



Direction de l'énergie nucléaire
Département de support technique et gestion
Service technique et logistique

Référence	Indice	Page
STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	7	1 / 53
Classement 1	EAU	
Classement 2	HYDROLOGIE	
Thème (s)	INONDATION	
Affaire		

Titre du document :

RISQUE D'INONDATION EXTERNE INB 24 CABRI

CEA/DEN/CAD/DSTG/STL
DO 1241 02/10/14



diffusé le : 02/10/14

Champ d'application et résumé :

Ce document est une mise à jour de l'étude du risque d'inondation externe pour l'installation CABRI. Elle tient compte du Guide ASN paru en 2013 et des travaux réalisés sur l'installation entre 2010 et 2013.

Destinataires internes CEA	Destinataires externes CEA
Chef d'installation de l'INB CABRI : E. FONTANAY CI suppléant : A. MOREAU DEN/CAD/DER/SRES : L. QUEFFURUST C. MOTUELLE STL STL/GFDE STL/GFDE : L. KATEB	

Historique des évolutions d'indice

Indice	Date	Commentaires
1 (A)	28/02/2008	Version originale
2 (B)	24/04/2008	Ajout d'un paragraphe
3 (C)	20/05/2008	Modifications suite aux remarques de l'IRSN + Récupération de plans récents
4 (D)	15/02/2013	Mise à jour de l'étude en raison de travaux et prise en compte du Projet de Guide ASN
5	12/03/2013	Prise en compte des remarques de l'installation
6	05/07/2013	Prise en compte des remarques suite à visite après la fin des travaux
7	24/09/2014	Prise en compte des remarques suite à visite de l'IRSN le 25 novembre 2013 (CRR réf DER/SRES/DIR DO 72 du 11/02/2014)

Nom	L. KATEB	P. AMPHOUX / A. MOREAU (DER/SRES)	H. MASSIT
Visa			
	RÉDACTEUR	VÉRIFICATEURS	APPROBATEUR

En l'absence d'accord ou de contrat, la diffusion des informations contenues dans ce document auprès d'un organisme tiers extérieur au CEA est soumise à l'accord du Directeur de la Direction de l'Énergie Nucléaire.

Cadre de réalisation du document.

Durée d'archivage : voir tableau de gestion

CLASSIFICATION

DR	CC	CD	SD	sans
☐	☐	☐	☐	☒

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Cadarache – DSTG/STL - Bâtiment 112 - 13108 Saint-Paul-lez-Durance Cedex
Tél : (33) 04 42 25 27 21 - Fax : (33) 04 42 25 47 57 – Messagerie : stl.cad@cea.fr

Etablissement public à caractère industriel et commercial
R.C.S. PARIS B 775 685 019

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 2 / 53
--	--	-------------	----------------

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	4
2	REFERENTIELS D'ETUDE	4
2.1	DOCUMENTS DE REFERENCE.....	4
2.2	PLUIE DE REFERENCE	4
3	METHODOLOGIE.....	5
4	PRESENTATION DE L'INSTALLATION CABRI.....	6
4.1	PERIMETRE DE L'ETUDE.....	6
4.2	DONNEES D'ENTREE	7
4.3	SITUATIONS DE REFERENCE POUR LE RISQUE D'INONDATION (SRI).....	7
5	APPROCHE QUANTITATIVE DU RISQUE PLUVIAL	8
5.1	RISQUE DE DEBORDEMENT DU RAVIN DE LA BETE.....	8
5.2	RISQUE PLUVIAL AMONT	8
5.3	RUISSELLEMENT PROPRE A L'INSTALLATION	11
5.4	CONCLUSION SUR LES DEBITS A EVACUER	11
6	ANALYSE DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES	12
6.1	OSSATURE DU RESEAU PLUVIAL.....	12
6.2	CAPACITES D'EVACUATION.....	14
6.2.1	<i>Réseaux amont</i>	<i>14</i>
6.2.2	<i>Bassin de rétention</i>	<i>16</i>
6.2.3	<i>Canalisation principale</i>	<i>16</i>
6.2.4	<i>Réseaux secondaires.....</i>	<i>18</i>
6.2.5	<i>Descentes pluviales.....</i>	<i>23</i>
6.3	ANALYSE DU DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES.....	29
7	GESTION DU RUISSELLEMENT DE SURFACE.....	30
7.1	SENS PREFERENTIELS D'ECOULEMENT DE SURFACE	30
7.2	POINTS POTENTIELS D'ENTREES D'EAU DE RUISSELLEMENT DANS LES BATIMENTS	32
7.3	SCENARIO 1 = EVACUATIONS OBSTRUEES	39
7.4	SCENARIO 2 = PLUIE EXCEPTIONNELLE	48
7.5	ACTIONS ET MESURES PREVENTIVES.....	49
7.5.1	<i>Synthèse des travaux réalisés entre 2010 et 2013.....</i>	<i>49</i>
7.5.2	<i>Dispositions préventives</i>	<i>50</i>
8	CONCLUSION	51
8.1	MARGES DISPONIBLES	51
8.2	CONCLUSION	51

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 3 / 53
--	--	-------------	----------------

ILLUSTRATIONS

Figure 1 Comparaison de la pluie centennale de Montana par rapport à la pluviométrie issue des données Météo France en prenant les bornes supérieures à 70% de l'intervalle de confiance	5
Figure 2 Localisation de l'INB Cabri sur Cadarache.....	6
Figure 3 Périmètre de l'installation CABRI	7
Figure 4 Plan et implantations de l'installation INB 24 CABRI sur le bassin versant	9
Figure 5 Infrastructures hydrauliques	13
Figure 6 Photos du réseau pluvial à l'aval du talus artificiel de l'installation	14
Figure 7 Réseaux secondaires de l'installation CABRI	18
Figure 8 Chemins de câbles	20
Figure 9 Position des portes d'accès au bâtiment et des grilles pluviales (coté ouest)	21
Figure 10 Position des portes d'accès au bâtiment 222 (coté est).....	22
Figure 11 Découpage de la toiture du bâtiment 222 en terrasses	23
Figure 12 Connexions entre les terrasses 2, 3 et 4	24
Figure 13 Gravillons dans l'une des boîtes à eau de la terrasse n°2	24
Figure 14 Terrasses 3, 4 et 5.....	25
Figure 15 Trop-pleins de la terrasse n°8	26
Figure 16 Bâtiment 233.....	28
Figure 17 Bâtiment 287.....	28
Figure 18 Sens d'écoulement préférentiels	31
Figure 19 Portes 4E.....	32
Figure 20 Porte camion.....	32
Figure 21 Porte 9E.....	33
Figure 22 Porte 7E.....	33
Figure 23 Grilles d'aération.....	34
Figure 24 Porte 10E.....	34
Figure 25 Grille d'aération	35
Figure 26 Porte 1E.....	35
Figure 27 Porte 11E.....	36
Figure 28 Porte 2E.....	36
Figure 29 Porte 3E.....	37
Figure 30 Porte 6E.....	38
Figure 31 Portes d'accès au vestiaire.....	38
Figure 32 Carte inondation – accumulation de 10 cm d'eau au dessus de la grille	40
Figure 33 Carte inondation – accumulation de 20 cm d'eau au dessus de la grille	41
Figure 34 Carte inondation – accumulation de 30 cm d'eau au dessus de la grille	42
Figure 35 Carte inondation – accumulation de 100 cm d'eau au dessus de la grille	43
Figure 36 Plan de projet de la réalisation d'un second exutoire pluvial	50
Tableau 1 Vitesse de ruissellement en fonction de la pente (Techniques de l'Ingénieur)	10
Tableau 2 Valeurs de coefficient de Strickler (Techniques de l'Ingénieur)	15
Tableau 3 Valeurs du coefficient de la formule de Bazin (Techniques de l'ingénieur).....	17
Tableau 4 Capacité d'évacuation de la canalisation principale	17
Tableau 5 Capacités d'évacuation des réseaux secondaires	19
Tableau 6 Stockage en toiture pour une pluie centennale sur 6 min	27

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 4 / 53
--	--	-----------------	--------------------

1 PREAMBULE

Ce document est une mise à jour de l'étude du risque d'inondation externe pour l'installation CABRI. Elle tient compte du Guide ASN paru en 2013 et des travaux réalisés sur l'installation entre 2010 et 2013.

2 REFERENTIELS D'ETUDE

2.1 DOCUMENTS DE REFERENCE

L'ensemble des formules et valeurs numériques exprimées par la suite est issue de l'instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations (**Circulaire interministérielle n° 77-284/INT du 22 juin 1977**) et des Techniques de l'ingénieur relatives à l'assainissement des agglomérations (**N° C 4 200 de 1985**).

Afin de rester cohérent avec les critères de dimensionnement des infrastructures hydrauliques du Centre, les débits évalués seront des débits d'occurrence centennale. La présente note tient compte des préconisations du **Guide ASN n°13 relatif à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes (Version du 08/01/2013)**.

Pour les toitures, on se référera principalement au **DTU 60.11** relatif aux règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales (cf. tableaux en Annexe 1).

2.2 PLUIE DE REFERENCE

L'analyse du risque pluvial repose sur l'utilisation de la pluie décennale de Montana pour la Région III définie dans l'Instruction Technique de 1977 à partir des coefficients a et b selon la formule suivante :

$$i = a \times t^b$$

Avec :

i : intensité de la pluie en mm/min

t : durée de la période intense en min

Pour la région de Cadarache (région Sud-Est), les valeurs de a et b (sans unités) sont les suivantes :

$$a = 6,1$$

$$b = -0,44$$

L'étude climatologique du site de Cadarache par Météo France (décembre 2005) donne les résultats de l'exploitation statistique des mesures pluviométriques relevées en diverses stations pour la caractérisation de la pluie centennale.

En appliquant un coefficient multiplicateur égal à 2 pour passer de la pluie décennale Montana à la pluie centennale, on obtient la courbe représentée ci-dessous.

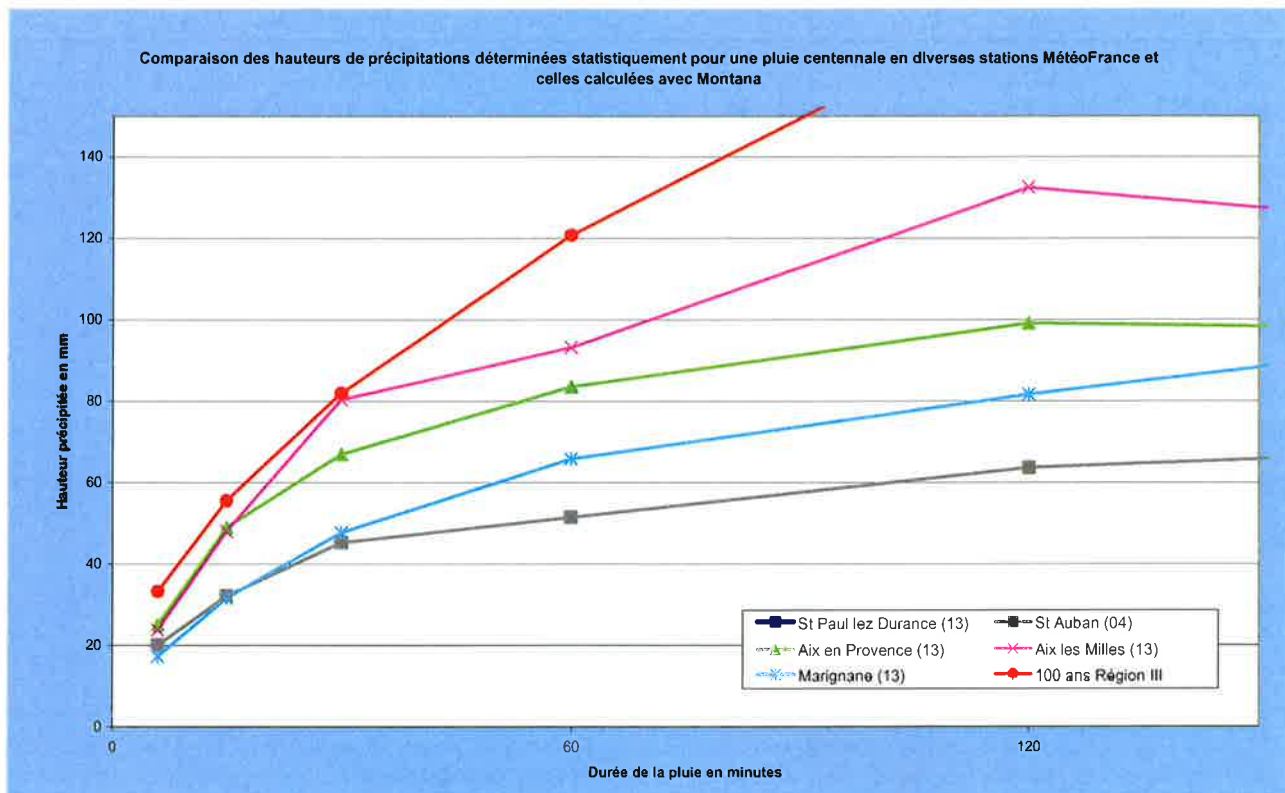


Figure 1 Comparaison de la pluie centennale de Montana par rapport à la pluviométrie issue des données Météo France en prenant les bornes supérieures à 70% de l'intervalle de confiance

La pluie centennale de Montana Région III (en rouge) apparaît comme étant majorante par rapport à la pluviométrie au niveau des stations Météo France les plus proches du centre de Cadarache. Etant donné les faibles temps de concentration sur les installations (de l'ordre de 5-15 min en général), on considère que le calcul est conservatif.

En approchant par le calcul la borne supérieure à 95%, la pluie centennale Montana Région III reste majorante pour toutes les stations considérées hormis pour la station d'Aix les Milles sur 30 min.

3 METHODOLOGIE

Cette étude comporte plusieurs étapes :

- l'évaluation des débits issus du ruissellement des eaux pluviales suite à un événement pluvieux d'occurrence centennale,
- le calcul des capacités d'évacuation des infrastructures hydrauliques mises en place autour de l'installation et en toiture,
- la vérification de l'adéquation entre les débits à évacuer et le dimensionnement des ouvrages existants,
- l'analyse des points d'entrée d'eau, des chemins préférentiels du ruissellement de surface et des dispositions prises pour limiter le risque d'inondation.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 6 / 53
--	--	-------------	----------------

Les hypothèses de calcul de départ sont basées sur l'Instruction Technique de 1977 (IT 77). Ainsi, le calcul de la pluie utilise la formule de MONTANA région III, avec une occurrence centennale. Ce modèle est conforme au guide ASN n°13 relatif à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes.

Pour le calcul des capacités d'évacuation des canalisations, la formule de Manning-Strickler est issue de l'IT 77, de même que la formule rationnelle pour les débits de ruissellement, préconisée dans le guide ASN n°13.

4 PRESENTATION DE L'INSTALLATION CABRI

4.1 PERIMETRE DE L'ETUDE

L'installation CABRI est positionnée en rive gauche du bassin versant du Ravin de la Bête qui traverse le Centre de Cadarache d'Est en Ouest le long de la route des Piles. L'INB est située sur un bassin versant annexe. La cote NGF moyenne de l'INB est de 327 m.

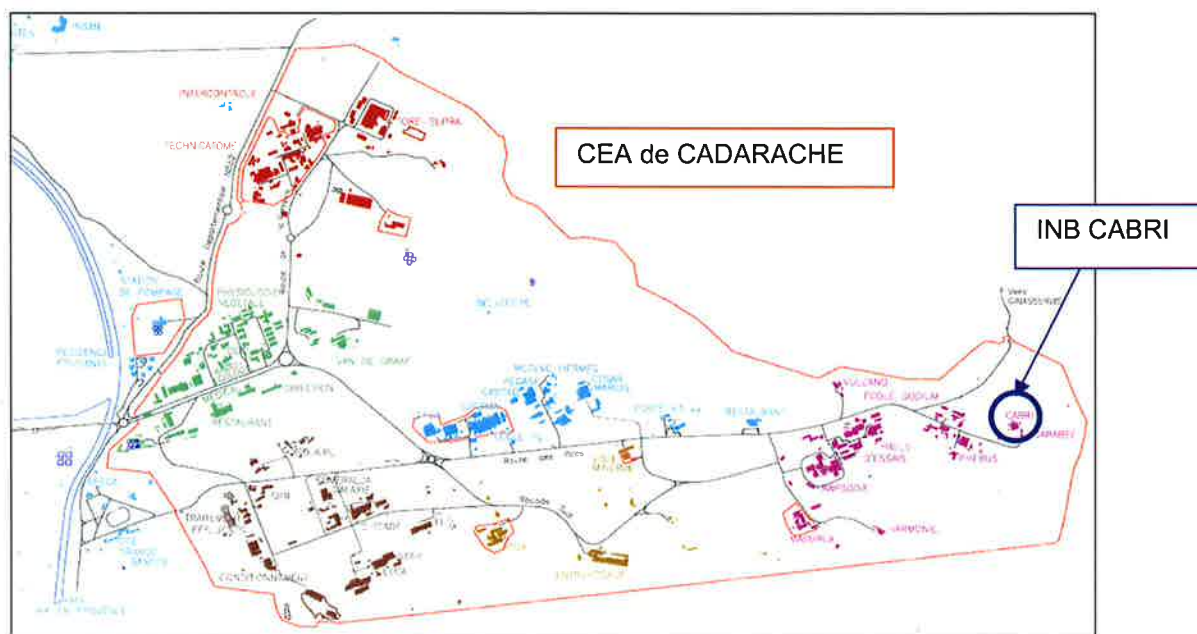


Figure 2 Localisation de l'INB Cabri sur Cadarache

L'étude concerne les bâtiments 222, 287, 787, 235, 233 et 788.

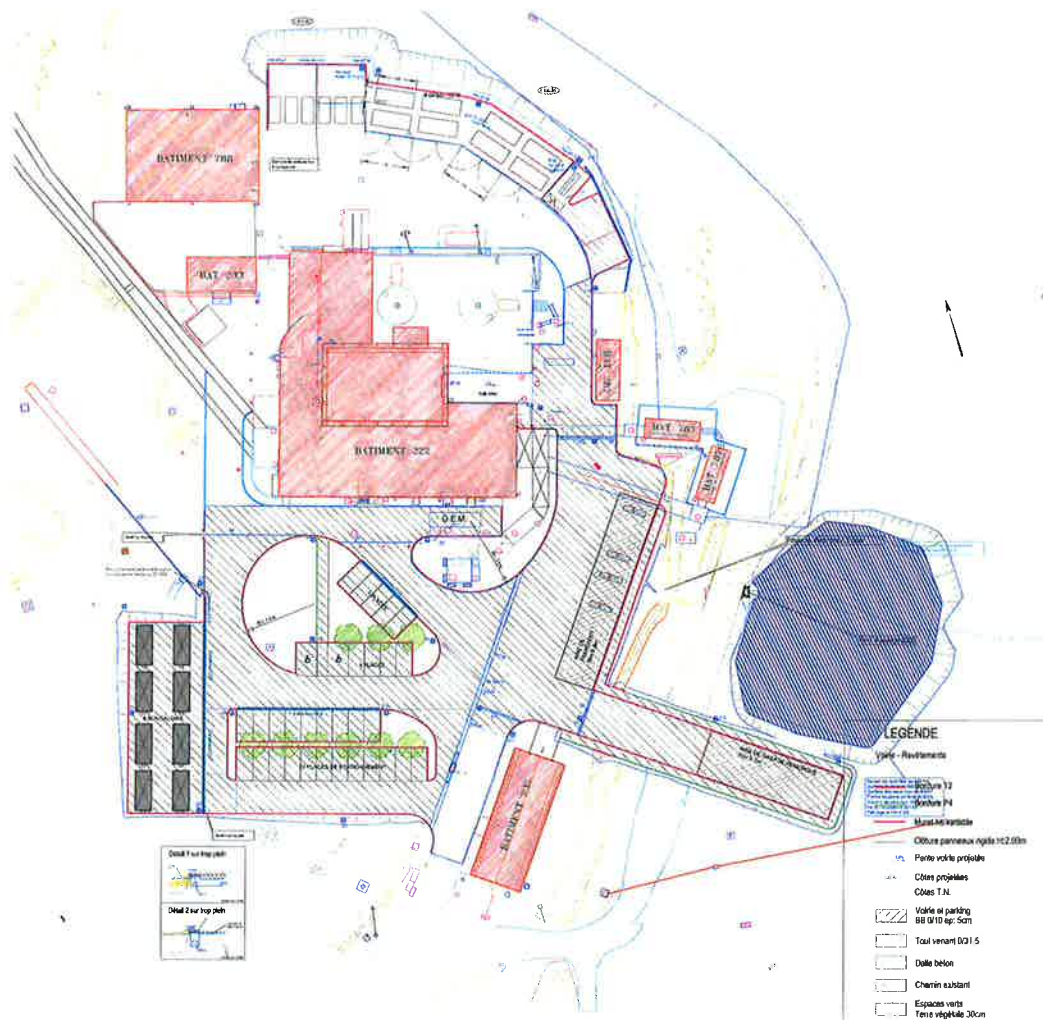


Figure 3 Périmètre de l'installation CABRI

4.2 DONNEES D'ENTREE

Plans TQC des travaux :

- 222 FU 1420 DP 11.026.001 Indice 11 du 21/11/2012
- 222 FU 1420 DP 11.026.002 Indice 11 du 21/11/2012

4.3 SITUATIONS DE REFERENCE POUR LE RISQUE D'INONDATION (SRI)

Conformément à la méthodologie des RFS inondation, l'étude tient compte des Situations de Référence pour le risque Inondation (SRI) suivantes :

- Débordement du Ravin de la Bête,
- Crue du bassin versant amont,
- Eaux pluviales de l'INB.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 8 / 53
--	--	-----------------	--------------------

Nota :

- 1) La proximité de la Durance est sans impact en cas de crue extrême pour l'installation.
- 2) La remontée de nappe ainsi que la rupture d'ouvrages ne sont pas traitées dans la présente étude.
- 3) La rupture de barrage :

Conformément aux dispositions de l'arrêté du 1^{er} décembre 1994 en application du décret n° 92-997 du 15 septembre 1992, EDF a établi des mémoires relatifs à l'onde de submersion liée à la rupture des barrages de la Durance et du Verdon. Ces mémoires ont reçu fin 1999 l'avis favorable du Comité Technique Permanent des barrages (CTPB) pour l'établissement des Plans Particuliers d'Intervention (PPI) des ouvrages.

Les calculs ont été effectués en prenant les conditions les plus défavorables qui correspondent à une onde de submersion se propageant sur lit sec.

La cote maximale atteinte serait de 265 m NGF. L'INB CABRI, qui se trouve au-dessus de cette cote (environ 327 m NGF), ne serait pas touchée par l'onde de submersion. En cas de rupture de l'un des barrages du Verdon, la cote atteinte par l'onde de submersion est nettement inférieure (254 m NGF pour Sainte-Croix et 250 m NGF pour Esparron / Gréoux).

Le risque peut être écarté.

- 3) La rupture des réservoirs d'eau potable est sans impact pour l'installation Cabri.

5 APPROCHE QUANTITATIVE DU RISQUE PLUVIAL

5.1 RISQUE DE DEBORDEMENT DU RAVIN DE LA BÊTE

L'étude hydrologique générale du Ravin de la Bête (réf. 115 EAU PFX NT 04000443) a évalué les débits d'occurrence centennale en différents points stratégiques de ce dernier. Le point de rejet de l'INB CABRI dans le Ravin de la Bête est situé au niveau du point B, au croisement de la route des Piles et de la route de Ginasservis. Le débit d'occurrence centennale y est estimé à 12 m³/s. A partir du profil en travers du Ravin de la Bête en ce point, la hauteur d'eau correspondante à ce débit a été évaluée à 1,3 m. Avec un fil d'eau à la cote 320 m NGF, la zone potentiellement inondable est située à une cote maximale de 321,3 m NGF.

Avec une cote NGF de l'ordre de 327 m, l'installation INB 24 CABRI est alors située hors de la zone inondable générée par le débordement du lit mineur du Ravin de la Bête.

5.2 RISQUE PLUVIAL AMONT

Pour quantifier le risque amont, il faut évaluer le débit d'occurrence centennale arrivant au droit de l'installation et le comparer aux capacités d'évacuation des infrastructures hydrauliques de l'installation.

L'analyse topographique doublée d'une visite de terrain nous amène à considérer trois bassins versants amont distincts :

- un bassin A dont le ruissellement est drainé par le vallon naturel,
- un bassin B dont le ruissellement est drainé par un caniveau naturel
- un bassin C dont le ruissellement est drainé par un caniveau en béton

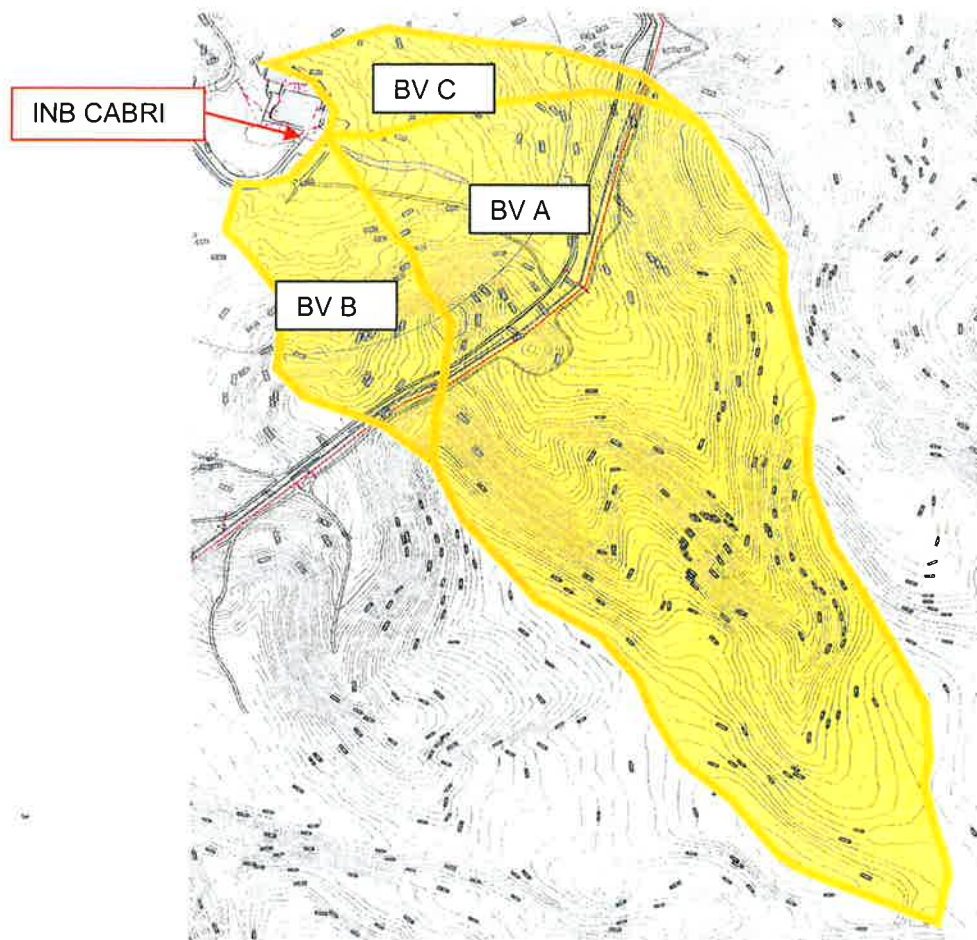


Figure 4 Plan et implantations de l'installation INB 24 CABRI sur le bassin versant

* **Le bassin versant A** de superficie (S) de 33,06 ha. Le bassin est orienté depuis le sud-est vers le nord-ouest de la côte 409 m NGF à la côte 329 m NGF. Le chemin hydraulique (L) est de 1250 m. Le calcul de la pente moyenne donne 6,4%.

Par la méthode rationnelle (méthode la plus adaptée à un bassin versant végétalisé de petite taille), on obtient une évaluation du débit d'occurrence de retour décennale au point amont par la formulation suivante :

$$Q_{10} = K \times C \times i \times S$$

avec :

Q_{10} : Débit d'occurrence décennale exprimé en m³/s

K : Coefficient de retard $K = S^{-\frac{1}{8}}$

C : Coefficient de ruissellement, pris égal à 0,1 car l'ensemble du bassin versant est constitué de surfaces naturelles boisées ou enherbées. C'est la valeur usuelle donnée pour les zones forestières.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 10 / 53
--	--	-------------	-----------------

Bien que certaines zones ne soient pas très végétalisées, le substratum calcaire à forte perméabilité de fracture limite le ruissellement et la valeur de 0,1 n'est pas minorante. (cf. Figure 6 : Absence de traces de ruissellement et présence d'arbres dans le lit du vallon naturel à l'aval de l'installation CABRI).

i : Intensité de la pluie en $m^3/s/ha$

L'intensité de la pluie en $m^3/s/ha$ est donnée par la relation suivante :

$$i = \frac{a \times t_c^b}{6}$$

Pour la région de Cadarache (région Sud-Est), les valeurs de a et b (sans unités) sont les suivantes :

$$a = 6,1$$

$$b = -0,44$$

Pour les bassins non canalisés de petite surface, le temps de concentration t_c est calculé de la façon suivante :

$$t_c = \frac{L}{V_{\text{strickler}}}$$

où L est le chemin hydraulique en m et $V_{\text{strickler}}$ est définie par les Techniques de l'Ingénieur.

Pente	Vitesse
m/m	m/s
0,002	0,05
0,005	0,1
0,01	0,5
0,04	1
0,1	1,5

Tableau 1 Vitesse de ruissellement en fonction de la pente (Techniques de l'Ingénieur)

Avec une pente de 6,4%, on prend une vitesse de ruissellement égale à 1,24 m/s.

A partir des expressions précédentes, l'évaluation du débit d'occurrence décennale donne un temps de concentration de 16,8 minutes et un débit de :

$$Q_{10\ BV_A} = 0,63 m^3 / s$$

Le passage au débit d'occurrence centennale se fait par l'application d'un coefficient multiplicateur, ce qui donne alors :

$$Q_{100\ BV_A} = 2 \times Q_{10} = 1,25 m^3 / s$$

*** Le bassin versant B** de superficie (S) de 5,21 ha. Le bassin est orienté depuis le sud-est vers le nord-ouest de la côte 394 m NGF à la côte 329 m NGF. Le chemin hydraulique (L) est de 430 m. Le calcul de la pente moyenne donne 15,1 %.

On applique la méthode rationnelle de même que pour le bassin versant A. Le temps de concentration est fixé à 5 min (borne inférieure de validité de la formule de Montana). On obtient :

$$Q_{100\ BV_B} = 2 \times Q_{10} = 0,39 m^3 / s$$

*** Le bassin versant C** de superficie (S) de 3,01 ha est orienté depuis le Nord-est vers le sud-ouest, de la côte 383 m NGF à la côte 329 m NGF. Le chemin hydraulique (L) est de 400 m, ce qui donne une pente de 13,5%.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 11 / 53
--	--	-------------	-----------------

On applique la méthode rationnelle de même que pour les bassins versants A et B. Le temps de concentration est fixé à 5 min (borne inférieure de validité de la formule de Montana). On obtient :

$$Q_{100\ BV_C} = 2 \times Q_{10} = 0,24\text{m}^3 / \text{s}$$

5.3 RUISSELLEMENT PROPRE A L'INSTALLATION

Les infrastructures hydrauliques doivent évacuer les débits des bassins versants amont mais aussi les eaux de ruissellement des surfaces imperméabilisées de l'installation.

Afin de prendre en compte l'ensemble des surfaces imperméabilisées (toiture, voiries, caniveaux), la surface totale de celle-ci sera prise égale à 0,651 ha.

Pour le temps de concentration, on prend la borne inférieure de validité de la formule de Montana : 5 min. En effet, dans le cas de l'INB, le temps de concentration réel est de l'ordre de quelques minutes seulement.

A partir des formules exposées ci-dessus et en appliquant un coefficient de ruissellement de 0,9 (pour les surfaces imperméabilisées), le débit d'occurrence centennale à évacuer au niveau de l'installation est de :

$$Q_{100\ INB} = 2 \times Q_{10} = 0,57\text{m}^3 / \text{s}$$

5.4 CONCLUSION SUR LES DEBITS A EVACUER

a) Hypothèse majorante

Le débit total à évacuer lors d'une pluie d'occurrence centennale est :

$$Q_{100_total} = Q_{100\ BV_A} + Q_{100\ BV_B} + Q_{100\ BV_C} + Q_{100\ INB} = 2,46\text{m}^3 / \text{s}$$

On considère ici une hypothèse majorante du débit : les pointes de débit se superposent, ce qui n'est pas le cas dans la réalité puisque les temps de concentration sont différents. Cette hypothèse est peu réaliste.

b) Hypothèse la plus réaliste

Dans l'Instruction Technique de 1977, il est écrit au paragraphe 2.2 que : « *Le cumul pur est simple des débits en provenance respectivement de la zone urbanisée et de la zone non urbanisée extérieure, conduit à des résultats excessifs. La situation respective des deux bassins, tant au point de vue géographique que topographique, influe notablement sur la formation du débit de pointe. La durée de l'averse qui contribue à la formation du débit de pointe de l'ensemble formé par le bassin urbanisé et le ou les bassins non urbanisés extérieurs est beaucoup plus grande que celle qui concourt au débit de pointe de la zone urbanisée seule. Etant donnée la rapide décroissance de l'intensité moyenne de l'averse lorsque sa durée augmente, le débit de pointe de la zone urbanisée peut être supérieur au débit de pointe de l'ensemble des bassins ; il conviendra donc de calculer séparément les débits de chacun des bassins considérés isolément et de retenir le plus fort des débits trouvés.* »

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 12 / 53
--	--	-------------	-----------------

Si l'on somme les débits des bassins versants ayant des temps de concentration similaires : BV_B, BV_C et INB, on calcule ensuite la pointe du débit de ruissellement comme suit :

$$Q_{100_total} = \text{Max}(Q_{100BV_A}, \underbrace{Q_{100BV_B} + Q_{100BV_C} + Q_{100INB}}_{1,21 \text{ m}^3/\text{s}}) = 1,25 \text{ m}^3 / \text{s}$$

6 ANALYSE DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES

6.1 OSSATURE DU RESEAU PLUVIAL

A partir du plan des réseaux de l'installation et des visites sur site, nous avons établi un schéma de principe des infrastructures hydrauliques permettant d'évacuer les différents débits évalués au paragraphe précédent.

Un bassin de rétention intercepte les eaux de pluie du vallon naturel (BV A) avec le débit de fuite d'un DN200. Les caniveaux pluviaux périphériques existants interceptent les eaux de ruissellement des bassins versants amont respectifs (BVs B et C).

Ensuite la totalité de ces eaux se rejette dans un décanteur commun situé en amont d'une buse pluviale enterrée en DN1000 : le collecteur pluvial principal.

Les gouttières ainsi que les réseaux secondaires de l'installation sont également raccordés sur la buse en DN1000 qui traverse le site.

Par ailleurs, un second exutoire a été créé en 2012 afin d'évacuer les eaux de pluie en cas d'accumulation à l'ouest de l'installation (cf. Figure 36 Plan de projet de la réalisation d'un second exutoire pluvial).

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 14 / 53
--	--	-------------	-----------------



Figure 6 Photos du réseau pluvial à l'aval du talus artificiel de l'installation

6.2 CAPACITES D'EVACUATION

6.2.1 Réseaux amont

L'analyse de la capacité d'évacuation d'un caniveau ou d'un vallon se fait à partir de la formule de Manning Strickler :

$$Q_{Strickler} = V_{Strickler} \times S_h = K_s \times R_h^{2/3} \times I^{1/2} \times S_m \text{ en m}^3/\text{s}$$

Avec :

- K_s : coefficient de Strickler (sans unités)
- R_h : rayon hydraulique en m
- I : pente en %
- S_m : surface mouillée en m².

Tableau 2 – Valeurs du coefficient k de la formule $V = kR^{2/3} I^{1/2}$ (avec V en m/s et R en m)		
Parois	Bon état	Mauvais état
Très lisses (ciment lisse)	100	77
Enduit ciment. Bois non raboté	91	67
Béton	83	56
Maçonnerie correcte	77	59
Maçonnerie grossière	59	33
Aqueduc métallique lisse	91	67
Aqueduc tôle ondulée	45	31
Terre unie	40	33
Terre irrégulière	29	22
Terre envahie de végétaux.....	25	20

Tableau 2 Valeurs de coefficient de Strickler (Techniques de l'Ingénieur)

*** Vallon naturel**

Le débit maximum admissible dans le vallon naturel est approché par la formule de Manning Strickler en prenant un coefficient de Strickler de 20 et une pente moyenne de 4,6%. La section d'écoulement a été assimilée à un trapèze de grande base 4m ; de petite base 3m et de hauteur : 50 cm ; ce qui donne : 4,05 m³/s.



*** Caniveaux**

Le débit maximum admissible dans le caniveau naturel est approché par la formule de Manning Strickler en prenant un coefficient de Strickler de 30 et une pente à l'aval de 3%. La section d'écoulement a été assimilée à un trapèze de grande base 1,4m ; de petite base 65cm et de hauteur : 35 cm ; ce qui donne : 0,67 m³/s.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 16 / 53
--	--	-----------------	---------------------

Le débit maximum admissible dans le caniveau bétonné est approché par la formule de Manning Strickler en prenant un coefficient de Strickler de 60 et une pente à l'aval de 2 %. La section d'écoulement a été assimilée à un trapèze de grande base 88 cm ; de petite base 10 cm et de hauteur : 65 cm ; ce qui donne : 0.92 m³/s.



On considère ici des pentes inférieures aux pentes moyennes des bassins versants considérés ce qui donne des capacités d'évacuation plus défavorables. Le coefficient de Strickler de 60 correspond à un mauvais état du béton, or ce n'est pas le cas en réalité mais c'est plus pénalisant pour les calculs.

6.2.2 Bassin de rétention

Un bassin de rétention a été aménagé pour intercepter les eaux pluviales du bassin versant A. Il a une capacité de 600 m³ atteinte à la cote 328,51 m NGF. Le fil d'eau de l'exutoire est à 327,55 m NGF. Un DN200 permet la vidange du bassin avec un débit de fuite d'au maximum 0,07 m³/s (à pleine charge du bassin).

Le bassin a été dimensionné pour écrêter la pointe de débit centennal sur 6 min (minimum) provenant du bassin versant amont A. Sachant que le temps de concentration de ce bassin versant est déjà 3 fois plus important que celui des BVs B, C et de l'INB, le bassin garantit donc qu'il n'y aura pas de cumul des pointes de débit.

Le bassin d'orage a été dimensionné sur la base du débit de pointe centennal du BV A = 1,25 m³/s, compte tenu du fait que les BV B et C ont des temps de concentration proches de 5 min, que le BV A a un temps de concentration de l'ordre de 17 min et que le cumul des débits centennaux des BV B et C reste inférieur au débit centennal du BV A.

Le bassin peut stocker environ 8 min du débit de pointe centennal du BV A. Les débits de ruissellement à l'exutoire du BV A sont donc fortement écrêtés grâce au bassin d'orage, sans que cela soit cependant pris en compte dans la vérification du dimensionnement du réseau d'évacuation de l'installation.

6.2.3 Canalisation principale

Le dimensionnement de la canalisation principale a été vérifié par deux formules : celle de Strickler (cf. 4.2.2 a)), celle de Bazin :

$$Q = 87 * \frac{\sqrt{(R_h I)}}{1 + (\gamma / \sqrt{R_h})} \times S \text{ en m}^3/\text{s}$$

Avec :

- R_h : rayon hydraulique en m
- I : pente à 0,95% sur le DN1000 existant (On suppose que la pente de la canalisation correspond à la pente du terrain.)
- S : section mouillée en m²

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 17 / 53
--	--	-------------	-----------------

Tableau 1 – Valeurs du coefficient γ de la formule de Bazin
(avec R en m)

Parois	γ
Très unies (ciment, bois)	0,06
Unies (planches, briques, pierre de taille)	0,16
Unies en ciment (en service depuis plus de 20 ans) .	0,20
Maçonnerie de moellons.....	0,46
De nature mixte (terres très régulières, perrés)	0,85
Terre ordinaire	1,30
Terre de résistance exceptionnelle (galets, herbes) .	1,75

Tableau 3 Valeurs du coefficient de la formule de Bazin (Techniques de l'ingénieur)

- En pratique, on prend $\gamma = 0,46$ pour un réseau pluvial moyen et 0,3 pour un réseau bien entretenu

Résultats

Formule de Strickler	Qmax (m ³ /s)
k = 70	2,29
k = 60	1,96
k = 50	1,63
Formule de Bazin	Qmax (m ³ /s)
$\gamma = 0,3$	2,24
$\gamma = 0,46$	1,88

Tableau 4 Capacité d'évacuation de la canalisation principale

L'hypothèse retenue pour l'estimation de la capacité du DN1000 est le débit calculé par la formule de Strickler pour du béton très moyen, soit **1,96 m³/s**, ce qui correspond approximativement au résultat obtenu par la formule de Bazin avec un coefficient γ de 0,46.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 18 / 53
--	--	-------------	-----------------

6.2.4 Réseaux secondaires

Les réseaux pluviaux secondaires ont été représentés (en rose) sur la figure ci-dessous :

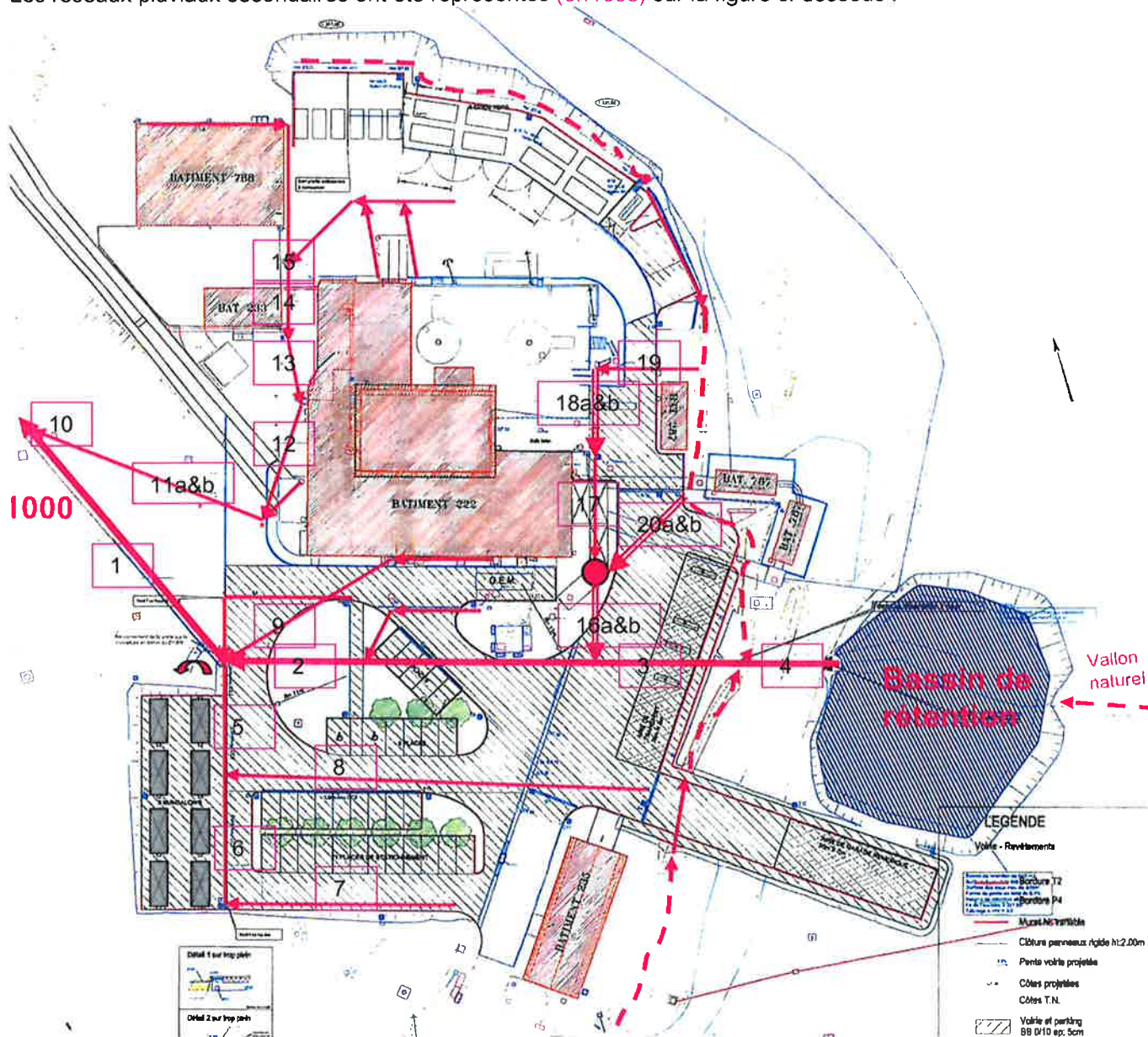


Figure 7 Réseaux secondaires de l'installation CABRI

Le calcul des capacités d'évacuation des réseaux secondaires les plus pénalisants est présenté ci-dessous :

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 19 / 53
--	--	-------------	-----------------

	Diamètre (mm)	Remplissage	Strickler	Pente (m/m)	Vitesse (m/s)	Débit Strickler (m³/s)
1	1000	95%	60	0,0136	3,0	2,34
2	1000	95%	60	0,0060	2,0	1,56
3	1000	95%	60	0,0060	2,0	1,56
4	800	95%	60	0,0017	0,9	0,45
5	500	95%	80	0,0100	2,2	0,42
6	500	95%	80	0,0050	1,5	0,30
7	315	95%	80	0,0200	2,3	0,17
8	315	95%	80	0,0100	1,6	0,12
9	300	95%	60	0,0075	1,0	0,07
10	300	95%	60	0,0100	1,2	0,08
11a	250	95%	60	0,0377	2,0	0,10
11b	300	95%	60	0,0377	2,3	0,16
12	300	95%	60	0,0039	0,7	0,05
13	300	95%	60	0,0788	3,3	0,23
14	300	95%	60	0,0484	2,6	0,18
15	300	95%	60	0,0152	1,4	0,10
16a	300	95%	60	0,0100	1,2	0,08
16b	300	95%	60	0,0100	1,2	0,08
17	250	95%	60	0,0045	0,7	0,03
18a	150	95%	60	0,0100	0,7	0,01
18b	150	95%	60	0,0100	0,7	0,01
19	200	95%	60	0,0100	0,9	0,03
20a	200	95%	60	0,0077	0,8	0,02
20b	200	95%	60	0,0077	0,8	0,02

Tableau 5 Capacités d'évacuation des réseaux secondaires

Lorsque la pente n'est pas connue, une valeur minimale de 1% a été considérée (valeurs en gris dans le tableau ci-dessus).

Les réseaux pluviaux secondaires présentent globalement une capacité d'évacuation croissante de l'amont vers l'aval. Un point limitant a été identifié pour le réseau n°12. Il arrive en chute dans le regard aval, ce qui explique probablement sa faible pente et donc sa faible capacité d'évacuation.

Un découpage grossier de la plateforme imperméabilisée en 3 sous-bassins versants et un calcul des débits pluviaux associés montre que :

- la branche 15-14-13-12-11-10 est correctement dimensionnée pour la pluie centennale, hormis le tronçon n°12.
- la branche 7-6-5 est correctement dimensionnée pour la pluie centennale
- la branche 19-18-17-16 présente des tronçons insuffisants pour la pluie centennale.

Ainsi un évènement centennal va générer des débordements côté est de l'installation avec un ruissellement jusqu'au point bas.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 20 / 53
--	--	-------------	-----------------

COTE OUEST :

Il peut y avoir également un débordement au niveau du réseau n°12, ce qui peut donner lieu à une infiltration d'eau de pluie dans le bâtiment soit par les chemins de câbles, soit par les accès les plus proches au bâtiment 222.

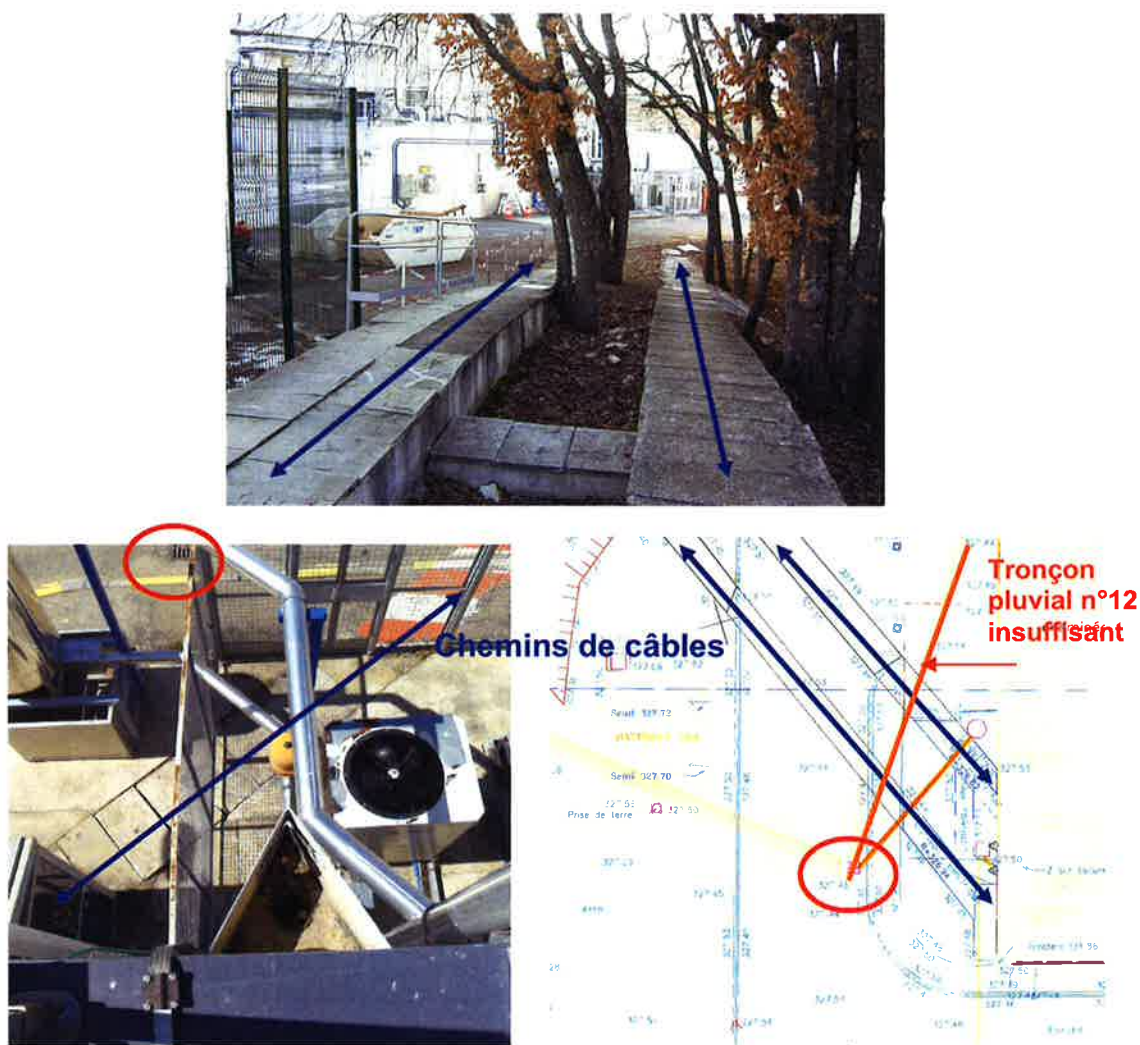


Figure 8 Chemins de câbles

D'un point de vue topographique, la plateforme est quasi plane autour de la grille. Il y a un léger trottoir à cet endroit entre la voirie et le bâtiment 222. Les portes P11E, P1E, P3E et P2E sont les plus proches.

Au bout de 5 cm d'eau sur la voirie, la lame d'eau va se déverser vers le terrain naturel à l'ouest du bâtiment 783. Mais une partie du ruissellement va venir s'accumuler devant les deux grandes grilles en face de la porte 1^E. La pente de la voirie a été inversée en 2012. Au lieu de s'accumuler devant la porte 1^E, l'eau va ruisseler vers les grilles et donc va s'éloigner du bâtiment pour se déverser ensuite au sud de la plateforme.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 21 / 53
--	--	-------------	-----------------

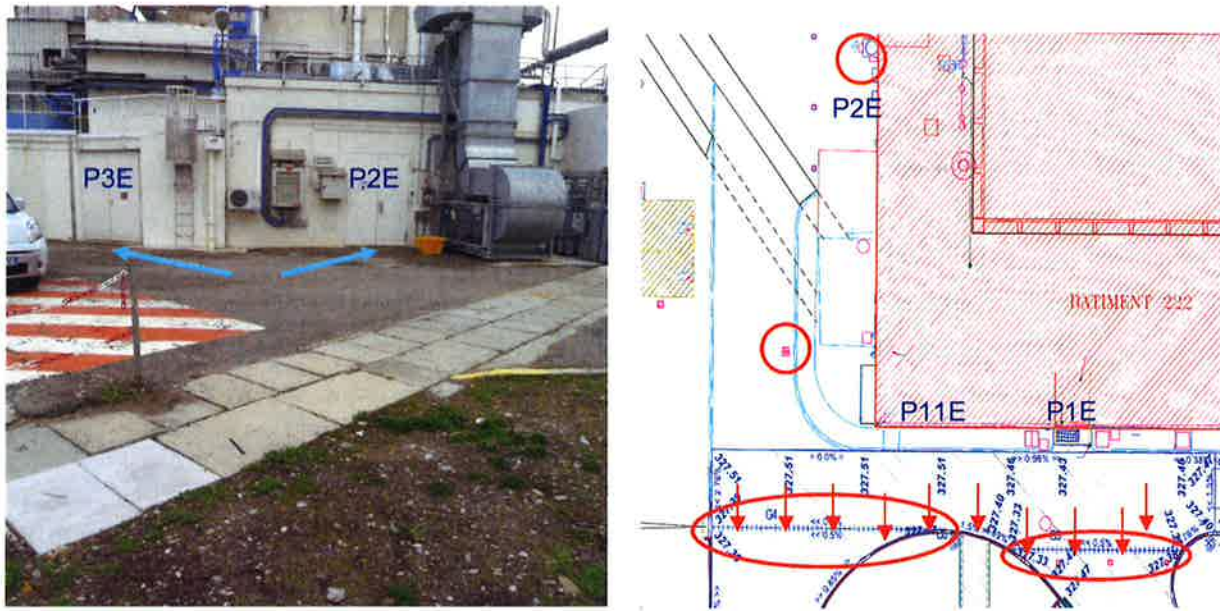


Figure 9 Position des portes d'accès au bâtiment et des grilles pluviales (coté ouest)

La porte 3^E donne accès au vestiaire de travail du local sodium. Elle est surélevée de 11 cm par rapport à la voirie.

La porte 2^E donne accès à un sas adjacent au local ventilation. Cette porte est surélevée de 10 cm par rapport au niveau de la voirie.

La porte 11^E donne accès à la salle expérimentateur. Elle est surélevée de la voirie par quelques centimètres de trottoir.

La porte 1^E d'accueil se situe au niveau de la voirie.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 22 / 53
--	--	-----------------	---------------------

COTE EST :

Coté Est du bâtiment 222, les réseaux secondaires enterrés sont insuffisants. D'un point de vue topographique, le trop-plein d'eaux pluviales va déborder vers la voirie et ruisseler vers le point bas : une grande grille à la cote TN 327,41 (aménagée en 2012).

Le point de basculement de la voirie vers une évacuation à ciel ouvert est la cote 327,50 m NGF vers le caniveau béton qui se rejette dans le DN1000 via le décanteur.

Les accès les plus proches vers le bâtiment 222 sont :

- le sas camion 5^E situé au niveau de la voirie mais à une cote de 327,47 m NGF,
- le sas matériel 9^E surélevé de 19 cm par rapport à la voirie, soit à une cote d'environ 327,59 m NGF. Cette porte est équipée de bavettes, permettant de garantir l'étanchéité de la porte. A l'intérieur, une seconde porte similaire permet de séparer la salle du réacteur du sas matériel.
- la porte d'accès au vestiaire secondaire est surélevée de 13 cm par rapport à la voirie, soit à une cote de 327,5 m NGF.



Figure 10 Position des portes d'accès au bâtiment 222 (coté est)

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 24 / 53
--	--	-------------	-----------------

71 m² de toiture. Or on a **100 mm**. Le dimensionnement est donc largement satisfaisant vis-à-vis du DTU 60.11.

L'acrotère fait 12,5 cm de hauteur. Il peut donc y avoir une accumulation d'eau en toiture en cas d'obstruction de la descente.

- **La terrasse n°2** est recouverte de gravillons. Elle dispose de deux descentes en DN140 munies de petits trop-pleins. Sa superficie est de 50 m². Le tableau 4 du DTU 60.11 préconise un diamètre intérieur de descente de **80 mm** pour 71 m² de toiture. Or on a **2*140 mm**. Le dimensionnement est donc largement satisfaisant vis-à-vis du DTU 60.11. Mais cette terrasse est également connectée aux terrasses n°3 et 4 par deux traversées d'acrotères.



Figure 12 Connexions entre les terrasses 2, 3 et 4

A noter que la terrasse est recouverte de gravillons. La maintenance préventive doit permettre d'éviter tout risque d'obstruction des descentes pluviales.



Figure 13 Gravillons dans l'une des boîtes à eau de la terrasse n°2

- **La terrasse n°3** est connectée à la terrasse n°2 par une traversée rectangulaire 100*350 d'une costière. Elle dispose d'une descente en DN100. Sa superficie est de 132 m². Le tableau 4 du DTU 60.11 préconise un diamètre intérieur de descente de **110 mm** pour 136 m² de toiture. Or on a uniquement un **DN100 mm**. Le dimensionnement est donc **insatisfaisant** vis-à-vis du DTU 60.11.

L'acrotère fait 46 cm de hauteur. Il peut donc y avoir une accumulation d'eau en toiture en cas d'obstruction des évacuations.

- **La terrasse n°4** reçoit les eaux de l'une des descentes du bâtiment réacteur en DN160. Elle est connectée à la terrasse n°2 par une traversée rectangulaire 100*350 de la costière. Elle dispose d'une descente en DN120 interne au bâtiment 222. Sa superficie est de 96 m² + un quart de la toiture du bâtiment réacteur, soit un total de 153 m². Le tableau 4 du DTU 60.11 préconise un

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 25 / 53
--	--	-------------	-----------------

diamètre intérieur de descente de **120 mm** pour 161 m² de toiture. Or on a un **DN120 mm**. Le dimensionnement est donc satisfaisant vis-à-vis du DTU 60.11.

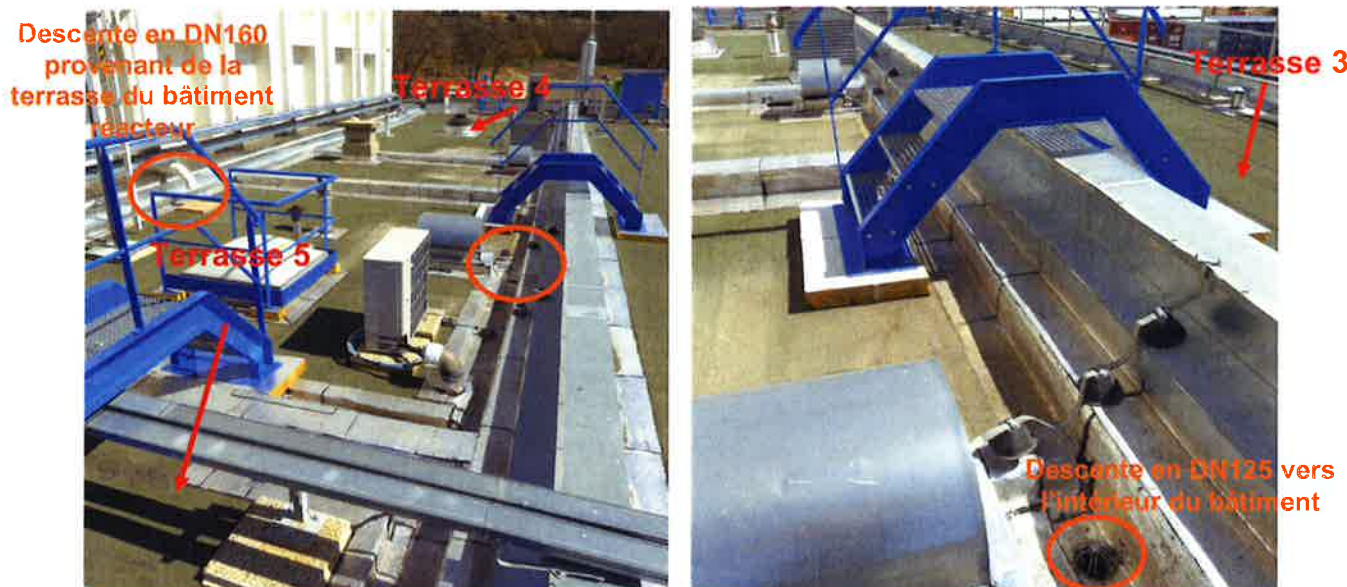


Figure 14 Terrasses 3, 4 et 5

- **La terrasse n°5** reçoit les eaux de l'une des descentes du bâtiment réacteur en DN160. Elle dispose d'une descente en DN120 interne au bâtiment 222, d'une descente en DN100 munie d'un petit trop-plein vers le réseau pluvial de la voirie et d'une descente en DN95 vers la terrasse n°8. Sa superficie est de 130 m² + un quart de la toiture du bâtiment réacteur, soit un total de 187 m². Le tableau 4 du DTU 60.11 préconise un diamètre intérieur de descente de **130 mm** pour 190 m² de toiture. Or on a un **DN120, un DN100 et un DN95**. Le dimensionnement est donc satisfaisant vis-à-vis du DTU 60.11.

Un petit acrotère d'une dizaine de centimètres sépare les terrasses 4 et 5. La terrasse n°2 est connectée aux terrasses 3 et 4 par des traversées rectangulaires. L'eau peut donc se répartir sur les quatre terrasses. Etant donnée que les terrasses 3 et 4 récupèrent les eaux provenant de deux descentes de la terrasse n°9, on peut donc considérer une surface totale de 522 m² (50 m² + 132 m² + 153 m² + 187 m²) drainée par 7 descentes (2DN140, 2 DN100, 2 DN120, un DN95). Avec une répartition homogène des surfaces de toiture, il faudrait a minima d'après le tableau 4 du DTU 60.11, 7 descentes en DN90. On dispose donc globalement de suffisamment d'évacuations pluviales pour les terrasses 2-3-4-5.

- **La terrasse n°6** d'une surface de 12 m², dispose d'une descente en DN100 et d'un trop-plein, ce qui est conforme vis-à-vis du DTU 60.11. Le tableau 4 du DTU 60.11 préconise un diamètre intérieur de descente de **80 mm** pour 71 m² de toiture. Or on a **100 mm**.
- **La terrasse n°7** d'une surface de 20 m², dispose d'une descente en DN100 et d'un trop-plein, ce qui est conforme vis-à-vis du DTU 60.11. Le tableau 4 du DTU 60.11 préconise un diamètre intérieur de descente de **80 mm** pour 71 m² de toiture. Or on a **100 mm**.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 26 / 53
--	--	-------------	-----------------

- **La terrasse n°8** n'a pas à proprement parler d'acrotère. Des garde-corps avec plinthes sont disposés tout le long de la terrasse avec 4 surverses rectangulaires (10 cm*5 cm) en façade Nord pour évacuer les eaux directement sur la voirie. Un DN120 permet de récupérer les eaux du DN95 provenant de la terrasse n°5.

Figure 15 Trop-pleins de la terrasse n°8



- **La terrasse n°9** est drainée grâce à 4 descentes en DN160. La superficie de la terrasse est de 230 m². On suppose que les eaux de ruissellement se répartissent de manière uniforme entre chaque évacuation, soit environ 57 m² pour chaque descente. Le tableau 4 du DTU 60.11 préconise un diamètre intérieur de descente de **80 mm** pour 71 m² de toiture. Or on a **160 mm**. Le dimensionnement est donc largement satisfaisant vis-à-vis du DTU 60.11. Par ailleurs, chaque évacuation dispose d'un petit trop-plein.

L'acrotère fait 35 cm de hauteur. Il peut donc en principe y avoir une accumulation d'eau en toiture en cas d'obstruction des évacuations.

- **La terrasse n°10** dispose d'une descente en DN100 munie d'un petit trop-plein. Sa superficie est de 13 m². Le tableau 4 du DTU 60.11 préconise un diamètre intérieur de descente de **80 mm** pour 71 m² de toiture. Or on a **100 mm**. Le dimensionnement est donc largement satisfaisant vis-à-vis du DTU 60.11.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 27 / 53
--	--	-------------	-----------------

Capacité des toitures à faire face à des pluies de référence d'une durée de 6 minutes :

En appliquant à nouveau la formule rationnelle pour chaque toiture du bâtiment 222, on obtient les débits centennaux suivants :

	Q100 (m ³ /s)	Volume sur 6 min	Hauteur d'eau sur la toiture (cm)
Terrasse 1	0,006	2,16	6
Terrasse 2	0,008	2,88	6
Terrasse 3	0,019	6,84	5
Terrasse 4	0,014	5,04	5
Terrasse 5	0,019	6,84	5
Terrasse 6	0,002	0,828	7
Terrasse 7	0,004	1,296	6
Terrasse 8	0,021	7,668	5
Terrasse 9	0,031	11,052	5
Terrasse 10	0,003	0,9	7

Tableau 6 Stockage en toiture pour une pluie centennale sur 6 min

Le volume sur 6 min est calculé en prenant le débit de pointe (en m³/s) qu'on multiplie par 360 secondes.
Les toitures des INB de Cadarache sont en général dimensionnées avec une charge admissible d'au moins 0,1 t/m² soit 10 cm d'eau.

Par ailleurs, les équipements en toiture (skydômes ; aérations ; ...) sont surélevés d'au moins 5 cm.

6.2.5.2 Bâtiment 788

Il existe 6 descentes de gouttières en DN 80 pour une toiture d'environ 250 m². On suppose que les eaux de ruissellement se répartissent de manière uniforme entre chaque gouttière (soit 42 m² par gouttière).

Selon le même principe que précédemment, il apparaît que le dimensionnement prévu est très largement supérieur à ce qui est préconisé par le DTU 60.11.

Il existe un acrotère de 30 cm de haut. Le bâtiment est assez récent. Le cas d'une accumulation d'eau sur la toiture a été pris en compte dans le calcul de la charge maximale admissible.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 28 / 53
--	--	-------------	-----------------

6.2.5.3 Bâtiment 233

Il y a une descente de gouttière en DN150 pour une toiture-terrasse d'environ 55 m².

Selon le même principe que précédemment, il apparaît que le dimensionnement prévu est largement supérieur à ce qui est préconisé par le DTU 60.11.

Figure 16 Bâtiment 233



6.2.5.4 Bâtiments 287, 235, 783 et 787

Bâtiment 287 : il n'y a pas de descente de gouttières mais le toit en tôle est pentu de manière à évacuer les eaux directement vers le caniveau qui longe le bâtiment.

Figure 17 Bâtiment 287

Le bâtiment 235 présente une toiture en pente. Il n'y a pas d'accumulation d'eau possible.

Les bâtiments 783 et 787 ont des toits quasi plats sans évacuation pluviale ni acrotère.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 29 / 53
--	--	-------------	-----------------

6.3 ANALYSE DU DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

L'analyse du risque d'inondation par rapport au dimensionnement des différents ouvrages de collecte des eaux pluviales est présentée ci-dessous :

A l'amont de l'installation :

		Ruissellement Q100 (m3/s)	Capacité d'évacuation Q (m3/s)
A l'amont du DN1000	BV A : vallon naturel	1,25	4,05
	BV B : caniveau naturel	0,39	0,67
	BV C : caniveau bétonné	0,24	0,92

Les eaux pluviales générées par une pluie d'occurrence centennale sur le bassin versant amont de l'installation CABRI peuvent donc être totalement interceptées dans le vallon naturel et les caniveaux. On dispose de marges de dimensionnement entre le débit centennal Q100 et la capacité d'évacuation.

Sur l'installation :

Les calculs mettent en évidence de faibles pentes sur les réseaux secondaires qui pénalisent l'évacuation des eaux vers le DN1000. **La totalité du débit généré par l'installation n'est pas évacué par les réseaux secondaires.** Une partie ruisselle en surface jusqu'aux points bas.

On ne dispose donc pas de marges de dimensionnement entre le débit centennal Q100 et la capacité d'évacuation.

A l'aval de l'installation :

Ruissellement Q100 (m3/s)			Capacité d'évacuation Q100 (m3/s)		
min	max	hypothèse retenue	min	max	hypothèse retenue
1,25	2,46	1,25	1,63	2,29	1,96

Compte tenu des hypothèses retenues, il apparaît que la capacité d'évacuation des eaux à l'aval de l'installation est suffisante pour le débit d'occurrence centennale. On dispose même d'une marge significative entre le débit centennal Q100 et la capacité d'évacuation.

Néanmoins, les différents calculs de capacité sont donnés sous réserve d'une bonne maintenance des ouvrages.

Enfin, les eaux pompées dans le puisard 'nappes phréatiques' sont rejetées vers le réseau pluvial. Au maximum, le débit supplémentaire à prendre en compte correspond au fonctionnement des deux pompes simultanées soit au total 90 m³/h ou 25 l/s. Dans le cas défavorable où le pompage se fait en même temps que la pointe du débit d'occurrence centennale, la canalisation en DN1000 est suffisante.

L'installation prévoit également de mettre en place une 3^e pompe dans le puisard sud pour faire face au dysfonctionnement éventuel de l'une des 2 pompes. En cas de besoin les 3 pompes pourraient être mises en fonctionnement simultanément, afin de porter le débit maximum à 135 m³/h soit 37,5 l/s. La canalisation en DN1000 restera suffisante.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 30 / 53
--	--	-----------------	---------------------

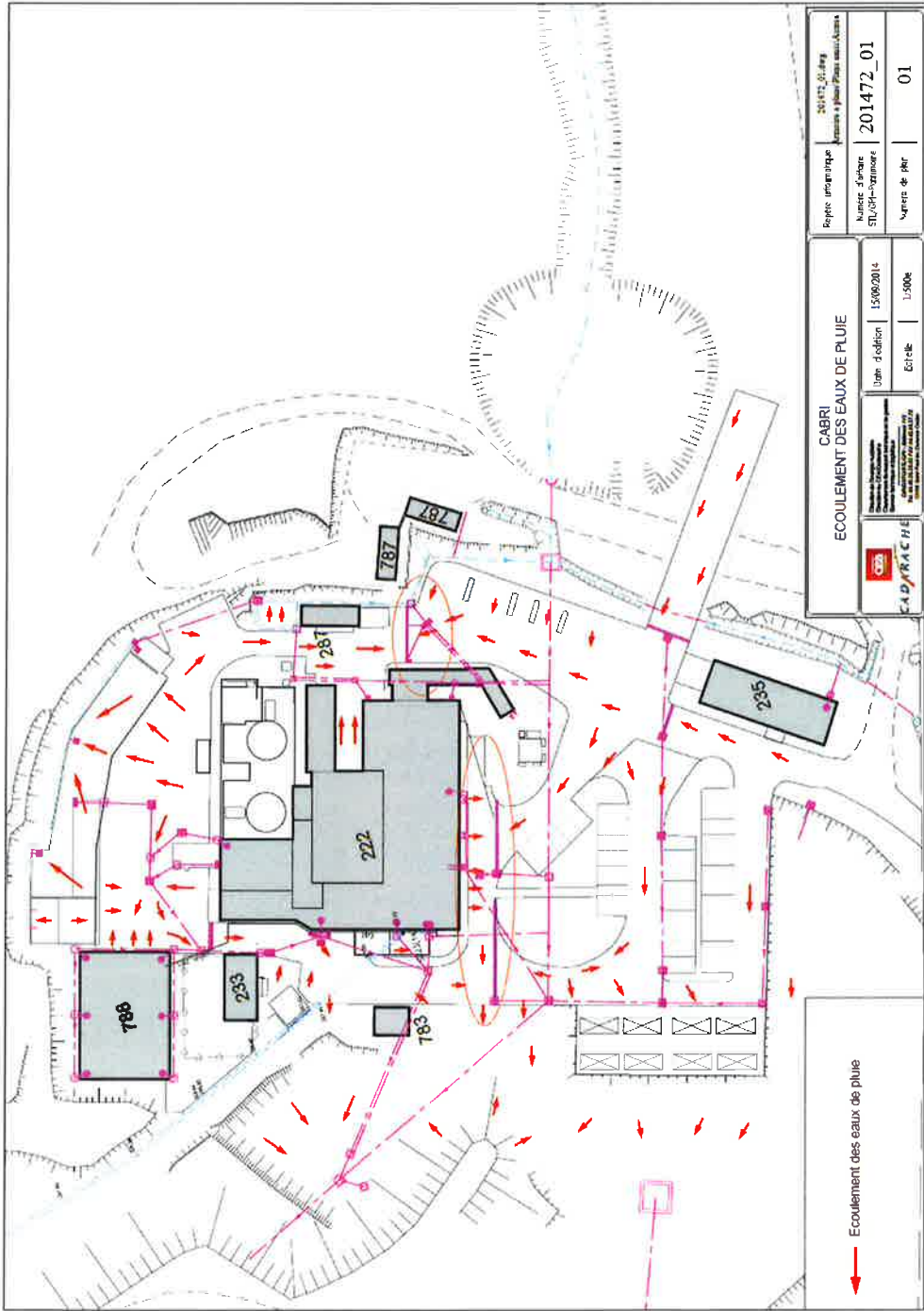
7 GESTION DU RUISSELLEMENT DE SURFACE

7.1 SENS PREFERENTIELS D'ECOULEMENT DE SURFACE

La topographie de l'installation a une forme de cuvette avec une plateforme entourée de talus artificiels et de collines naturelles. Une partie du périmètre de l'installation est à l'état naturel.

La figure suivante précise les sens d'écoulement préférentiels sur la voirie de l'installation. Les aménagements réalisés sur celle-ci ont fortement amélioré la collecte du ruissellement. Les nouvelles grilles et nouveaux avaloirs pluviaux sont situés désormais aux points bas topographiques et aux points de convergence de plusieurs voiries.

Le principal point bas topographique de l'installation est la grille située à l'est de l'installation, à proximité de la porte 9^E et du sas camion.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 32 / 53
--	--	-------------	-----------------

7.2 POINTS POTENTIELS D'ENTREES D'EAU DE RUISSELLEMENT DANS LES BATIMENTS

Ce paragraphe présente les points potentiels d'entrée d'eau de pluie à l'intérieur du bâtiment 222 de l'installation CABRI :

- A l'intérieur du bâtiment réacteur par :
 - Les portes 4^E : il s'agit des portes d'accès au local commande sodium. Elles se situent au niveau de la voirie. Une grille d'évacuation pluviale est située devant les portes d'accès. En cas d'infiltration d'eau par ces portes, il n'y a pas de risque avéré : le local en lui-même ne contient pas de substances dangereuses ou de commandes électriques vulnérables à l'eau.

Figure 19 Portes 4E



- La porte 5^E : il s'agit d'une porte étanche servant d'accès au hall réacteur. Elle se situe pratiquement au niveau de la voirie, mais avec une légère pente descendant vers la voirie. En cas de montée d'eau au niveau de cette porte, les joints gonflables situés côté intérieur assurent l'étanchéité à l'eau. En cas d'infiltration d'eau par cette porte, il n'y a pas de risque avéré : il n'y a pas de substances dangereuses ou de commandes électriques vulnérables à l'eau, à proximité de cette porte.

Figure 20 Porte camion



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 33 / 53
--	--	-------------	-----------------

- La porte 9^E : il s'agit de la porte d'accès au sas matériel. Cette porte d'accès est située dans l'axe du vallon naturel (principal bassin versant drainé). De ce fait, elle est surélevée de 19 cm par rapport au niveau altimétrique de la voirie. Cette porte a de plus été équipée de bavettes, permettant de garantir l'étanchéité de la porte. A l'intérieur, une seconde porte similaire permet de séparer la salle du réacteur du sas matériel. En cas d'infiltration d'eau par cette porte, il n'y a pas de risque avéré : le sas matériel ne contient pas de substances dangereuses ou de commandes électriques vulnérables à l'eau.



Figure 21 Porte 9E

- La porte 7^E : il s'agit de la porte d'accès au local batterie. Cette porte se situe au niveau de la voirie. Elle est munie de grilles d'aération situées à 29 cm par rapport au niveau de la voirie. En cas d'entrée d'eau par cette porte, il n'y a pas de risque avéré : en effet les batteries sont situées sur une support bétonné d'environ 70 cm de hauteur, lui-même sur une plateforme surélevée de 35 cm de hauteur.



Figure 22 Porte 7E

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 34 / 53
--	--	-------------	-----------------

- Des grilles d'aération sur le côté sud du bâtiment réacteur : ces grilles d'aération relient le local du groupe électrogène à l'extérieur. Elles sont situées respectivement à 26 cm (grille 1), 42 cm (grille 2) et 1,80 m (grille 3) du niveau de la voirie. En cas d'entrée d'eau par ces grilles d'aération, le groupe électrogène étant surélevé de 20 cm environ, il n'y a pas de risque avéré à court terme.



Figure 23 Grilles d'aération

- La porte 10^E : il s'agit de la porte d'accès au local du groupe électrogène. Cette porte se situe au niveau de la voirie, mais l'intérieur du local est protégé des risques d'inondation par une petite marche intérieure de 10 cm. En cas d'entrée d'eau par cette porte, il n'y a pas de risque d'inondation avéré, étant donnée la présence de cette petite marche et de la surélévation de 20 cm environ du groupe électrogène.



Figure 24 Porte 10E

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 35 / 53
--	--	-------------	-----------------

- Une grille d'aération située sur le côté sud du bâtiment : cette grille d'aération donne sur le local « barres transitoires ». Elle se situe à 38 cm du niveau altimétrique de la voirie. En cas d'entrée d'eau par la grille, les appareils électriques situés dans le local étant surélevés d'une dizaine de centimètres, il n'y a pas de risque avéré pour ces derniers.



Figure 25 Grille d'aération

- La porte 1^E : il s'agit de la porte d'accès principal au bâtiment. Elle se situe au niveau de la voirie. La porte donne sur un sas ne contenant pas de substances dangereuses ou de commandes électriques vulnérables à l'eau. Les autres locaux adjacents à ce sas sont munis de portes coupe-feu; certains locaux disposent d'appareils électriques, mais ceux-ci sont surélevés d'une dizaine de centimètres. En cas d'entrée d'eau par cette porte, il n'y a pas de risque avéré.



Figure 26 Porte 1E

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 36 / 53
--	--	-------------	-----------------

- La porte 11^E : il s'agit de la porte d'accès à la salle expérimentateur. Elle se situe au niveau de la voirie. Ce local contient des armoires électriques, surélevées de 15 cm par rapport au niveau du sol. En cas d'entrée d'eau par cette porte, il n'y pas de risque avéré d'inondation et de dégradation des armoires électriques.

Figure 27 Porte 11E



- La porte 2^E : il s'agit de la porte d'accès à un sas adjacent au local ventilation. Cette porte est surélevée de 10 cm par rapport au niveau de la voirie donc suffisant par rapport à l'élévation maximale du niveau d'eau à l'ouest du bâtiment 222 qui est de 5 cm (cf. § 6.2.4). Le sas ne contient pas de substances dangereuses. Il contient des armoires et appareils électriques, mais ceux-ci sont surélevés de 20 cm par rapport au sol. Il n'y a donc pas de risque avéré de dégradation des alimentations électriques en cas d'entrée d'eau par cette porte.



Figure 28 Porte 2E

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 37 / 53
--	--	-------------	-----------------

- La porte 3^E : il s'agit de la porte d'accès au vestiaire de travail du local sodium. Cette porte se situe dans l'axe du vallon naturel (bassin versant drainé). Elle est surélevée de 11 cm par rapport au niveau altimétrique de la voirie. A l'intérieur, une petite marche de 10 cm de haut permet d'éviter toute propagation d'eau à l'intérieur du local. Les dispositions sont suffisantes par rapport à l'élévation maximale du niveau d'eau à l'ouest du bâtiment 222 qui est de 5 cm (cf. § 6.2.4).



Figure 29 Porte 3E

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 38 / 53
--	--	-------------	-----------------

- A l'intérieur des vestiaires (vestiaires annexes au bâtiment réacteur) :

- La porte 6^E : il s'agit de la porte d'accès aux vestiaires. De même que la porte 9^E, cette porte d'accès est située dans l'axe du vallon naturel (principal bassin versant drainé). Elle est munie d'un escalier d'accès de 31 cm de haut par rapport à la voirie. En cas d'entrée d'eau par cette porte, il n'y a pas de risque avéré, puisque ce local est juste un vestiaire pour les opérateurs, il ne contient pas de commandes électriques vulnérables à l'eau ni de substances dangereuses.

Figure 30 Porte 6E



- Autres portes d'accès aux vestiaires : elles sont surélevées de 13 cm par rapport au niveau altimétrique de la voirie. Etant donné qu'elles ne donnent accès qu'à un vestiaire, il n'y a pas de risque avéré en cas d'entrée d'eau par ces portes.



Figure 31 Portes d'accès au vestiaire

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 39 / 53
--	--	-------------	-----------------

Il est important de noter que toutes les portes de l'installation donnant sur l'extérieur ont été conçues de sorte que le sens d'ouverture de la porte aille à l'encontre de la poussée d'eau en cas de fortes pluies.

De plus, il existe des caniveaux techniques arrivant sur le coté Ouest du bâtiment 222 et qui contiennent les câbles reliant le bâtiment 223 à la salle expérimentateur du 222. L'impact d'une inondation de cette salle a été traité dans la note intitulée « Compléments d'information dans le cadre de la réunion hydrogéologique du 15 mai 2008 » (réf. CEA/DEN/CAD/DER/SRES/ESN).

7.3 SCENARIO 1 = EVACUATIONS OBSTRUEES

Le scénario suivant repose sur l'hypothèse d'une obstruction totale de la grille située au point bas topographique de la voirie autour du bâtiment 222 et à proximité du sas camion.

Accumulation d'eau :

L'analyse topographique du site montre qu'en cas d'obstruction de cette grille, une accumulation d'eau peut se former au droit de la grille.

L'eau accumulée proviendrait vraisemblablement du bassin versant C ou de la plateforme de l'installation elle-même (tous bassins versants confondus).

Dans l'hypothèse d'un débordement au droit de la grille (à la cote TN 327,41 m NGF) et d'une montée du niveau d'eau sur la voirie :

- l'eau accumulée va passer sous les algecos « vestiaires » (il existe une bordure de trottoir entre la voirie et l'algeco mais elle est discontinue. L'eau peut donc passer entre les bordures de trottoir pour passer sous l'algeco situé à une cote 327,41 m NGF.),
- il y a un point haut à passer pour basculer au sud du bâtiment 222, qui se situe entre 327,47 et 327,51 m NGF d'après le plan topographique,
- puis l'eau s'étalera dans la partie ouest de l'installation (derrière les algecos « entreprises »). En effet, cette zone non goudronnée se situe à une cote TN inférieure à 327,4 m NGF,
- dès que le niveau d'eau à la grille va dépasser une hauteur de 9 cm (soit 3 cm au niveau du bas de la porte du sas camion), l'eau va se déverser vers le caniveau béton qui se remplira « par l'aval »,
- or le caniveau béton est raccordé sur l'ouvrage d'entrée du DN1000. Le maillage des réseaux permet donc de renvoyer l'eau accumulée sur la voirie par un second biais vers le DN1000.

Afin que le scénario soit le plus pénalisant possible, on considère donc qu'une partie des réseaux pluviaux sont obstrués et que l'eau continue de s'étaler sur la plateforme de l'installation à partir de la grille.

Les cartes suivantes présentent les limites topographiques d'étalement de l'eau sur la plateforme de l'installation en fonction de hauteur d'eau accumulée au dessus de la grille pluviale.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence	Indice	Page
	STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	7	40 / 53

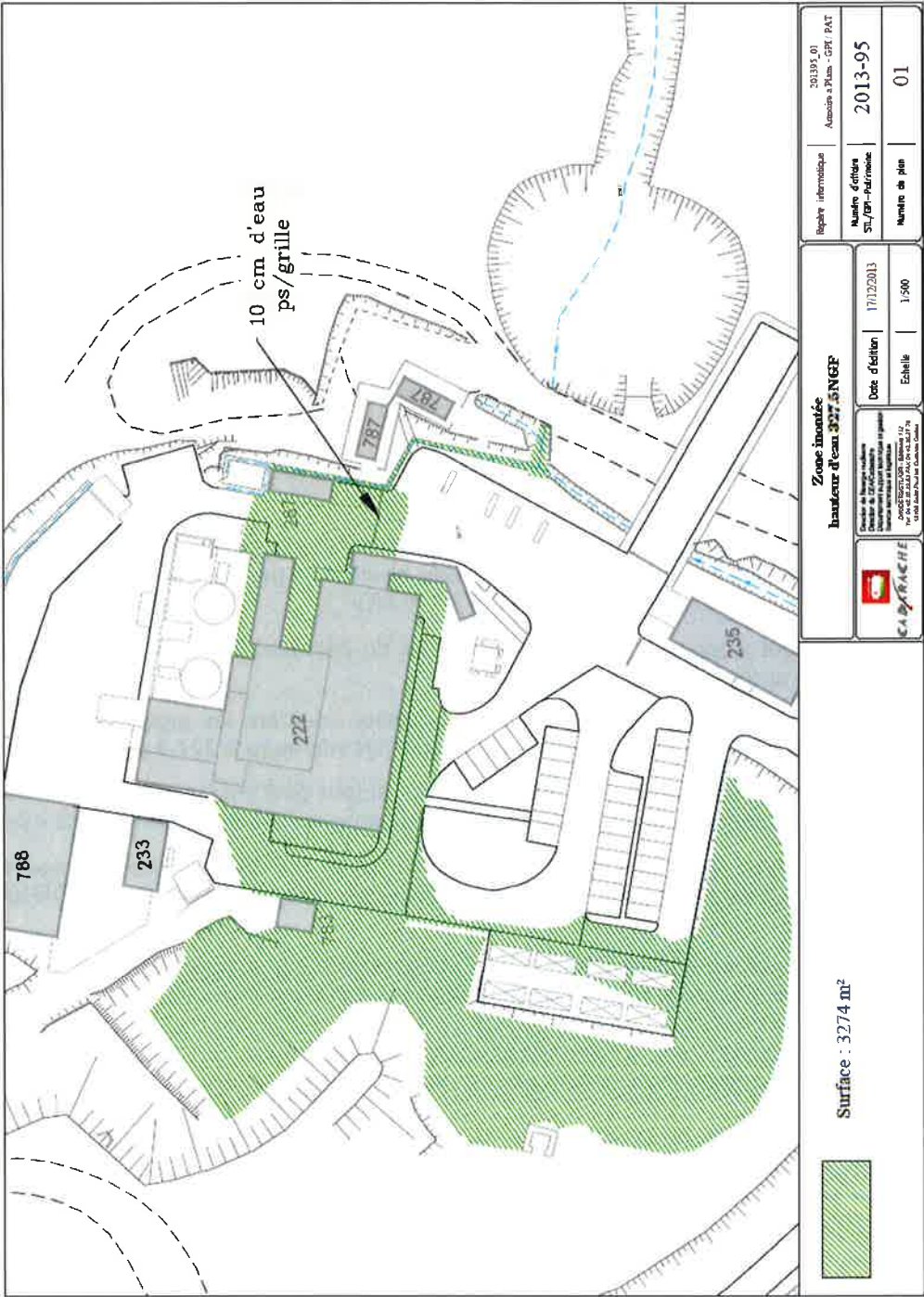


Figure 32 Carte inondation – accumulation de 10 cm d'eau au dessus de la grille

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 41 / 53
--	--	-------------	-----------------

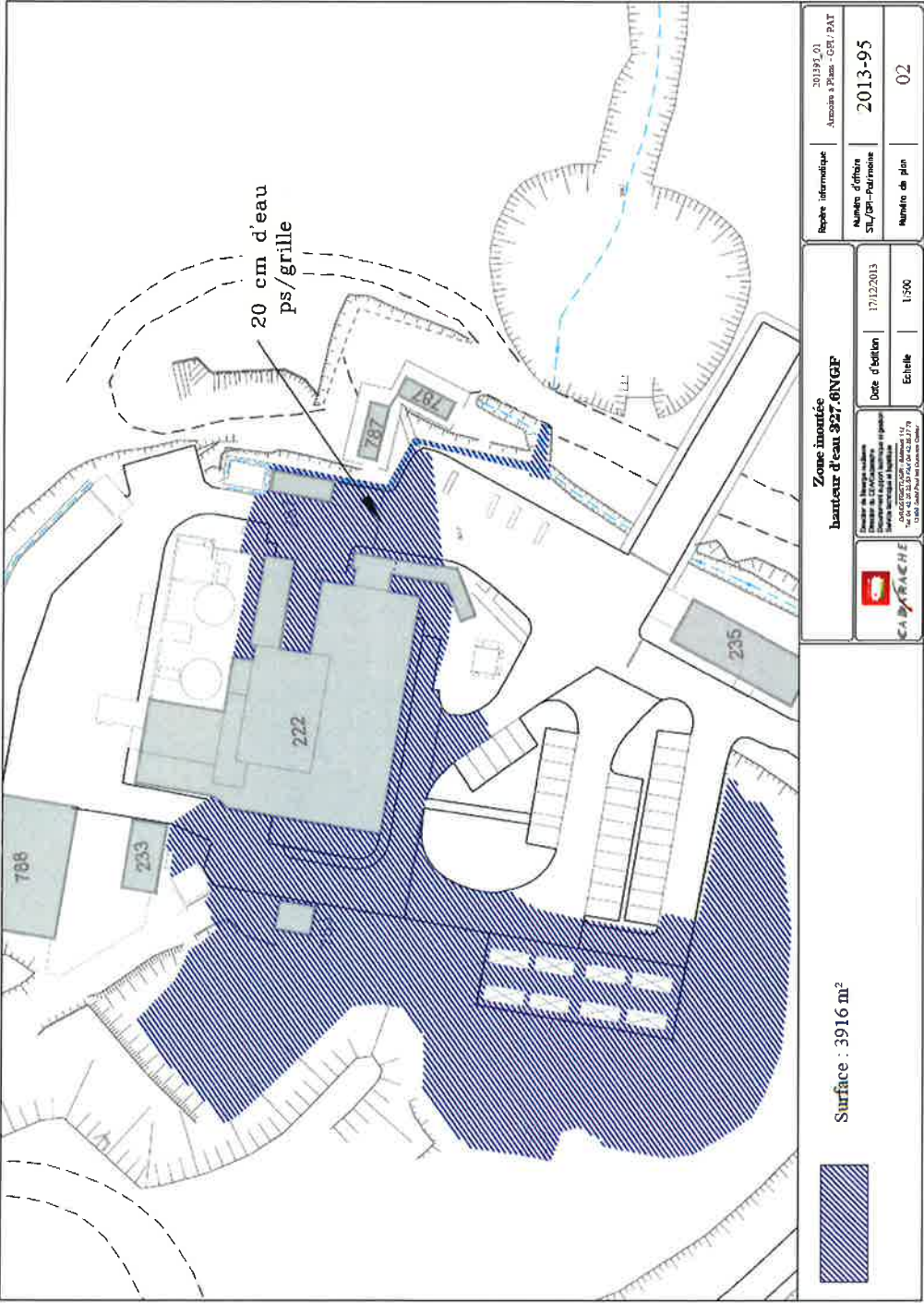


Figure 33 Carte inondation – accumulation de 20 cm d'eau au dessus de la grille

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
 Centre de Cadarache – DSTG/STL - Bâtiment 112 - 13108 Saint-Paul-lez-Durance Cedex
 Tél : (33) 04 42 25 27 21 - Fax : (33) 04 42 25 47 57 – Messagerie : stl_cad@cea.fr
 Etablissement public à caractère industriel et commercial
 R.C.S. PARIS B 775 685 019

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 42 / 53
--	--	-------------	-----------------

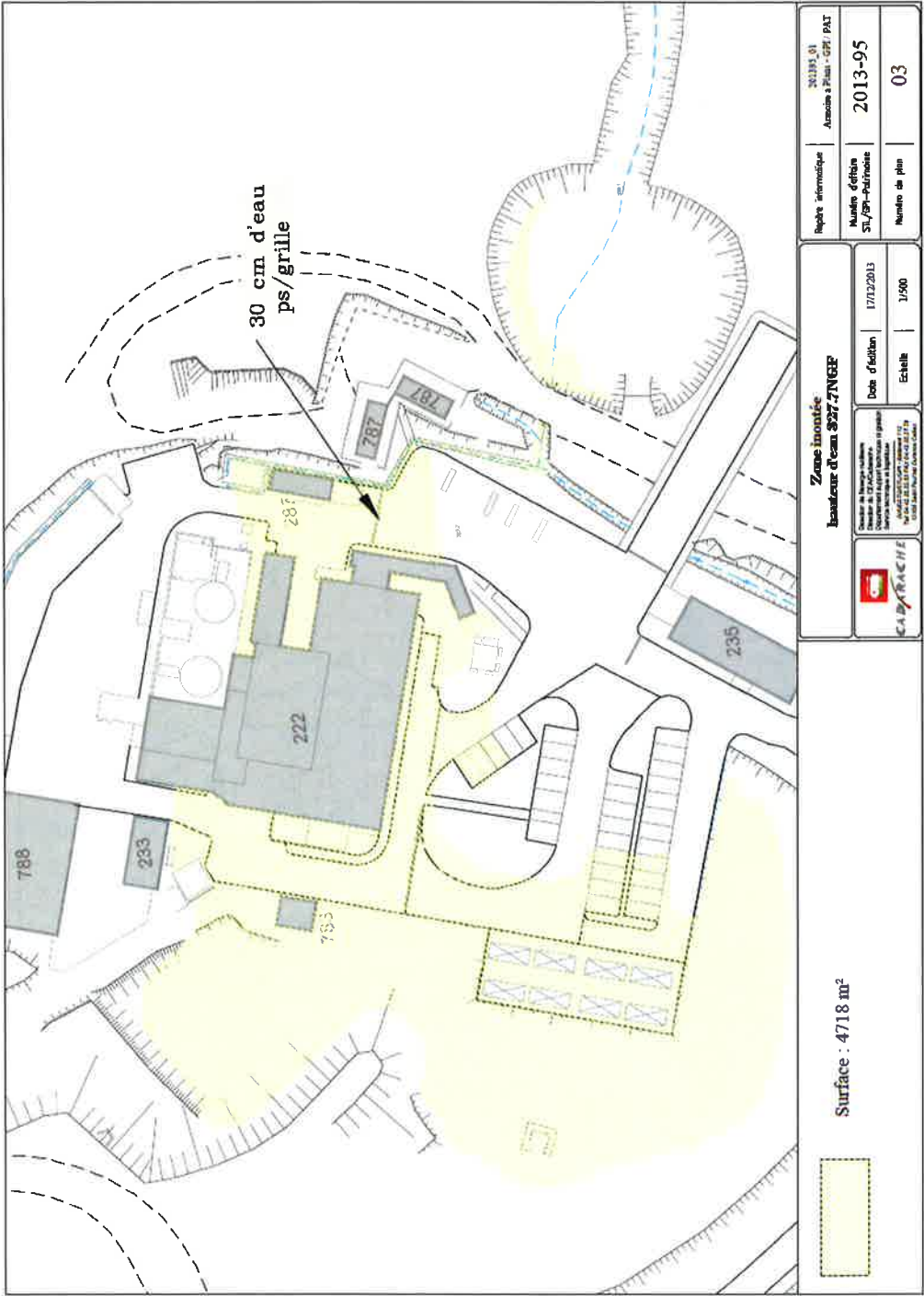
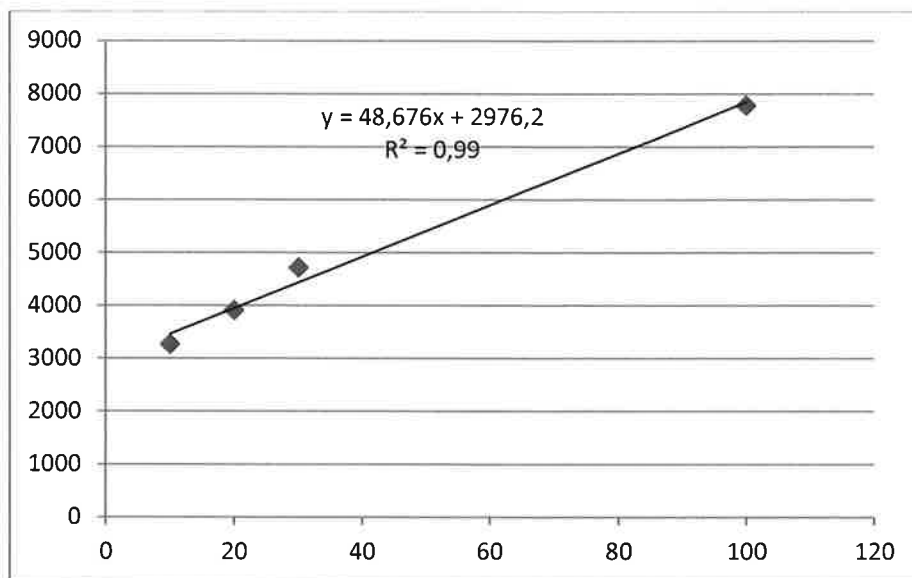


Figure 34 Carte inondation – accumulation de 30 cm d'eau au dessus de la grille

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 44 / 53
--	--	-----------------	---------------------

Les figures précédentes montrent une augmentation progressive de la superficie d'étalement à 10, 20 ou 30 cm d'eau accumulée au niveau de la grille. On passe de 3274 m² à 4718 m². Puis on note une très grande superficie d'étalement avec 1 m d'eau accumulée : 7785 m².

Hauteur d'eau accumulée (cm)	surface (m2)
10	3274
20	3916
30	4718
100	7785



Ainsi l'augmentation de la surface est linéaire avec une pente croissante très importante. Or une cuvette présenterait plutôt une pente croissante très faible. En effet, la surface serait sensiblement la même quelle que soit la hauteur considérée.

L'installation se situe donc dans une topographie de cuvette peu prononcée.

Vulnérabilité :

En fonction de la hauteur d'eau accumulée au niveau de la grille, les points d'entrée concernés sont les suivants :

Direction de l'énergie nucléaire	Référence	Indice	Page
Département de support technique et gestion	STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	7	45 / 53
Service technique et logistique			

Points d'entrée d'eau potentiels dans le bâtiment	Risque d'entrée d'eau à l'intérieur ?				Vulnérabilité à l'eau ?
	327,5 m NGF	327,6 m NGF	327,7 m NGF	328,4 m NGF	
Portes 4E local commande sodium	non	non	non	non	Pas d'équipements vulnérables à l'eau ni de produits dangereux
Porte au niveau de la voirie ~328,53 m NGF					
Porte 5E sas camion					
Porte étanche au niveau de la voirie ~327,47 m NGF	Porte étanche donc risque faible				Pas d'équipements vulnérables à l'eau ni de produits dangereux
Porte 9E sas matériel	non	non	oui	oui	Pas d'équipements vulnérables à l'eau ni de produits dangereux + seconde porte à passer avant d'arriver dans le hall réacteur
Porte 7E local batterie	faible	oui	oui	oui	Non, les batteries sont sur un support bétonné de 70 cm de hauteur, lui-même sur une plateforme surélevée de 35 cm.
Porte au niveau de la voirie ~327,47 m NGF					
Grilles d'aération côté sud du bâtiment ~327,53 m NGF					
Grille 1 à 26 cm de la voirie, Grille 2 à 42 cm de la voirie	non	non	non	oui	Groupe électrogène surélevé de 30 cm par rapport à la voirie (10 cm de marche + surélevé de 20 cm). Il est donc impacté quand le niveau d'eau atteint la cote 327,83 m NGF, soit 42 cm au dessus de la grille pluviale.
Grille 3 à 1,8 m de la voirie	non	non	oui	oui	
Porte 10E local groupe électrogène					
Porte au niveau de la voirie ~327,53 m NGF mais avec une marche à l'intérieur de 10 cm => sol du local à 327,63 m NGF	non	non	oui	oui	Equipements électriques impactés à partir de 10 cm d'eau environ au sol
Grille d'aération côté sud donnant sur le local barres transitoires	non	non	non	oui	Pas d'équipements vulnérables à l'eau ni de produits dangereux + présence de portes coupe-feux vers d'autres locaux
Grille surélevée de 38 cm par rapport à la voirie ~327,51 m NGF => 327,89 m NGF	faible	oui	oui	oui	Armoires électriques impactés à partir de 15 cm d'eau environ du sol
Porte 1E Accès principal					
Porte au niveau de la voirie ~327,43 m NGF	faible	oui	oui	oui	Equipements électriques impactés à partir de 20 cm d'eau au sol
Porte 11E salle expérimentateur					
Porte au niveau de la voirie ~ 327,47 m NGF	faible	oui	oui	oui	Pas d'équipements vulnérables à l'eau ni de produits dangereux
Porte 2E sas adjacent au local ventilation :	non	faible	oui	oui	Pas d'équipements vulnérables à l'eau ni de produits dangereux
Cette porte est surélevée de 10 cm par rapport à la voirie (~327,44 m NGF) => 327,54 m NGF					
Porte 3E vestiaire :	non	non	oui	oui	
Cette porte est surélevée de 11 cm par rapport à la voirie (~327,41 m NGF). Elle donne accès à un local disposant d'une marche de 10 cm à l'intérieur. => 327,62 m NGF	non	non	oui	oui	
Porte 6E vestiaires	non	non	non	oui	
Cette porte est surélevée de 31 cm par rapport à la voirie (~327,41 m NGF) = > 327,72 m NGF	non	non	oui	oui	
Autres portes d'accès au vestiaire					
Portes surélevées de 13 cm par rapport à la voirie (~327,41 m NGF) => 327,54 m NGF	non	oui	oui	oui	Pas d'équipements vulnérables à l'eau ni de produits dangereux

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 46 / 53
--	--	-----------------	---------------------

Dans le cas d'une accumulation progressive sur la plateforme (pas de vague), la poussée de l'eau de l'extérieur vers l'intérieur du bâtiment sera également progressive.

On considère ici que les risques liés à une entrée d'eau par les points identifiés précédemment sont principalement électriques (dégâts matériels).

A noter qu'il faut 42 cm d'eau au niveau de la grille (~327,83 m NGF) pour atteindre le groupe électrogène.

NB : le groupe électrogène n'est pas un EIP pour l'installation CABRI.

Les bâtiments 235, 788 et 787 ne sont pas concernés par les entrées d'eau liées à une accumulation d'eau. Seul le bâtiment 233 est concerné mais à partir d'une accumulation d'eau d'1 m au niveau du point bas altimétrique.

Pour quelle pluie ?

Avec un débit de pointe centennale à considérer de 1,25 m³/s (cf. 5.4), le volume sur 6 min est de 450 m³.

Il est difficile de créer sans modélisation une correspondance rigoureuse entre le volume précipité, la hauteur d'eau devant chaque point d'entrée d'eau potentiel et une intensité de pluie. En effet, la topographie ne peut être assimilée facilement à une forme volumique simple.

Dans une approche basique, on établit d'abord une correspondance entre le volume d'eau « étalé » sur la plateforme et la hauteur d'eau accumulée à la grille :

- Surface au sol à considérer :
 $S_{m2} = 48,676 * H_{cm} + 2976,2$ (formule de tendance vue précédemment)
- Volume d'eau : $V_{m3} = S_{m2} * H_{cm} / 100$

$$\Rightarrow V_{m3} = H_{cm} / 100 * (48,676 * H_{cm} + 2976,2)$$

Cote topographique (en m NGF)	Hauteur d'eau accumulée à la grille considérée (cm)	Surface à une cote topographique donnée (m2)	Volume calculé par la formule (m3)
327,5	10	3274	346
327,6	20	3916	790
327,7	30	4718	1331
328,4	100	7785	7844

On cherche ensuite à établir une correspondance entre le volume précipité pour une pluie donnée et la hauteur accumulée à la grille :

Le volume ruisselé sur 6 min se calcule à partir du débit.

Or le débit pour une pluie donnée se calcule à partir du débit décennal en appliquant des coefficients multiplicateurs.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 47 / 53
--	--	-------------	-----------------

A partir de l'instruction technique de 1977, on applique un coefficient multiplicateur pour passer de la pluie décennale à des pluies d'intensité supérieure comme suit :

T (années)	F
10	1
20	1,25
50	1,6
100	2

Remarque : Dans le Guide technique de l'assainissement de M. Satin et B. Selmi (2010), les coefficients multiplicatifs ont été réajustés comme suit, suite à des retours d'expérience :

T (années)	F'
10	1
20	1,2
50	1,5
100	1,8

Ainsi, cette publication récente tend à prouver que le facteur 2 communément utilisé dans les études pluviales pour passer de la pluie décennale à la pluie centennale surestime cette dernière.

Une autre publication montre également que le facteur 2 surestime la pluie centennale : L'assainissement des agglomérations – Guerrée-Gomelle-Balette – Ed. Eyrolles

Occurrence (années)	F
1	0,45
2	0,59
5	0,81
10	1
15	1,13
20	1,23
50	1,57
100	1,91
200	2,2
500	2,6
1000	2,91

Afin d'être majorant sur la pluie centennale, on conservera le facteur 2 entre Q10 et Q100.

Enfin, il n'y a pas assez de publications à ce jour concernant les facteurs à prendre en compte pour des pluies d'intensité supérieure à 100 ans. On n'en tient pas compte par la suite.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 48 / 53
--	--	-------------	-----------------

La hauteur d'eau moyenne accumulée à la grille est calculée avec la formule précédente :

$$V_{m3} = H_{cm} / 100 * (48,676 * H_{cm} + 2976,2)$$

⇒ H_{cm} issue de la résolution d'une équation du second degré suivante :

$$0,487 * H_{cm}^2 + 29,76 * H_{cm} - V_{m3} = 0$$

Intensité de pluie	Débit (m ³ /s)	Volume précipité sur 6 min (en m ³)	Hauteur d'eau calculée Accumulée à la grille (cm)
10 ans	0,63	225	7
20 ans	0,78	281	8
50 ans	1	360	10
100 ans	1,25	450	13

Ainsi, ce calcul approximatif montre que la hauteur d'eau liée à une pluie centennale sur 6 min avec des évacuations bouchées serait de 13 cm au droit de la grille considérée.

En reprenant les résultats du tableau par points d'entrée d'eau, on constate que le risque lié à une accumulation de 13 cm d'eau est faible vis-à-vis de la sûreté de l'installation.

NB : Pour atteindre une hauteur accumulée de 20 cm à la grille, il faudrait considérer un débit équivalent à 3,5 fois le débit décennal.

L'analyse plus poussée de ce scénario nécessiterait d'estimer le volume sur une heure ou deux heures de précipitations.

7.4 SCENARIO 2 = PLUIE EXCEPTIONNELLE

En cas de survenue de pluies exceptionnelles (supérieures à la pluie dimensionnante), l'accumulation d'eau en voirie serait similaire à celle du scénario 1 (puisque'elle est liée à la topographie du site), à la différence que l'on serait dans un scénario d'évacuations pluviales pleines (et non bouchées) et dans l'incapacité d'absorber la totalité des précipitations.

Les points bas topographiques ainsi que les points d'entrée d'eau potentiels dans le bâtiment ne changent pas d'un scénario à l'autre.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 49 / 53
--	--	-------------	-----------------

7.5 ACTIONS ET MESURES PREVENTIVES

7.5.1 Synthèse des travaux réalisés entre 2010 et 2013

Les préconisations de la note à l'indice C ont été réalisées dans le cadre des travaux.

- 1) Mise en place d'un dégrillage ou d'une décantation en amont de la buse pluviale en DN800
FAIT
- 2) A. Création d'une surverse au dernier regard du DN1000
FAIT
B. Reprofilage de la voirie devant l'entrée principale du bâtiment 222
FAIT
C. Transformer un regard en grille pour améliorer la collecte des eaux au point bas topographique
FAIT = Une grille transversale a été créé à proximité du regard « problématique »

Des aménagements complémentaires ont été réalisés dans le cadre des travaux entre 2010 et 2013 afin d'augmenter la protection de l'installation vis-à-vis du risque inondation externe par la pluie pour des événements pluvieux d'intensité supérieure à la pluie centennale :

- Un bassin d'orage de 600 m³ a été aménagé afin de retenir les eaux pluviales provenant du vallon naturel amont. Cet aménagement permet de freiner l'écoulement, de rallonger le temps de concentration, de lisser la pointe de débit et d'améliorer la protection de l'installation en cas de pluie supérieure à la pluie de référence considérée (centennale Montana Région III).
- Un second exutoire pluvial a été créé pour raccorder la zone en contrebas de la plateforme imperméabilisée qui rejoint plus loin le Ravin de la Bête. Cet exutoire supplémentaire permet de doubler le nombre d'exutoires pluviaux de l'installation et donc limiter le risque d'inondation lié à une obstruction de l'exutoire principal pour une pluie centennale ainsi que le risque d'inondation lié à une crue plus intense que la pluie centennale de référence.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 50 / 53
--	--	-------------	-----------------

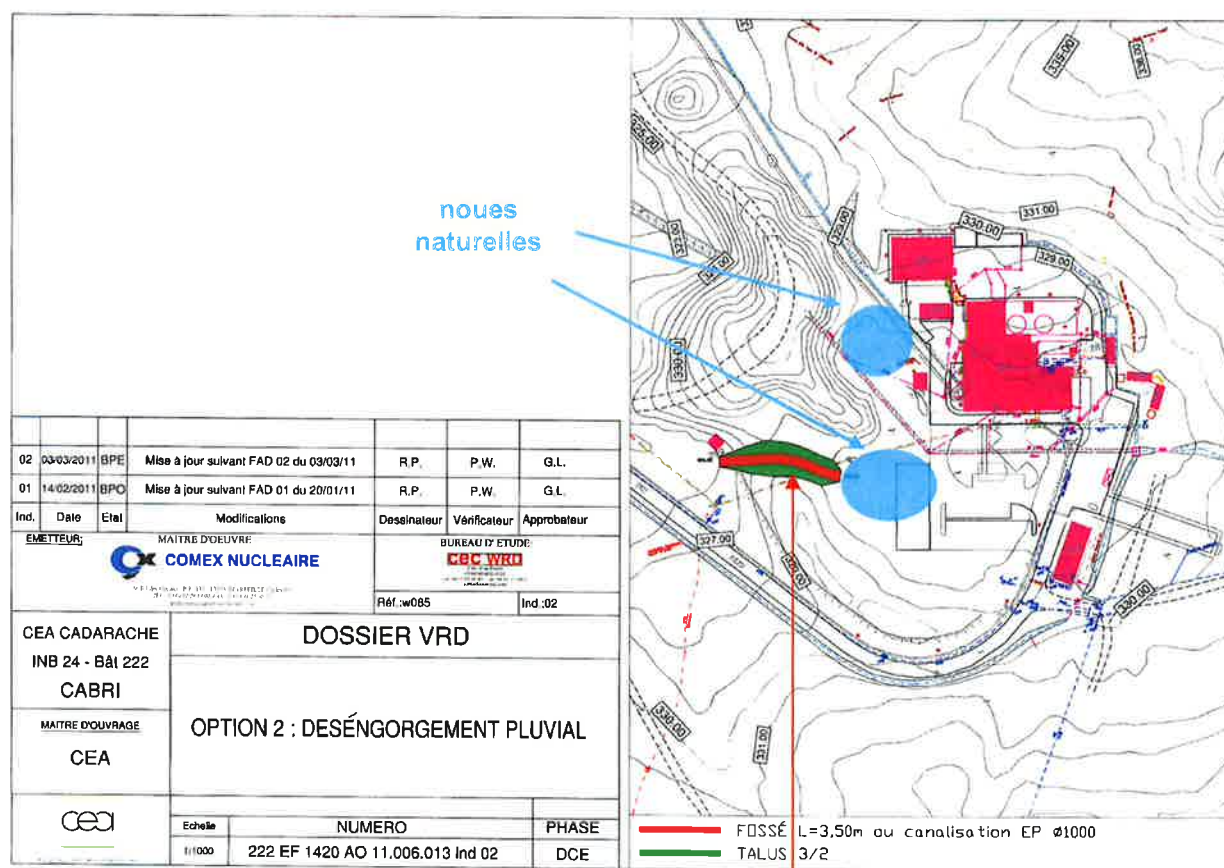


Figure 36 Plan de projet de la réalisation d'un second exutoire pluvial

- De nombreuses grilles et avaloirs ont été rajoutés ou agrandis sur les réseaux secondaires pluviaux de l'installation. Ces aménagements permettent d'augmenter le taux de collecte des eaux de ruissellement et limiter le risque d'infiltration d'eau à l'intérieur du bâtiment 222.
- La reprise de l'étanchéité de la toiture du bâtiment 222 s'est accompagnée d'une amélioration des évacuations des eaux de toiture, ce qui va limiter l'accumulation d'eau en toiture.

7.5.2 Dispositions préventives

L'exutoire pluvial principal de l'installation est un collecteur en DN1000. Une maintenance préventive et des dispositions de conception limitent le risque d'obstruction de cet ouvrage.

Le bassin de rétention ainsi que le nouveau décanteur aménagés en 2012 vont limiter les apports de feuilles, terre, débris et branches en provenance du bassin versant amont dans le collecteur en DN1000.

Un suivi (vérification d'absence d'encrassement) de l'exutoire du bassin d'orage et de l'entrée de la canalisation DN1000 est réalisé tous les mois et après chaque orage.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 51 / 53
--	--	-------------	-----------------

8 **CONCLUSION**

8.1 **MARGES DISPONIBLES**

A l'issue de la réalisation des travaux réalisés entre 2010 et 2013, la robustesse du système d'évacuation des eaux pluviales a été fortement améliorée. On dispose de marges significatives vis-à-vis du risque d'inondation pour une pluie centennale :

- Les marges de dimensionnement entre le débit ruisselé et la capacité d'évacuation dont on dispose peuvent être évaluées à l'aide des valeurs des tableaux présentés dans le §6.3.
- Les marges associées aux aménagements complémentaires réalisés (listés précédemment), sont difficilement quantifiables. Elles se rajoutent aux marges citées précédemment.

8.2 **CONCLUSION**

Les aménagements réalisés entre 2010 et 2013 et plus particulièrement la création d'un bassin d'orage et d'un second exutoire ont permis d'augmenter fortement la robustesse de l'installation face à des événements pluvieux exceptionnels.

Néanmoins, compte tenu des hypothèses pénalisantes prises pour l'analyse du risque pluvial (pluie centennale de Montana Région III, coefficients de Strickler relativement faibles), quelques points singuliers de l'installation CABRI ont été mis en évidence sur les réseaux secondaires (§ 6.2.4). Les nombreuses grilles et avaloirs rajoutés dans le cadre des travaux réalisés améliorent la collecte des eaux de ruissellement de la plateforme imperméabilisée mais le gain est difficilement quantifiable.

Enfin, la topographie en cuvette de l'installation ne permet pas d'exclure totalement le risque d'inondation externe par la pluie mais les dispositions de conception et d'exploitation permettent de le limiter fortement. Par ailleurs, les éventuelles infiltrations d'eau pouvant se produire au niveau de certaines portes de l'installation n'engendrent pas de risque de sûreté.

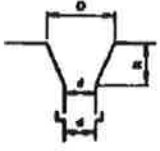
Compte tenu du caractère étanche du sas camion ainsi que de l'absence de substances dangereuses ou de commandes électriques vulnérables à l'eau à proximité de cette porte, le CEA considère que les aménagements qui ont été réalisés sont suffisants.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 1241 du 02.10.14	Indice 7	Page 52 / 53
--	--	-------------	-----------------

Annexe 1 : DIMENSIONNEMENT DES DESCENTES DES EP DE TOITURE

Diamètre intérieur des tuyaux (mm)	Surface en plan des toitures desservies
8	71
9	91
10	113
11	136
12	161
13	190
14	220
15	253
16	287

Tableau 4 de la DTU 60.11

Entrée d'eau avec moignon cylindrique (*)			Entrée d'eau avec moignon tronconique (*)				
Surface en plan collectée (m²) par une entrée d'eau		Diamètre minimal (mm) du tuyau d'évacuation ou du moignon	Surface en plan collectée (m²) par une entrée d'eau dont le moignon est tronconique				
à Ø normal	à Ø majoré (*)	(*)	à Ø normal	à Ø majoré (*)	D (mm)	d (mm) (*)	h (mm)
28		6 (*)	40	37	D = 2 d environ	6 (*)	h = 1,5 d
38		7 (*)	55	37		7 (*)	
50	53	8	71	47		8	
64	43	9	91	61		9	
79	53	10	113	75		10	
95	63	11	136	91		11	
113	75	12	161	107		12	
133	88	13	190	127		13	
154	103	14	220	147		14	
177	118	15	253	168		15	
201	134	16	287	191		16	
227	151	17	324	216		17	
254	169	18	363	242		18	
284	188	19	406	270		19	
314	209	20	449	300		20	
346	230	21	494	329		21	
380	253	22	543	362		22	
415	277	23	593	394		23	
452	302	24	646	430		24	
490	327	25	700	466		25	
530	400	26	758	570		26	
570	472	27	815	680		27	
615	550	28	880	785		28	
660	625	29	945	890		29	
700	700	30	1 000	1 000		30	
755	755	31					
805	805	32					
855	855	33					
908	908	34					
960	960	35					
1 000	1 000	36					

1 Un centimètre carré de section de tuyau de descente évacue un mètre carré de surface de toiture en plan
2 0,70 m² de section de tuyau de descente évacue un mètre carré de surface de toiture en plan
3 Les diamètres majorés concernent certains cas d'évacuation des eaux pluviales raccordée à des toitures comportant un revêtement d'éléments (tuiles ou éléments porteurs en tôle d'acier nervurée (cf DTU 43.3) ou en bois et panneaux dérivés du bois (cf DTU 43.4)
4 Le diamètre du moignon peut être légèrement inférieur pour tenir compte de l'épaisseur du matériau constitué
5 Les diamètres 6 et 7 cm ne sont utiles que pour les petites surfaces telles que balcons et loggias (cf DTU 43.1)

Tableau 5 de la DTU 60.11

