôles périodiques afin de surveiller leur évolution durant la phase d'entreposage :

- Inspection télévisuelle et vérification de l'intégrité du conteneur (absence de défauts cités au § 7.5),
- Contrôle de contamination labile, le cas échéant si défaut constaté.

Cette surveillance des colis témoins fait l'objet d'un Essai Périodique décrit dans les Règles Générales d'Exploitation d'ICEDA. Le compte rendu d'EP traçant les colis contrôlés et les résultats des contrôles associés sera transmis annuellement à l'ASN par courrier.

Dans le cas où les contrôles réalisés sur un colis témoin révèlent une anomalie :

- Le colis est déclaré non conforme et est géré selon les modalités associées (cf. § 6.3.2) : surveillance et suremballage si présence de contamination externe labile avérée.
- En fonction des résultats des contrôles réalisés sur les autres colis témoins présentant les mêmes caractéristiques, un plan de contrôle renforcé est mis en œuvre sur les colis en entreposage.

Les colis témoins sont contrôlés annuellement (dans un maximum de 10 colis témoins par an).

6.3.2 Colis non conformes

Les contrôles conduisant à des écarts sans impact sur les propriétés de confinement du colis, mais, néanmoins, à une déclaration de colis non conforme n'impliquent pas de surveillance particulière du dit colis en situation d'entreposage.

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 34/52</p>

A contrario, les colis dont le procédé de fabrication a révélé des écarts et pour lesquels ces écarts sont potentiellement une source de mise en cause du confinement du colis (cure du bouchon non satisfaisante, hauteur de bouchon trop faible, ...) sont surveillés durant la phase d'entreposage.

Les contrôles réalisés sur l'ensemble des colis surveillés sont les suivants :

- Un contrôle télévisuel de l'intégrité du colis et de l'absence de défaut (fissure, éclat de béton, cf. § 7.5),
- Un contrôle de l'absence de contamination labile à l'aide de chiffonnette, le cas échéant si défaut constaté.

Le processus de fabrication du colis ICEDA conduisant au blocage des déchets dans le colis est un processus irréversible vis-à-vis des déchets. Aussi, un colis non conforme, avec ou sans contamination externe non fixée, sera présenté à l'Andra par le biais d'un dossier de demande de dérogation.

- En cas de détection d'un colis non conforme présentant une contamination surfacique labile avérée, le colis C1PG^{SP} est reconditionné en suremballage type 5m³ confinant et placé dans les halls d'entreposage :
 - Ce suremballage pour colis non conforme avec contamination externe non fixée a vocation à répondre à une exigence de sureté sur ICEDA selon laquelle le colis porte la 1^{ier} barrière de confinement. Ce suremballage est matérialisé par une enveloppe métallique (ou caisson) assurant la fonction de confinement des substances radioactives.
 - EDF n'envisage pas à date l'envoi à CIGEO de colis dans leurs suremballages tels qu'indiqués. Les dispositions nécessaires seront à analyser le cas échéant en fonction de celles retenues par l'Andra pour le traitement des colis en écart à réception sur CIGEO.
 - Le colis C1PG^{SP} dans son suremballage ne fait pas l'objet d'une surveillance périodique.
- En cas de détection d'un colis non conforme sans présence avérée de contamination surfacique labile, le colis C1PG^{SP} est entreposé en l'état (ie. non sur emballé) dans l'empilement. Il fait l'objet d'une surveillance selon les modalités suivantes :
 - La fréquence des contrôles réalisée sur les colis dont la non-conformité peut mettre en cause le confinement du colis, mais sans défaut apparent, est décennale.
 - En cas de défaut apparent pouvant conduire à la perte du confinement et en conséquence à un risque de contamination surfacique labile à terme (notamment des fissurations sur la coque, le bouchon ou à l'interface coque/bouchon), les colis font l'objet d'une surveillance particulière dont la fréquence est calquée sur celle des colis témoins (soit un maximum de 10 colis non-conformes par an) par le biais de mesures de contamination labile afin de déterminer la nécessité d'un placement en suremballage 5 m³.

Toute non-conformité (telle que par exemple la présence de contamination externe non fixée sur un colis) fera l'objet d'une fiche de non-conformité avec une analyse des causes et la mise en œuvre d'actions correctives. Les fiches de non-conformité sont jointes au DQC.

6.4 TEMPÉRATURE ET HYGROMÉTRIE DANS LES HALLS

L'étude du comportement thermique des colis en entreposage est explicitée dans [2] et reprise dans la Pièce 2 du référentiel de conditionnement (cf. [24]). Cette étude conclut sur la non-nécessité de surveiller la température de l'air à l'extraction des halls au titre d'un paramètre garanti.

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 35/52</p>

Par ailleurs, l'étude relative au risque de séchage du béton des colis en situation d'entreposage démontre qu'une surveillance de l'hygrométrie dans les halls n'est pas nécessaire au titre d'un paramètre garanti (cf. [24]).

7 CONTROLES REALISES SUR LE COLIS FINI AVANT EXPEDITION VERS L'EXUTOIRE

7.1 PUISSANCE THERMIQUE

L'outil informatique dédié à ICEDA calcule la puissance thermique du colis, en fonction des caractéristiques radiologiques du colis. En particulier, il permet de distinguer, si besoin, les colis de déchets à dominante énergétique ⁶⁰Co des colis de déchets dont la puissance thermique est pilotée par l'^{108m}Ag (donc à décroissance plus longue). Cela pourra permettre d'ordonnancer les expéditions en prenant compte cette spécificité si tel est le besoin de l'Andra pour mieux répartir la puissance thermique des colis au sein d'un alvéole.

Le colis n'est prévu à l'expédition que si sa puissance thermique respecte la limite de puissance thermique spécifiée par l'exutoire (cf. [35]) à 60 W/colis.

Ce contrôle est tracé dans le DQC.

7.2 CONTAMINATION SURFACIQUE EXTERNE NON FIXÉE

Un contrôle systématique de la contamination surfacique non fixée est réalisé en tout point du colis avant son évacuation vers l'exutoire.

En cas de contamination surfacique détectée supérieure aux seuils admissibles, le colis est décontaminé localement puis recontrôlé. Ces seuils sont fixés dans les spécifications préliminaires d'acceptation des colis à CIGEO soit pour des colis à réception, un niveau de contamination surfacique labile non fixée inférieur à 4 Bq/cm² pour les émetteurs β/γ et inférieur à 0,4 Bq/cm² pour les émetteurs α (cf. [35]).

Les résultats de ces contrôles sont tracés dans le DQC.

7.3 PESÉE

La masse du colis fini peut être recontrôlée avant son expédition : au maximum égale à 6,4 tonnes, elle est alors reportée dans le DQC. Elle est par définition inférieure au seuil maximal à respecter de 6720 kg/colis dans les spécifications préliminaires d'acceptation des colis à CIGEO (cf. [35]).

7.4 DEBIT DE DOSE

Le débit de dose maximal mesuré au contact et à un mètre du colis est contrôlé systématiquement afin de vérifier le respect des limites spécifiées. Ces limites sont définies par l'Andra dans les spécifications préliminaires d'acceptation des colis à CIGEO (cf. [35]) : ≤ 3 Sv/h au contact (axe radial), ≤ 9 Sv/h au contact (axe axial), ≤ 0,7 Sv/h à 1m (axe radial), ≤ 2 Sv/h à 1m (axe axial).

Les simulations numériques de dosimétrie conduites par EDF sur colis pénalisants (cf. définition de colis pénalisants en Pièce 2 [24] étude dosimétrique, configurations dites « enveloppes sur le court terme » et « enveloppes sur le long terme ») indiquent que le seuil le plus pénalisant est celui au contact du colis selon son axe axial : ce seuil est respecté après 5 années d'entreposage en hall sur ICEDA (après 2 ans pour le seuil axe radial au contact, dès la 1ère année pour le seuil axe radial à 1m, après 4 ans pour le seuil axe axial à 1m).

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 36/52</p>

Les résultats de ces contrôles sont tracés dans le DQC.

7.5 INTEGRITE DU COLIS

Une vérification télévisuelle systématique du colis (coque et bouchon) est réalisée avant son évacuation vers l'exutoire. Ce contrôle permet de vérifier que les colis sont exempts des défauts suivants :

- Nid d'agrégats (cailloux, sable)
- Ferrailage apparent,
- Fissuration ou faïençage de la coque, du bouchon ou à l'interface coque-bouchon (fissure de retrait) dans les limites définies ci-dessous :
 - Ouverture < 0,3 mm
 - Longueur de fissure < 200 mm (ce critère ne concerne pas les fissures de retrait circonférentielles sur le bouchon)
 - Espace minimal entre fissures > 300 mm.
- Eclat/épaufure/trou, ragréage, surface sableuse, manque de béton dans les limites définies ci-dessous :
 - Profondeur < 10 mm sur toute la surface du défaut,
 - Défaut entièrement contenu dans la surface délimitée par un cache transparent carré de 100 mm x 100 mm ou rectangle de 50 mm x 200 mm

Ce contrôle permet également de vérifier l'intégrité de l'interface de préhension du colis afin de s'assurer que les opérations de manutention pourront être réalisées dans de bonnes conditions.

Le résultat de ces contrôles est tracé dans le DQC.

7.6 DÉBIT D'HYDROGÈNE

La mesure de débit d'H₂ par colis entreposé dans chaque hall ne constitue pas une exigence vis-à-vis de l'exploitation d'ICEDA (ie. absence de risque ATEX dans les halls). Du fait d'une exigence Andra présentée dans les spécifications préliminaires d'acceptation des colis à CIGEO, la quantification de l'hydrogène produit par les colis MAVL d'ICEDA sera nécessaire au moment de leur expédition, quelques décennies après leur fabrication, vers le centre de stockage en couche géologique profonde. L'exigence fixée par l'Andra s'appuie sur un seuil exprimé en débit volumique d'hydrogène à 60 normaux litres par an par colis (cf. [35]).

De plus, l'éventuelle épreuve technique que l'Andra demandera aux producteurs d'appliquer le moment venu pour cette mesure d'hydrogène n'est pas définie à ce jour.

Le dispositif de mesure d'hydrogène produit par un colis MAVL d'ICEDA a été défini et comprend les éléments suivants :

- une enceinte autonome et étanche de dimensions compatibles avec un colis C1PG^{SP} choisi pour être représentatif et enveloppe du phénomène à mettre en évidence : à condition que le volume libre entre le colis à tester et l'enceinte soit compatible avec les moyens de mesures, cette enceinte pourrait par exemple être constituée par un caisson 5 m³ du type de ceux qu'il est prévu d'utiliser sur ICEDA pour les colis qui seraient identifiés comme non conformes.

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 37/52</p>

- un dispositif de prélèvement de gaz dans le volume libre entre le colis et l'enceinte relié à (i) un matériel de mesures embarqué de type chromatographie gazeuse dans un environnement blindé vis-à-vis de la dosimétrie aux environs de l'enceinte, (ii) une bouteille permettant une analyse de gaz déportée en laboratoire externe.
- Un suivi du débit d'hydrogène par an par colis à mener sur des colis types jugés pénalisants (en fonction des déchets et de l'activité β/γ « thermiques » embarquée).
- Une maintenance de l'ensemble du dispositif embarqué sur l'enceinte réalisée par le biais d'un rapatriement de l'enceinte telle qu'équipée, à échéance régulière, dans le local de contrôles des colis de l'installation.

Ce dispositif donne lieu à une contractualisation. A noter qu'un colis dont la production d'hydrogène est jugée suffisante pour être mesurable ne sera pas disponible dans les premières années d'exploitation d'ICEDA étant donné le niveau de décroissance déjà atteint par nombre de déchets DAE en attente sur le parc en exploitation.

8 CONTROLE DES PARAMETRES GARANTIS

8.1 OUTIL INFORMATIQUE DE TRAÇABILITÉ ET DE CARTOGRAPHIE

L'outil informatique OTC (Outil de Traçabilité et de Cartographie) dédié à ICEDA aide l'opérateur à remplir les fonctions suivantes :

- Contrôle et validation de la conformité de chaque déchet élémentaire aux exigences de prise en charge sur ICEDA : cette étape est similaire au processus de prise en charge des colis de déchets sur les centres de stockages Andra, à savoir :
 - Déclaration, par le Producteur, des caractéristiques du déchet élémentaire via WasteApp ;
 - Contrôle et validation par OTC.

Ce contrôle est systématique pour chaque déchet élémentaire (panier de DAD ou étui de DAE) avant toute prise en charge sur ICEDA.

- Traçabilité des contrôles réalisés tout au long du processus de fabrication des colis sur ICEDA : ces contrôles sont systématiques pour chaque déchet élémentaire et chaque colis.
- Contrôle et validation du domaine de fonctionnement de l'installation :
 - Contrôle et validation de l'activité maximale par colis après mesure par spectrométrie gamma avant blocage du panier ;
 - Contrôle et validation de la puissance thermique maximale par colis avant blocage du panier ;
 - Contrôle et validation de l'activité et de la puissance thermique totale par hall d'entreposage avant tout entreposage d'un nouveau colis.

8.2 LES CONTROLES RELATIFS AUX PARAMÈTRES GARANTIS

Dans ce document, les critères opérationnels associés aux paramètres garantis (PG) sont définis en tenant compte des incertitudes de mesures conformément à la référence [37] qui répond à la recommandation ASN n°2

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 38/52

et à la Position/Action correspondante (cf. [42]). Ces paramètres sont en lien avec la définition d'EIP lorsque le contrôle de ces paramètres nécessite des matériels de mesures.

Concernant les contrôles de masse, les valeurs d'incertitudes sont liées à la précision des pesons utilisés. Tous les matériels de pesée utilisés font l'objet d'un contrôle périodique annuel traité dans le programme local de maintenance préventive défini pour ICEDA (étalonnage des pesons équipant les installations de malaxage, pesons des moyens de manutention, balances de laboratoire et de dépesage des bennes de transferts, etc.). Un contrôle périodique de non-dérive adapté au flux de production est réalisé.

Les valeurs d'incertitude (+/- 2%) sur les masses des constituants qui entrent dans chaque formulation cimentaire correspondent à la plage de validité des teneurs des constituants pour une gâchée et une matrice cimentaire conforme.

Les valeurs d'incertitude en température sont liées à la précision des thermocouples. Les matériels de mesures, tels que ceux de température intégrés au procédé font l'objet d'un contrôle périodique, tous les 5 ans, traité dans le programme local de maintenance préventive défini pour ICEDA.

La valeur d'incertitude sur l'activité radiologique des déchets est obtenue par composition quadratique de l'ensemble des incertitudes du procédé de spectrométrie gamma d'ICEDA.

Les matériels de mesures tels que le cône d'Abrams ou le cône de Marsh sont des matériels normalisés, de même que les moules des éprouvettes à confectionner. Le bon état de ces matériels, état de propreté notamment, doit garantir la non-dérive des mesures effectuées. Les essais réalisés sur éprouvettes (retrait, résistances mécaniques) sont des essais normalisés réalisés en laboratoire accrédités. Les outils de mesure de la hauteur des surfaces de blocage et de calage ont été développés spécifiquement et ont été testés. Ils feront l'objet d'un contrôle périodique visuel de bon fonctionnement.

Concernant la vibration, le contrôle de bon fonctionnement des aiguilles vibrantes est réalisé à chaque lavage (contrôle visuel).

Concernant l'appareillage de contrôle de contamination des colis, il fera l'objet des contrôles périodiques intermédiaires et d'étalonnage répondant à l'Arrêté du 21 mai 2010.

Dans la suite, pour chaque paramètre garanti, l'incertitude associée présente la manière selon laquelle cette incertitude est intégrée au critère opérationnel finalement retenu dans les procédés en exploitation. Les paramètres corrigés de leurs incertitudes sont intégrés aux procédures d'exploitation et aux outils informatiques de l'installation.

A noter, le référentiel de conditionnement ne mentionne que les contrôles relatifs aux paramètres garantis et ne liste pas de manière exhaustive tous les contrôles listés dans la documentation opérationnelle et réalisés dans le cadre du DQC.

Le respect des paramètres garantis fait l'objet d'une programmation dans l'automate de l'installation de production du coulis pour la phase de blocage des paniers et de contrôles par l'opérateur pour les autres phases (calage, blocage) : par exemple, l'ordre de vidange d'une benne (de coulis pour le calage d'un panier, de béton pour le bouchage d'un colis) ne peut être donné qu'après contrôle du respect de la DPU par l'opérateur sur son pupitre. Si toutefois le non-respect d'un paramètre est constaté, le colis fait l'objet d'une non-conformité ce qui engendre une fiche d'écart et son analyse. Selon, le colis fait alors l'objet d'une surveillance.

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 40/52

PARAMETRES	Contrôles associés
restriction	<ul style="list-style-type: none"> - Résidus de peinture autorisés si complètement durcis et solvants évaporés, - Aluminium métallique (surface limitée à 0,224 m² par panier ou étui soit 0,1 m² pour 330 litres de volume), zinc, laiton et acier galvanisé dont les limites par unité de surface par panier ou par étui ne sont à ce stade par défini par l'Andra, - les déchets homogènes immobilisés sont limités à 20% du volume utile d'une coque (160 litres). Les déchets autorisés dans ce cas sont des déchets morcelés (type copeaux de découpe) s'ils sont saupoudrés dans le colis parmi les déchets hétérogènes ou conditionnés en pot ouvert, - les déchets dispersables non immobilisés sont limités à 10% du volume utile d'une coque (80L). Ils peuvent éventuellement être pré-conditionnés dans un emballage ouvert, dans un emballage fermé, ou en vrac dans le colis, - le graphite : uniquement s'il est attaché à une structure métallique et à condition que des dispositions particulières soient mises en œuvre pour éviter sa flottaison lors des opérations de conditionnement sur ICEDA (ie. utilisation d'une grille anti-flottaison) <p>Les substances ci-dessous nécessite de justifier qu'elles ne constituent pas une source de danger durant la période d'exploitation de CIGEO. Elles sont soumises à déclaration [35]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - substances potentiellement pyrophoriques, - substances présentant des risques de reprise de réactivité sous l'effet d'un apport d'énergie (ex : graphites irradiés susceptibles de libérer l'énergie accumulée par effet Wigner) <p>Dans le cas des déchets activés de démantèlement, les contrôles sont réalisés sur le site de production en amont d'ICEDA. Un contrôle par sondage de la FIDE et un contrôle visuel par caméra, par le dessus du panier, est également réalisé sur ICEDA. Pour les déchets activés d'exploitation le contrôle s'effectue au fur et à mesure du remplissage.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p>
Déchets interdits	<p>Les déchets élémentaires à conditionner sur ICEDA sont exempts de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - substances explosives ou facilement inflammables, ou présentant des risques de réaction exothermique brutale avec les différents constituants du colis final - substances et mélanges les plus réactifs au contact de l'eau (réaction exothermique) et dégageant des gaz inflammables, relevant précisément de la catégorie 1 au titre du règlement du 16 décembre 2008 concernant la classe substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables, - espèces chimiques pouvant interagir avec le liant hydraulique : magnésium, uranium, sulfates, chlorures, fluorures, borates, carbonates, ammonium, lithium, carbone organique

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
	DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :

PARAMETRES	Contrôles associés
	<p>total,</p> <ul style="list-style-type: none"> - substances infectieuses, - liquides libres (organiques ou aqueux) : les déchets humides sont acceptés dans ICEDA mais les colis produits ne doivent pas contenir d'eau libre. Les liquides libres sont donc interdits dans les paniers. - matières putrescibles, - bois, produits à base de bois, déchets gonflant de façon significative après reprise d'eau, - tubes fluorescents, - graisses et paraffines, - sources radioactives scellées, - bombes aérosols, - substances et mélanges classés pyrophoriques au titre du règlement du 16 décembre 2008, - matériaux très fortement réactifs tels que le magnésium finement divisé, le sodium et les alliages de sodium. <p>Dans le cas des déchets activés de démantèlement, les contrôles sont réalisés sur le site de production en amont d'ICEDA. Un contrôle par sondage de la FIDE et un contrôle visuel par caméra, par le dessus du panier, est également réalisé sur ICEDA. Pour les déchets activés d'exploitation le contrôle s'effectue au fur et à mesure du remplissage.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p>
Masse de déchets par panier	<p>Avant la mesure spectrométrique du panier, contrôle par pesée, en cellule nucléaire, de la masse totale du panier, des déchets et du grappin de manutention soit une masse totale comprise entre 1025 et 3081 kg, considérant une incertitude de +/- 20 kg relative au peson et une incertitude de masse de +/- 1 kg sur le panier vide et +/- 1 kg sur la masse du grappin.</p> <p>L'outil de traçabilité et de cartographie réalise le contrôle de la masse renseignée en donnée d'entrée.</p>
Activité radiologique maximale par panier	<p>La mesure spectrométrique des RN traceurs est réalisée dans le caisson de spectrométrie gamma en amont de l'opération de blocage des déchets en panier. Le contrôle est réalisé par l'outil de traçabilité et de cartographie une fois les données de résultats de la mesure renseignées. Le critère maximal à respecter est le suivant : 1.9 E+14 Bq en β/γ « thermiques » relatif à une incertitude de 110% sur les RN traceurs.</p> <p>Le contrôle du respect de ce seuil est réalisé par l'analyse des résultats de spectrométrie gamma systématique de chaque panier sur la base des RN traceurs et des ratios préétablis pour la famille de déchets considérée.</p>

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 42/52

8.2.3 Paramètres garantis relatifs aux colis en phase de fabrication

A noter, aucune incertitude relative aux temps élémentaires des cycles de malaxage du coulis de blocage/calage ou du béton de bouchage n'est prise en compte. En effet, ces cycles sont programmés dans les automates de fabrication des gâchées dont les opérations sont cadencées avec un niveau d'incertitude inférieur à 100 ms.

8.2.3.1 Paramètres garantis relatifs au blocage des déchets en paniers

PARAMETRES	Contrôles associés
<p><u>Ouvrabilité du coulis :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Contrôle fluidité au cône de Marsh selon NF EN 445 au cône de Marsh avec ajoutage de 10 mm • Respect de la DPU 	<p><u>En local conventionnel :</u></p> <p>Une fois par poste, à la fin du 1^{ier} remplissage optimisé de la cuve de maintien, l'opérateur contrôle que la fluidité du coulis est < 19 secondes (incertitude de 1 seconde comprise) pour un coulis dont la température est comprise entre 5 et 30°C.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p> <p>L'opérateur visualise le décompte informatique par l'automate de la DPU depuis son pupitre. Ce décompte est réalisé par l'automate qui commande l'ouverture ou la fermeture, lorsque la DPU est consommée, de la vanne d'alimentation en coulis de la cellule de blocage. Le to du décompte entré dans l'automate correspond à la fin de malaxage de la première gâchée du coulis ensuite versé dans la cuve de maintien.</p> <p><u>Commentaire :</u> Pour cette opération de blocage des déchets en panier, plusieurs gâchées successives permettent de remplir une cuve de maintien de 1500 litres connectée au dispositif de refroidissement du coulis. Aussi, le contrôle de fluidité du coulis est réalisé par le biais d'un prélèvement dans la cuve de maintien et correspond à la fluidité d'un mélange de plusieurs gâchées. Ce contrôle est réalisé une fois par poste (ie. demi-journée) avant la première utilisation du coulis en attente dans la cuve. Le contenu d'une cuve doit être utilisé dans la DPU de 4 heures du coulis à compter de la fin de malaxage de la première gâchée du poste.</p>
<p><u>Avant déversement en panier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Température du coulis frais • Température de l'air à l'extraction du local de blocage 	<p>≤ 9,4°C (incertitude de 0,6°C comprise). A chaque panier, l'automate autorise la distribution du coulis si et seulement si ce critère est respecté.</p> <p>6°C ≤ T ≤ 24°C (incertitude de 1°C comprise)</p> <p>L'automate autorise la distribution du coulis si et seulement si ces critères sont respectés. Une surveillance du respect de ces critères est programmée sur la durée de séchage du matériau.</p>
Durée de séchage	L'opérateur exerce un contrôle de la durée d'immobilisation de 48h minimum par le biais d'un décompte du temps par l'outil de traçabilité et de

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 43/52

PARAMETRES	Contrôles associés
	cartographie à partir de la déclaration de fin de blocage du panier. Aucune incertitude associée à ce PG.
Prise du coulis à 2 jours selon un mode opératoire adapté de la norme EN 196-3	L'opérateur contrôle à 2 jours de la réalisation de l'éprouvette, en laboratoire sur ICEDA, une fois par campagne, que le coulis a fait prise à deux jours. Aucune incertitude associée à ce PG.
Résistance à la compression à 91 jours selon la norme NF EN 12390-3	A 91 jours de la réalisation des 3 éprouvettes, un contrôle de résistance du coulis à la compression à 91 jours est réalisé une fois par campagne, en laboratoire extérieur à ICEDA. Le critère à respecter est > 20 MPa (incertitude associée intégrée à ce critère fixé par l'Andra au CSA).

Selon l'expérience d'EDF à la base du développement de la formulation du coulis à utiliser sur ICEDA, la robustesse de cette formulation permet de garantir les propriétés du coulis à partir de la seule mesure de fluidité et du respect de la DPU à sa mise en œuvre. Le suivi de la résistance à la compression à 91 jours une fois par campagne vient renforcer la garantie d'une mise en œuvre conforme du coulis au blocage des déchets ou calage des paniers. Le dispositif de contrôle de la qualité en place chez le fabriquant des charges sèches de coulis dispense EDF d'un suivi sur ICEDA de l'ensemble des caractéristiques du coulis telles que décrites en Pièce 2.

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 44/52</p>

8.2.3.2 Paramètres garantis relatifs au calage des paniers en conteneurs

PARAMETRES	Contrôles associés
<p><u>Ouvrabilité du coulis :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Contrôle fluidité au cône de Marsh selon la norme NF EN 445 avec ajutage de 10 mm • Respect de la DPU 	<p><u>En local conventionnel</u></p> <p>Une fois par poste, l'opérateur contrôle que la fluidité du coulis est < 39 secondes (incertitude de 1 seconde comprise) pour un coulis dont la température est comprise entre 5 et 30°C.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p> <p>L'opérateur visualise le décompte informatique par l'automate de la DPU depuis son pupitre. L'opérateur s'assure que l'opération de calage des déchets a lieu dans la DPU de 4 heures du coulis. Le to de décompte de la DPU correspond à la fin du malaxage de la gâchée. L'opérateur donne alors l'autorisation de vidange du coulis dans le conteneur ou de rebut de la gâchée en fonction du respect ou non de la DPU.</p> <p><u>Commentaire :</u></p> <p>Pour cette opération de calage du panier en conteneur, chaque gâchée est dédiée à une opération de calage donc à un colis. Le contrôle de fluidité du coulis est réalisé par le biais d'un prélèvement sur la première gâchée d'un poste, une fois par poste. La fluidité du coulis est garantie durant la durée pratique d'utilisation de 4 heures du coulis à compter de la fin de malaxage de la gâchée.</p>
<p><u>Avant déversement en conteneur :</u></p> <p>Température de l'air à l'extraction du local de calage</p>	<p>6°C ≤ T ≤ 39°C (incertitude de 1°C comprise). L'automate autorise le déversement du coulis si et seulement si ces critères sont respectés. Une surveillance du respect de ces critères est programmée sur la durée de séchage du matériau.</p>
<p>Durée de séchage</p>	<p>L'opérateur exerce un contrôle de la durée d'immobilisation de 48h minimum par le biais d'un décompte du temps par l'outil de traçabilité et de cartographie à partir de la déclaration de fin de calage du panier.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p>
<p>Prise du coulis à 2 jours selon un mode opératoire adapté de la norme EN 196-3</p>	<p>L'opérateur contrôle à 2 jours de la réalisation de l'éprouvette, en laboratoire sur ICEDA, une fois par campagne, que le coulis a fait prise à deux jours.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p>

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
	DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :

8.2.3.3 Paramètres garantis relatifs au bouchage des colis

PARAMETRES	Contrôles associés
<p><u>Respect de la formulation du béton de bouchage :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Conformité de la charge sèche, conformité de la masse de la gâchée - Conformité des adjuvants - Conformité des dosages en adjuvants, en eau - Respect du cycle de malaxage (programmation dans l'automate) 	<p><u>En local conventionnel, pour chaque gâchée de béton de bouchage</u></p> <p>Contrôle par scan du code barre de la charge sèche (bon produit, usage dans la date de péremption – aucune incertitude associée), contrôle par pesée de la charge sèche (incertitude de +/- 2% en masse pour la charge et chaque constituant du béton) : 415.7 kg < charge sèche de béton < 432.7 kg</p> <p>Contrôle visuel et par l'automate d'un usage dans la date de péremption (aucune incertitude associée)</p> <p>Alarme sur l'automate concernant le dosage en eau et adjuvant (incertitude de +/- 2% en masse pour chaque constituant liquide)</p> <p>Alarme sur l'automate concernant la pesée de la gâchée, contrôles automatisés par pesées des masses introduites (charges sèches, eau, adjuvant) (cf. § 8.2.1) (incertitude +/-2% en masse par pesée)</p>
<p><u>Ouvrabilité du béton :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Contrôle d'affaissement au cône d'Abrams selon la norme NF EN 12350-2 • Respect de la DPU 	<p><u>En local conventionnel, à chaque gâchée de béton de bouchage</u></p> <p>Affaissement entre 210 et 240 mm (incertitude et arrondi de mesure compris) pour un béton dont la température est entre 5 et 30°C (lecture sur règle au mm, arrondi du résultat de la mesure à la dizaine inférieure ou supérieure afin de palier à l'incertitude liée à l'endroit précis de la mesure sur l'amas de béton)</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p> <p>L'opérateur visualise sur son pupitre le décompte de la DPU par l'automate. Il s'assure que l'opération de bouchage des colis a lieu dans la DPU de 2 heures du béton. Le to de décompte de la DPU correspond à la fin du malaxage de la gâchée. L'opérateur donne l'autorisation de vidange du béton sur le colis ou de rebut de la gâchée en fonction du respect ou non de la DPU.</p> <p><u>Commentaire :</u></p> <p>Pour le bouchage des colis, chaque gâchée est dédiée à un seul bouchage donc à un colis. Le contrôle d'affaissement du béton est réalisé par le biais d'un prélèvement sur la chaque gâchée. L'ouvrabilité du béton est garantie durant la durée pratique d'utilisation de 2 heures du béton à compter de la fin de malaxage de la gâchée.</p>
<p><u>Avant déversement dans le colis :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hauteur libre avant bouchage 	<p>L'opération de calage est effectuée sur une table horizontale à l'aide du coulis cimentaire dont la fluidité assure la planéité en</p>

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 46/52</p>

PARAMETRES	Contrôles associés
<ul style="list-style-type: none"> • Absence d'eau libre en surface du coulis de calage dans le colis • Propreté du béton désactivé de la tête du conteneur • Humidification de la liaison de béton désactivée au niveau de la tête du conteneur, au plus près de la coulée du béton 	<p>surface supérieure du matériau. L'opérateur utilise à distance par caméras interposées un outil dédié reposant la surface horizontale en partie supérieure du voile cylindrique de la coque et muni d'une pige s'appuyant par contact sur la surface du coulis de calage.</p> <p>La valeur lue sur l'outil correspond à un volume additionnel de béton à apporter au volume de référence de 136 litres relatif à une épaisseur de bouchon de 14 cm : chaque graduation lue équivaut à 1 litre de béton supplémentaire et augmente l'épaisseur du bouchon d'un peu plus de 1 mm par rapport à la valeur de référence de 14 cm.</p> <p>Le critère à respecter est néanmoins une hauteur libre avant bouchage ≥ 12 cm (incertitudes comprises). La démarche développée permet donc l'existence d'une marge si besoin de 2 cm.</p> <p>Une incertitude de +/- 1 kg sur la pesée du béton frais dans la trémie de transfert vers la cellule de bouchage équivaut à une incertitude < 0.5 mm sur l'épaisseur du bouchon. L'incertitude de +/- 3% sur la masse volumique du béton équivaut à une incertitude < 5 mm sur l'épaisseur du bouchon. Ces incertitudes sont couvertes par la marge prise égale à 2 cm.</p> <p><u>Nota</u> : 14 cm est la valeur cible d'épaisseur de béton à obtenir de manière homogène sur toute la surface du bouchon pour respecter la spécification fixée à 12 cm. Néanmoins, l'épaisseur stricte de garantie du confinement étant estimée à 9,4 cm, une valeur strictement supérieure à 11 cm peut être retenue ponctuellement si le défaut constaté est compris dans un carré de 10x10 cm ou 5x20 cm (cf. § 11.2 sur les défauts d'intégrité colis cités en PG).</p> <p>Réalisé par l'opérateur par les hublots blindés et/ou par caméras et écrans interposés. Aucune incertitude associée à ce PG.</p> <p>L'opérateur contrôle visuellement à travers les hublots blindés et/ou par caméras et écrans interposés l'absence de projection de coulis cimentaire sur la surface de béton désactivée de la tête du conteneur. Aucune incertitude associée à ce PG.</p> <p>L'opérateur contrôle visuellement à travers les hublots blindés et/ou par caméras et écrans interposés l'humidification de l'ensemble de la surface concernée.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p>

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
	DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :

PARAMETRES	Contrôles associés
<ul style="list-style-type: none"> Température du local de bouchage 	<p>$6^{\circ}\text{C} \leq T \leq 39^{\circ}\text{C}$ (incertitude de 1°C comprise).</p> <p>L'automate autorise le déversement du béton si et seulement si ces critères sont respectés. Une surveillance du respect de ces critères est programmée sur la durée de séchage du matériau.</p>
Vibration	<p>A chaque bouchon coulé, l'opérateur réalise la vibration du béton après vidange de la benne à béton sur le colis jusqu'à obtenir une surface d'aspect lisse/glacé sans laitance visualisée à travers les hublots blindés et/ou par caméras et écrans interposés. La vibration est exercée par un dispositif disposant de quatre aiguilles vibrantes commandé par bras manipulateur selon un cycle de 2 x 15 secondes au plus. Aucune incertitude associée à ce PG.</p>
Cure à l'eau	<p>A chaque bouchon coulé, 1 heure après fin de coulée et vibration (c-à-d. après « virage au mat » de la surface du béton visualisée à travers les hublots blindés et/ou par caméras et écrans interposés), l'opérateur réalise la cure à l'eau du bouchon par déversement d'eau sur la surface du bouchon. Une surveillance est exercée sur la présence d'eau de cure sur le bouchon pendant a minima sept jours. La disposition d'un couvercle sur le colis limite l'évaporation de l'eau de cure.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p>
Durée de séchage et immobilisation du colis	<p>L'opérateur contrôle une durée d'immobilisation de sept jours minimum à compter de la fin de la coulée et de la vibration du béton de bouchage. Le décompte du temps est réalisé par l'outil de traçabilité et de cartographie à partir de la déclaration de la fin du bouchage par l'opérateur.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p>
Décrochement vertical homogène entre la surface du bouchon et la partie supérieure de la coque	<p>L'opérateur contrôle visuellement la présence de ce décrochement compris entre 5 et 20 mm à travers les hublots blindés et/ou par caméras et écrans interposées. Ce contrôle est réalisé par le biais d'un outil disposant de piges calibrées sur les critères à respecter.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG, la valeur de 5 mm intégrant une marge par rapport à la valeur 0 pour éviter tout effort mécanique et donc toute dégradation sur le bouchon en situation de gerbage, la valeur de 20 mm intégrant une marge puisqu'elle correspond à 13 cm d'épaisseur de bouchon pour une épaisseur garantissant le confinement de 9,4 cm.</p>

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 48/52

PARAMETRES	Contrôles associés
Absence de défaut sur le bouchon et le colis	<p>L'opérateur réalise, après 7 jours d'immobilisation du colis, les contrôles mentionnés au § 7.5 par écran interposé en procédant par balayage d'une caméra en cellule suivant des repères inscrit sur un gabarit préalablement positionné sur le colis.</p> <p>A noter, le contrôle complet de la coque (déjà contrôlée en amont de son entrée dans le process) n'est pas réalisé en sortie de fabrication du colis mais lors de la surveillance des colis témoins et systématiquement avant expédition à l'exutoire.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p>
Résistance à la compression à 28 jours selon NF EN 12390-3	<p>Un contrôle de résistance du béton à la compression à 28 jours est réalisé une fois par campagne par un laboratoire externe. Le critère à respecter est > 50 MPa (incertitude associée intégrée à ce critère fixé par l'Andra au CSA).</p>
Retrait à 28 jours selon NFP 18-427 à 20°C et 65%HR	<p>Un contrôle de retrait du béton à 28 jours est réalisé une fois par mois par un laboratoire externe. Le critère à respecter est < 400 µm/m sur éprouvette (incertitude associée intégrée à ce critère fixé par l'Andra au CSA).</p> <p>Ce critère ne s'applique pas à la mesure d'une fissure dans le cadre de l'auscultation du bouchon ou du colis fini.</p>

Selon l'expérience d'EDF à la base du développement de la formulation du béton à utiliser sur ICEDA, la robustesse de cette formulation permet de garantir les propriétés de celui-ci à partir de la seule mesure d'ouvrabilité et du respect de la DPU à sa mise en œuvre. Le suivi de la résistance à la compression à 28 jours une fois par campagne et du retrait à 28 jours une fois par mois viennent renforcer la garantie d'une mise en œuvre conforme du béton de fermeture des colis sur ICEDA. Le dispositif de contrôle de la qualité en place chez le fabricant des charges sèches de béton ainsi que le suivi qualité en place chez ce fabricant des conteneurs C1PG^{SP} avec ce même béton dispense EDF d'un suivi de l'ensemble des caractéristiques du béton sur ICEDA.

8.2.4 Paramètres garantis relatifs aux colis finis et en phase d'entreposage

PARAMETRES	Contrôles associés
Intégrité du bouchon et du colis	<p>En surveillance des colis témoins ou des colis non conformes (contrôle annuel sur un maximum de 10 colis / an), l'opérateur réalise les contrôles mentionnés au § 7.5 par écran interposé en procédant par balayage d'une caméra en cellule suivant des repères inscrit sur un gabarit préalablement positionné sur le colis.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p>

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 49/52

PARAMETRES	Contrôles associés
Contamination surfacique non fixée	<p>En sortie de process de fabrication, surveillance des colis témoins ou des colis non conformes sans contamination labile, les contrôles de contamination sont réalisés par l'opérateur à l'aide des bras manipulateurs équipés de chiffonnettes. La visualisation se fait à travers les hublots blindés et/ou par caméras et écrans interposées. Les chiffonnettes sont récupérées par le biais de sas et sont analysées à l'aide d'un contaminamètre en boîte à gants. Les critères à respecter sont $< 0,4$ Bq/cm² en β/γ et $< 0,04$ Bq/cm² en α en tout point du colis au titre du zonage déchets.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG du fait des pratiques (inter)nationales communément admises par la communauté scientifique et industrielle.</p>
Masse du colis	<p>Une pesée réalisée à distance par le biais d'un peson équipant la cellule en sortie de chaîne de fabrication des colis permet à l'opérateur de contrôler à distance que la masse du colis est ≤ 6350 kg (incertitude à ± 50 kg comprise).</p>
Puissance thermique	<p>Le critère ≤ 80 W est contrôlé par informatique de manière indirecte par le biais de l'inventaire radiologique de déclaration du colis issu de la mesure par spectrométrie gamma du panier (incertitude comprise) et à l'aide des fonctions de transfert Bq/W par radionucléide disponibles dans la littérature scientifique.</p>

8.2.5 Paramètres garantis relatifs aux colis à l'expédition

PARAMETRES	Contrôles associés
Intégrité du bouchon et du colis	<p>L'opérateur réalise les contrôles mentionnés au § 7.5 par écran interposé en procédant par balayage d'une caméra en cellule suivant des repères inscrit sur un gabarit préalablement positionné sur le colis.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG.</p>
Contamination surfacique non fixée	<p>En sortie de halls d'entreposage, les contrôles de contamination sont réalisés par l'opérateur à l'aide des bras manipulateurs équipés de chiffonnettes qui sont récupérées par le biais de sas et sont analysées en boîte à gants. Les critères à respecter sont $< 0,4$ Bq/cm² en β/γ et $< 0,04$ Bq/cm² en α en tout point du colis.</p> <p>Aucune incertitude associée à ce PG compte tenu des pratiques (inter)nationales communément admises par la communauté scientifique et industrielle.</p> <p>Nota : les critères opérationnels sont plus contraignants pour des</p>

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 50/52

PARAMETRES	Contrôles associés
	raisons d'exploitation interne. Un colis au-delà mais inférieur à 4 Bq/cm ² en β/γ et < 0,4 Bq/cm ² en α en tout point sera néanmoins conforme pour son acceptation par l'Andra au titre des spécifications préliminaires d'acceptation des colis à CIGEO.
Débit de dose maximal au contact et à 1 mètre	Critères à respecter fixés dans les spécifications préliminaires d'acceptation des colis à CIGEO (cf. [35]) : ≤ 3 Sv/h au contact (axe radial), ≤ 9 Sv/h au contact (axe axial), $\leq 0,7$ Sv/h à 1m (axe radial), ≤ 2 Sv/h à 1m (axe axial). Les DDD seront mesurés par le biais de sonde de mesure en place en cellule et par rotation du colis autour de son axe par le biais d'un palonnier.
Puissance thermique	Critère à respecter fixé dans les spécifications préliminaires d'acceptation des colis à CIGEO (cf. [35]) : ≤ 60 W/colis. Il sera contrôlé de manière indirecte par le biais de l'inventaire radiologique de déclaration du colis issu de la mesure par spectrométrie gamma du panier et à l'aide des fonctions de transfert Bq/W par radionucléide disponibles dans la littérature scientifique.
Dégagement annuel maximum de H ₂ de chaque colis primaire	Critère à respecter fixé dans les spécifications préliminaires d'acceptation des colis à CIGEO (cf. [35]) : $\leq 60L(H_2)/an$.

	RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE		
DP2D_FD-DP2D	Référence : D455524009199	Indice :	Page 51/52

9 ORGANISATION ET CONTROLE QUALITE

L'organisation qualité mise en place sur ICEDA assure la maîtrise de la production et de l'entreposage des colis. Elle est décrite dans le Manuel d'Organisation Qualité et dans les Notes d'Organisations associées.

9.1 ASSURANCE QUALITÉ AU NIVEAU DES APPROVISIONNEMENTS

Une fiche de réception/livraison garantit à l'utilisateur, au moment de leur réception sur ICEDA, que les conteneurs C1PG^{SP} et les paniers MAVL sont conformes aux spécifications des CSCT associés ([32], [33]).

Les matériaux utilisés pour le blocage des déchets, le calage des paniers et le bouchage des coques sont livrés en saches étanches pré-dosées. Ils bénéficient d'un contrôle Qualité assuré par le Fournisseur et formalisé, pour chaque sache, par une Fiche de Fabrication comprenant le dosage des saches et garantissant la conformité aux spécifications des CSCT associés ([30], [31]).

Pour les adjuvants et produits de cure, les fournisseurs produisent une Fiche Qualité décrivant les caractéristiques du produit ainsi que sa date de péremption.

9.2 ASSURANCE QUALITÉ AU NIVEAU DE LA FABRICATION ET DE LA TRACABILITE DES COLIS

La traçabilité de la provenance des déchets, de la fabrication des colis et des contrôles qui leur sont associés est assurée depuis la collecte et le tri des déchets jusqu'à l'expédition des colis à CIGEO.

Le DQC retrace l'historique des phases principales de la vie du colis sur ICEDA (approvisionnement, production, entreposage en cas de colis non conforme). Il recense tous les paramètres importants à mesurer et/ou à contrôler nécessaires pour garantir que les critères spécifiés sont respectés ou les écarts tracés :

- identification des déchets en provenance des sites producteurs (ces informations étant transmises par l'application informatique dédiée à la déclaration des colis type WasteApp et par la transmission de la FIDE) ;
- identification des matériels et équipements intégrés au procédé (coques béton, paniers, étuis, emballages de transport) ;
- les paramètres et autres mesures effectuées lors des étapes de caractérisation, de conditionnement et de contrôles de conformité ;
- les paramètres du procédé (date de blocage, calage, bouchage, références des saches, ...) ;
- le suivi des températures (locaux, matériaux, ...) ;
- les paramètres et autres mesures effectuées lors de la phase entreposage sur les colis non conformes.

En cas d'écart, le Producteur se doit d'instruire une Fiche d'Ecart dans son référentiel.

Cette traçabilité est reprise dans l'outil informatique dédié à ICEDA qui permet de :

- Tracer les mouvements de chaque colis, lors du conditionnement et de l'entreposage, et localiser un colis de déchets dans un des halls d'entreposage ;
- Calculer l'activité radiologique de chaque colis en tenant compte de la décroissance radioactive et sommer l'activité des colis afin de connaître à chaque instant l'inventaire radiologique et physique des halls et garantir ainsi le respect des limites radiologiques totale et par hall d'entreposage ;

	<p align="center">RÉFÉRENTIEL DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS MAVL - PIÈCE 3 : PLAN DE CONTRÔLES DU PROCÉDÉ ET DES COLIS C1PGSP - VERSION PUBLIQUE</p>		
<p>DP2D_FD-DP2D</p>	<p>Référence : D455524009199</p>	<p>Indice :</p>	<p>Page 52/52</p>

- Calculer la puissance thermique de chaque colis et des halls et garantir ainsi le respect des limites de puissance thermique par hall d'entreposage ;

Le mode de renseignement des documents du DQC et de l'outil informatique ainsi que la responsabilité des signataires sont définis conformément aux principes d'organisation Qualité d'ICEDA (rôle et qualification des signataires).

9.3 ASSURANCE QUALITÉ AU NIVEAU DES MOYENS DE MESURES

Les dispositifs de pesée (bascules, pesons, ...), les appareils de radioprotection et de contrôles utilisés dans la chaîne de fabrication et de surveillance des colis en phase entreposage font l'objet d'un contrôle d'étalonnage et de contrôles périodiques de non-dérive donnant lieu à un compte-rendu ou un procès-verbal.

9.4 ARCHIVAGE DES DOCUMENTS

La documentation permettant d'assurer la traçabilité des colis (DQC, ...), depuis la collecte et le tri des déchets jusqu'à l'arrivée des colis à CIGEO, sera classée et archivée selon une procédure dédiée et soumise à l'approbation de l'Andra lors de l'instruction de l'agrément.

9.5 PLAN D'ASSURANCE QUALITE

Le plan d'assurance de la qualité relève d'informations transverses à l'ensemble des domaines et d'informations non spécifiques au processus de fabrication des colis. A ce titre, ICEDA dispose d'un Système de Management Intégré comprenant une Liste des Documents Applicables (LDA) construite par domaine (Organisation, Qualité/Sûreté, Environnement, Transport, Déchets, Exploitation, Maintenance, HSS, Incendie, Radioprotection).

Cette LDA comporte les documents répondant aux 12 phases du processus déchets :

- Phase du processus n° 0 : Organisation de site / Interfaces
- Phase du processus n° 1 Approvisionnements
- Phase du processus n° 2 Entreposage des approvisionnements
- Phase du processus n° 3 Collecte tri déchets "primaires"
- Phase du processus n° 4 Maîtrise des producteurs d'origine
- Phase du processus n° 5 Conditionnement et fabrication
- Phase du processus n° 6 Mesure de l'activité
- Phase du processus n° 7 Maîtrise des appareils de mesure
- Phase du processus n° 8 Entreposage final des colis
- Phase du processus n° 9 Contrôle final et expédition
- Phase du processus n° 10 Maîtrise des outils de calcul et de déclaration des caractéristiques des colis
- Phase du processus n° 11 Maîtrise du produit non conforme et actions correctives
- Phase du processus n° 12 Surveillance / Qualité

Les documents relatifs à cette LDA sont disponibles sur ICEDA.