



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

Référence	Indice	Page
STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	1	1 / 1
Classement 1	EAU	
Classement 2	HYDROLOGIE	
Thème (s)	INONDATION	
Affaire		

Titre du document :

**RISQUE D'INONDATION EXTERNE INB 22 –
INSTALLATIONS PEGASE ET CASCAD**

CEA/DEN/CAD/DSTG/STL
DO 591 06/07/17



17PPEC000814

diffusé le : 06/07/17

Champ d'application:

La note présente l'étude du risque d'inondation externe par la pluie pour l'INB22 (installations PEGASE et CASCAD) conformément aux prescriptions du Guide ASN n°13.

Destinataires internes CEA	Destinataires externes CEA
Chef d'installation de l'INB 22 Ingénieur sûreté réexamen pour l'INB 22 (SA2S/CARS) Chef de service STL Chef de groupe et chargés d'Affaires STL/GFD	

Historique des évolutions d'indice

Indice	Date	Commentaires
1	06/07/2017	Version initiale
2	25/08/2017	Intégration des commentaires INB 22 et CARS envoyés par email en date du 21/08 et 23/08
3	29/08/2017	Intégration des commentaires INB 22 et CARS suite aux échanges par email des 28 et 29/08
4	30/07/2019	Prise en compte des remarques IRSN dans le cadre de l'instruction de ce dossier

Nom	CORRE Rozenn	THOUVENIN Margot	ABRAN Thierry
Visa			
	RÉDACTEUR	VÉRIFICATEUR	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
☐	☐	☐	☐	☒

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 2 / 72
--	---	-----------------	--------------------

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	5
2. REFERENTIELS D'ETUDE	5
2.1. DOCUMENTS DE REFERENCE	5
2.2. PLUIE DE REFERENCE	5
3. METHODOLOGIE	7
4. PRESENTATION DE L'INSTALLATION	8
4.1. PERIMETRE DE L'ETUDE	8
4.2. SITUATION DE REFERENCE POUR LE RISQUE INONDATION (SRI)	10
5. APPROCHE QUANTITATIVE DU RISQUE PLUVIAL	11
5.1. DEBORDEMENT DU RAVIN DE LA BETE (SRI N°1)	11
5.2. DEBIT GENERE PAR LE BASSIN VERSANT AMONT (SRI N°2)	11
5.3. DEBIT GENERE PAR L'INSTALLATION (SRI N°3)	17
5.4. CONCLUSION SUR LES DEBITS A EVACUER ET A COLLECTER	19
6. ANALYSE DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES	20
6.1. OSSATURE DU RESEAU PLUVIAL	20
6.2. METHODOLOGIE DE CALCUL ET D'ANALYSE DES RESEAUX D'EAUX PLUVIALES	22
6.3. CALCUL DE LA CAPACITE D'EVACUATION DES RESEAUX ET ANALYSE	23
6.4. CONCLUSION	29
7. DESCENTES D'EAU PLUVIALE	31
7.1. ANALYSES DES TOITS TERRASSES	31
7.2. CONFORMITE VIS-A-VIS DU DTU60.11	36
7.3. CONFORMITE VIS-A-VIS DU GUIDE ASN	39
7.4. SYNTHESE SUR LE DIMENSIONNEMENT	40
8. GESTION DU RUISSELLEMENT DE SURFACE	41
8.1. SENS PREFERENTIEL D'ECOULEMENT DE SURFACE.	41
8.2. POINTS POTENTIELS D'ENTREES D'EAU DE RUISSELLEMENT DANS LES BATIMENTS.	42
8.3. ACTIONS ET MESURES PREVENTIVES	45
8.4. EVACUATIONS OBSTRUEES POUR LA PLUIE DE REFERENCE.....	47
8.5. CONCLUSION	53
9. CONCLUSION	54

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 3 / 72
--	---	-----------------	--------------------

LISTE DES FIGURES

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.	6
Figure 2 : Localisation de l'installation.	8
Figure 3 : Périmètre de l'INB 22 – PEGASE CASCAD.	9
Figure 4 : Bassins versant amont de l'INB 22 - PEGASE CASCAD.....	12
Figure 5 : Exutoire du BV amont N° 1.....	13
Figure 6 : Exutoires des BV amont N°2 et BV amont N° 3.....	13
Figure 7 : Exutoires du BV latéral installation N°4.....	14
Figure 8 : Bassins versants de l'installation et points exutoires.....	17
Figure 9 : Ossature du réseau d'eau pluviale de l'installation.	21
Figure 10 : Organisation des toitures de PEGASE CASCAD.....	31
Figure 11 : Trop plein.....	36
Figure 12 : Ecoulement de surface.	41
Figure 13 : Galeries techniques entre CASCAD et PEGASE.....	44
Figure 14 : Implantation des zones identifiées pour la simulation d'obstruction.....	47
Figure 15 : Zone d'accumulation d'eau en cas d'obstruction de la grille A.....	48
Figure 16 : Zone d'accumulation d'eau en cas d'obstruction de la grille B.....	49
Figure 17 : Zone d'accumulation d'eau en cas d'obstruction de la grille C.....	51
Figure 18 : Ecoulement des eaux de ruissellement sur la voirie au droit de la porte 10E	52
Figure 19 : Zone d'accumulation d'eau en cas d'obstruction caniveau au Nord du bâtiment 216	52

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Vitesse de ruissellement en fonction de la pente (Techniques de l'Ingénieur).....	15
Tableau 2 : Débits centennaux à évacuer.....	19
Tableau 3 Valeurs de coefficient de Strickler (Techniques de l'Ingénieur).	22
Tableau 4 : Capacité d'évacuation du réseau pluvial (conduites enterrées).	24
Tableau 5 : Capacité des fossés à ciel ouvert de collecte des eaux pluviales.	24
Tableau 6 : Correspondance Q100 / Tronçon exutoire.....	25
Tableau 7 : Tableau récapitulatif du dimensionnement des descentes de l'installation PEGASE.	38
Tableau 8 : Tableau récapitulatif du dimensionnement des descentes de l'installation CASCAD.....	39
Tableau 9 : Tableau de synthèse des toitures de l'installation PEGASE, conformité ASN.	39
Tableau 10 : Tableau de synthèse des toitures de l'installation CASCAD, conformité ASN.....	40

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 4 / 72
--	---	-----------------	--------------------

Tableau 11 : Points d'entrée d'eau de l'installation PEGASE	43
Tableau 12 : Points d'entrée d'eau de l'installation CASCAD.....	43
Tableau 13 : Hauteur /Surface et volume accumulés au droit de la grille B.	50

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Plan des BV naturels en amont de l'installation.....	55
Annexe 2 : Plan des BV de l'installation	57
Annexe 3 : Plan d'ossature du réseau	59
Annexe 4 : Plan des toitures.....	61
Annexe 5 : tableau DTU 60.11	63
Annexe 6 : Plan des écoulements de surface	64
Annexe 7 : Plan de positionnement des portes	66
Annexe 8 : Plans de simulation d'obstruction.....	68

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 5 / 72
--	---	-----------------	--------------------

1. PREAMBULE

La présente étude d'analyse de risque inondation externe est réalisée dans le cadre du réexamen de sûreté de l'installation INB 22.

L'INB22 est constituée de deux installations distinctes :

- ✓ PEGASE (bâtiment 216)
- ✓ CASCAD (bâtiment 736).

L'ossature du réseau d'eaux pluviales des deux installations ayant un des exutoires commun et l'étude des bassins versants amont et de l'installation ayant des points communs, le présent rapport traite les deux installations. Toutefois, ces deux installations feront l'objet de descriptifs spécifiques dans les chapitres suivants.

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 de Cadarache, 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.

2.2. PLUIE DE REFERENCE

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

$$a = 6,1$$

$$b = -0,44$$

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-après.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 6 / 72
--	---	-----------------	--------------------

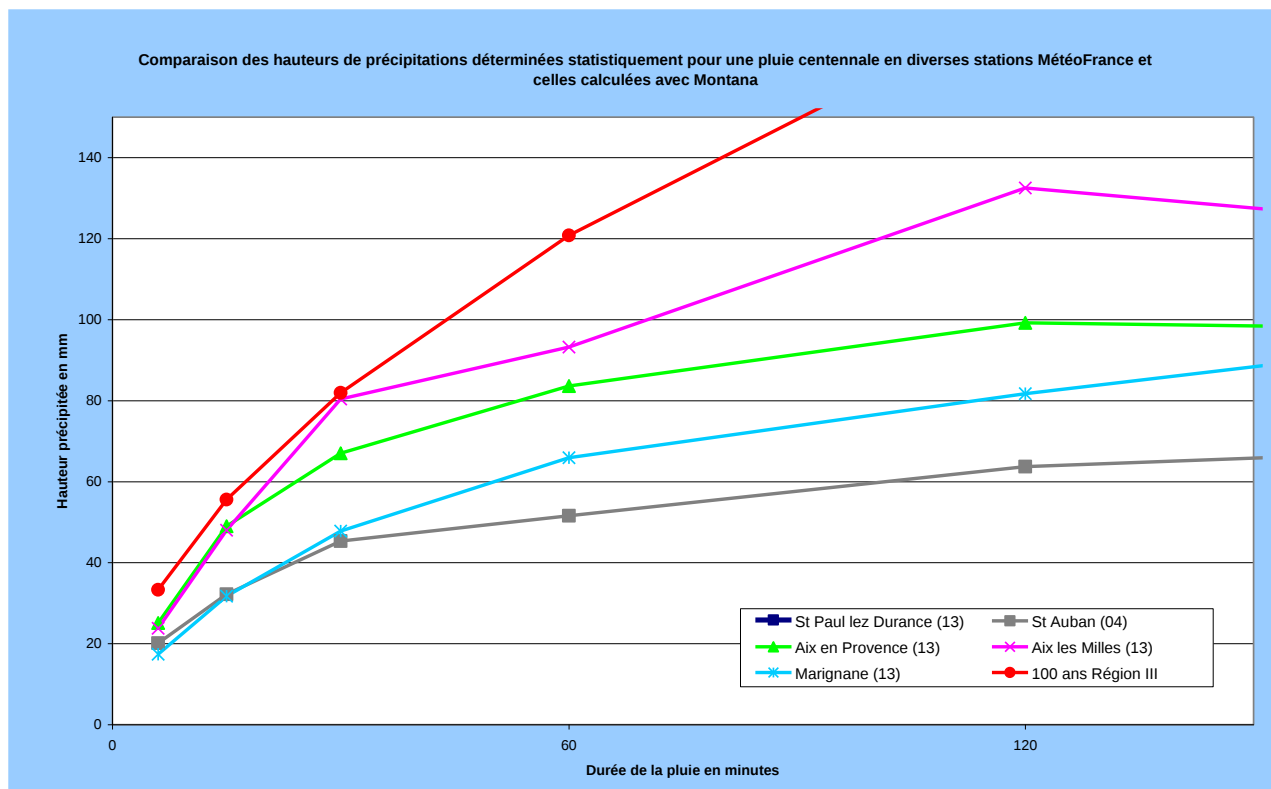


Figure 1 Comparaison de la pluie centennale de Montana par rapport à la pluviométrie issue des données Météo France en prenant les bornes supérieures à 70% de l'intervalle de confiance.

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.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 7 / 72
--	---	-----------------	--------------------

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.

Les hypothèses de calcul de départ sont basées sur l'Instruction Technique de 1977 (IT77). 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'IT77, de même que la formule rationnelle pour les débits de ruissellement, préconisée dans le guide ASN n°13.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 8 / 72
--	---	-----------------	--------------------

4. PRESENTATION DE L'INSTALLATION

4.1. PERIMETRE DE L'ETUDE

Les installations PEGASE et CASCAD sont situées en rive droite du Ravin de la Bête qui traverse le centre de Cadarache d'Est en Ouest le long de la route des piles. La cote moyenne de la voirie de l'INB 22 est de 292-293 mNGF.

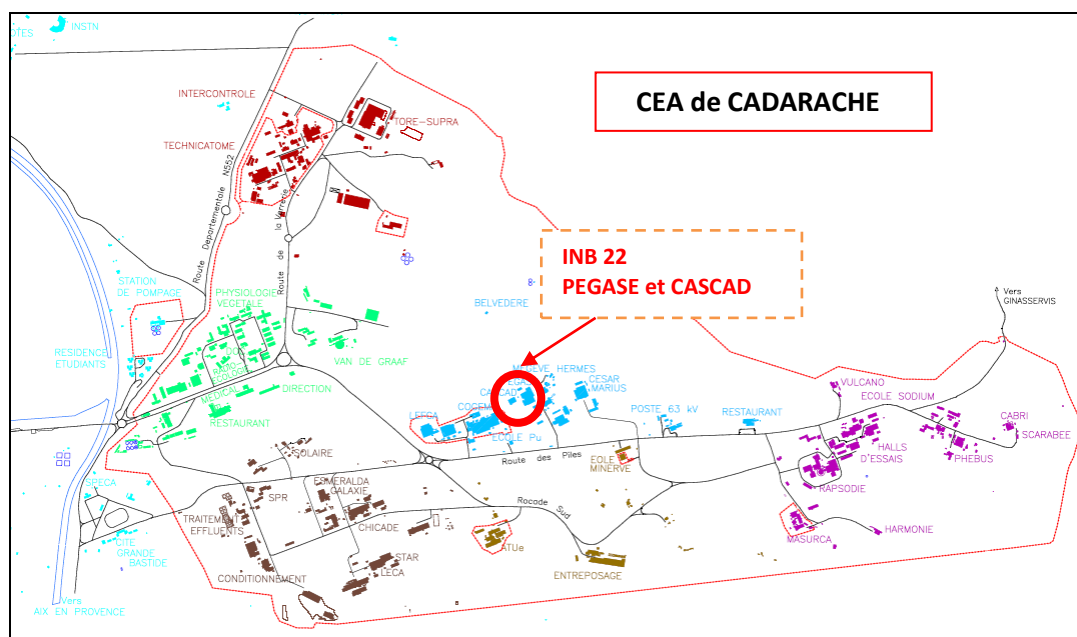


Figure 2 : Localisation de l'installation.

Le périmètre de l'INB 22, objet de cette étude inondation externe, est indiqué sur la figure 3 à la page suivante.

L'installation PEGASE, située au bâtiment 216, comprend :

- Un bâtiment principal constitué de 5 niveaux, enterré sur 12 m, abritant des entreposages de combustibles irradiés et des fûts contenant des sous-produits de fabrication d'éléments
- Des bâtiments annexes, accolés au bâtiment principal abritant des circuits et équipements contribuant au fonctionnement de l'installation (circuits eau, ventilation, électrique) ainsi qu'un abri sous lequel est implanté le Groupe Electrogène Fixe (GEF) de l'installation ;
- Le bâtiment abritant les aéroréfrigérants (bâtiment 226), avec un accès à la galerie technique reliant ce dernier au bâtiment principal. Ces aéroréfrigérants ne sont plus en service.

L'installation CASCAD, située au bâtiment 736, comprend :

- Un hall de réception ;
- Deux cellules de déchargement et d'une cellule d'entreposage ;
- De locaux techniques.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 9 / 72
--	---	-----------------	--------------------

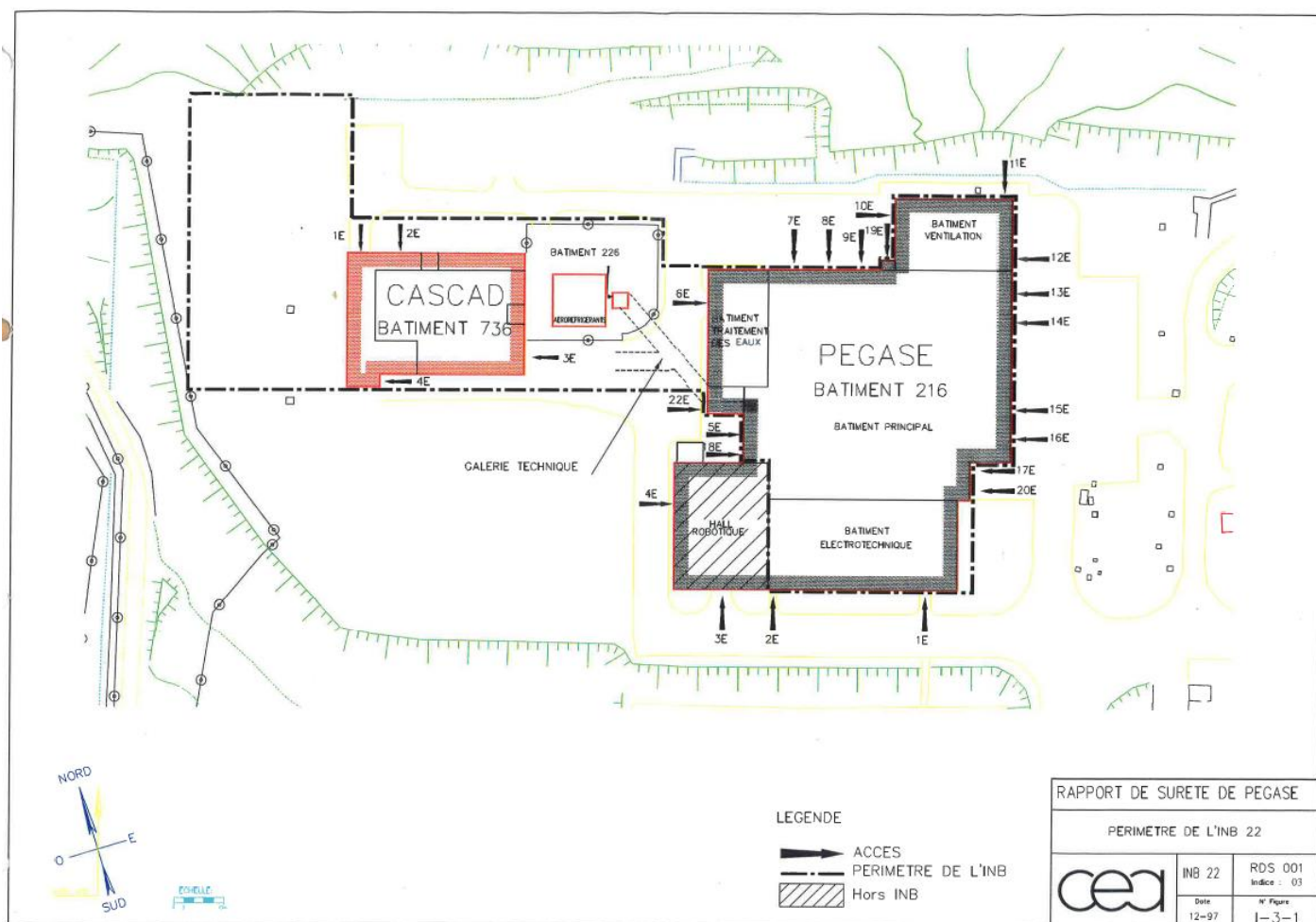


Figure 3 : Périmètre de l'INB 22 – PEGASE CASCAD.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 10 / 72
--	---	-----------------	---------------------

4.2. SITUATION DE REFERENCE POUR LE RISQUE INONDATION (SRI)

Conformément au Guide ASN n°13 « Protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes », les différentes situations de risque inondation étudiées dans les chapitres suivants pour les installations PEGASE et CASCAD sont :

- Débordement du Ravin de la Bête. (SRI 1)
- Crue du bassin versant amont. (SRI 2)
- Gestion des eaux pluviales propre à l'INB. (SRI 3)

Nota :

1) La remontée de nappe ne sont pas traitées dans la présente étude.

2) La proximité de la Durance est sans impact en cas de crue extrême pour l'installation.

L'éloignement avec la Durance, l'écart topographique et la présence de barrières hydrographiques telles que l'autoroute et le canal EDF conduisent à écarter tout risque d'inondation du Centre par une crue naturelle de la Durance.

3) La rupture d'un ouvrage de retenue type barrage est sans impact pour l'installation :

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.

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).

Il s'avère que l'onde de submersion la plus pessimiste en termes de surélévation du plan d'eau correspond à la rupture du barrage de Serre-Ponçon. Cette onde atteindrait Cadarache en 5h40min après la rupture du barrage ; elle se traduirait par un pic de débit de l'ordre de 60 000 m³/s sur quelques heures. A noter qu'une crue centennale simultanée représenterait un débit supplémentaire de 5 000 m³/s ce qui ne modifierait pas sensiblement la cote maximale atteinte par l'onde de submersion. La cote maximale atteinte serait de 265 m NGF.

L'INB 22 PEGASE CASCAD, qui se trouve au-dessus de cette cote (environ 293 m NGF), ne serait pas touchée par l'onde de submersion.

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

L'analyse structurelle des réservoirs et des chambres à vannes associées (groupement des réservoirs de 2500 m³ et de 1000 m³) a mis en évidence que jusqu'à un séisme d'environ 2 fois le SMS, il peut se produire quelques fuites localisées, mais une vidange rapide des réservoirs par rupture brutale est à exclure. Le positionnement en crête topographique des réservoirs permet de considérer que les eaux de fuite seront rapidement canalisées vers le réseau hydrographique naturel (fond de thalwegs environnants) et/ou par le réseau pluvial du Centre. Cette analyse a permis de conclure à l'absence de conséquences vis-à-vis du Centre CEA/Cadarache.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 11 / 72
--	---	-----------------	---------------------

5. APPROCHE QUANTITATIVE DU RISQUE PLUVIAL

5.1. DEBORDEMENT DU RAVIN DE LA BÊTE (SRI N°1)

Les eaux pluviales du bassin versant des installations PEGASE et CASCAD se rejettent dans l'ovoïde canalisé de Carcy, avec un fil d'eau à la côté approximative de 278 mNGF et la zone potentiellement inondable, à l'entrée de l'ovoïde, est située à une cote maximale de 289 mNGF.

Avec une cote topographique de l'ordre de 292-293 mNGF, les installations PEGASE et CASCAD sont alors situées hors de la zone inondable générée par le débordement du lit mineur du Ravin de la Bête.

5.2. DEBIT GENERE PAR LE BASSIN VERSANT AMONT (SRI N°2)

Afin de quantifier le risque inondation externe par le(s) bassin(s) versant (s) en 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'étude de ce SRI est réalisé via une analyse topographique et visites sur le terrain pour le découpage des bassins versants amont et le calcul du débit de ruissellement généré par ces derniers.

Analyses topographiques :

L'analyse des données topographiques, nous permet de déterminer que le bassin versant amont principal de l'INB 22 est formé de 4 sous bassins versants distincts qui viennent se rejeter dans les fossés terres en périphérie de l'installation ainsi que dans le réseau pluvial incluant l'exutoire final des eaux pluviales de l'installation PEGASE.

- Le bassin versant 1 (BV1) :

Il se situe en totalité en amont de l'installation CASCAD et en partie en amont de l'installation PEGASE. D'une surface de 2,7 ha d'espace naturel boisé, il est situé au Nord de l'installation CASCAD et au Nord-Ouest de l'installation PEGASE et se rejette dans un fossé terre puis dans un caniveau béton, au Nord et Nord-ouest de l'INB 22.

- Le bassin versant 2 (BV2) :

Il se situe uniquement en amont de l'installation PEGASE. D'une surface de **3,4 ha** composé d'espace naturel boisé, il se rejette dans un fossé béton au Nord du bâtiment 216 et dans des fossés terre au Nord-est de l'installation puis collecté dans le réseau d'eaux pluviales à l'Est de l'installation PEGASE (hors INB 22).

- Le bassin versant 3 (BV3) :

Il est situé au Nord-Est de l'installation PEGASE, en position latérale. D'une surface de **7.3 ha** en zone boisée, il se rejette dans un fossé terre longeant le flanc de la colline et rejoignant l'exutoire du bassin versant 2.

NB : une partie des eaux de ce bassin versant se rejette également dans d'autres thalwegs naturels que le fossé terre cité ci-dessus. Toutefois, par principe de prudence scientifique, nous avons pris l'hypothèse que les eaux issues de ce BV rejoignent l'exutoire du BV n°2.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 12 / 72
--	---	-----------------	---------------------

- Le BV latéral installation N° 4 (BV4) :

L'analyse de l'ossature du réseau pluvial nous amène à étudier un quatrième bassin versant, en position latérale par rapport à l'INB 22. D'une surface urbanisée de 0,95 ha, il se rejette dans un exutoire commun avec le réseau d'évacuation pluvial de l'installation PEGASE, au Sud-est de l'INB22.

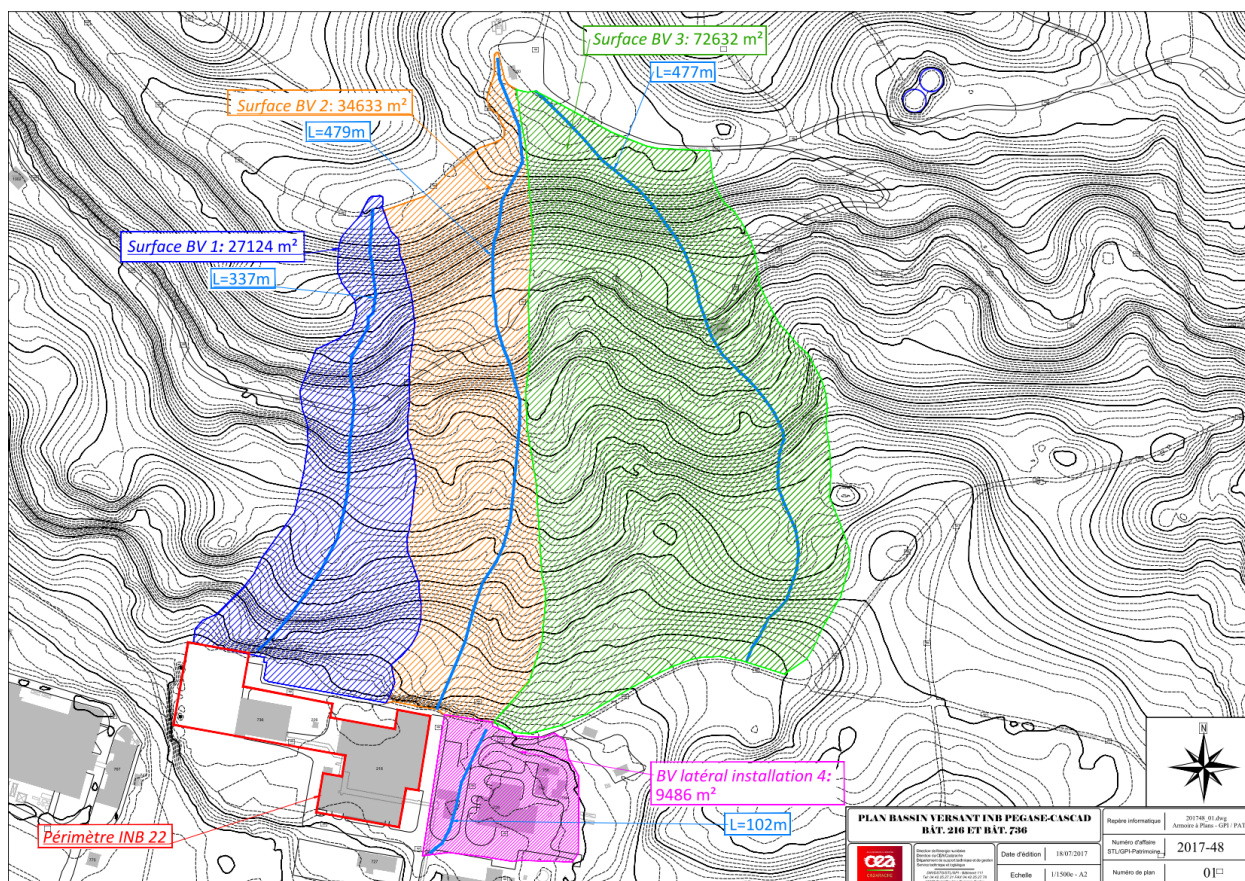


Figure 4 : Bassins versant amont de l'INB 22 - PEGASE CASCAD

Cf. annexe 1 : plan des bassins versant amont et latéral de l'INB 22

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 13 / 72
--	---	-----------------	---------------------

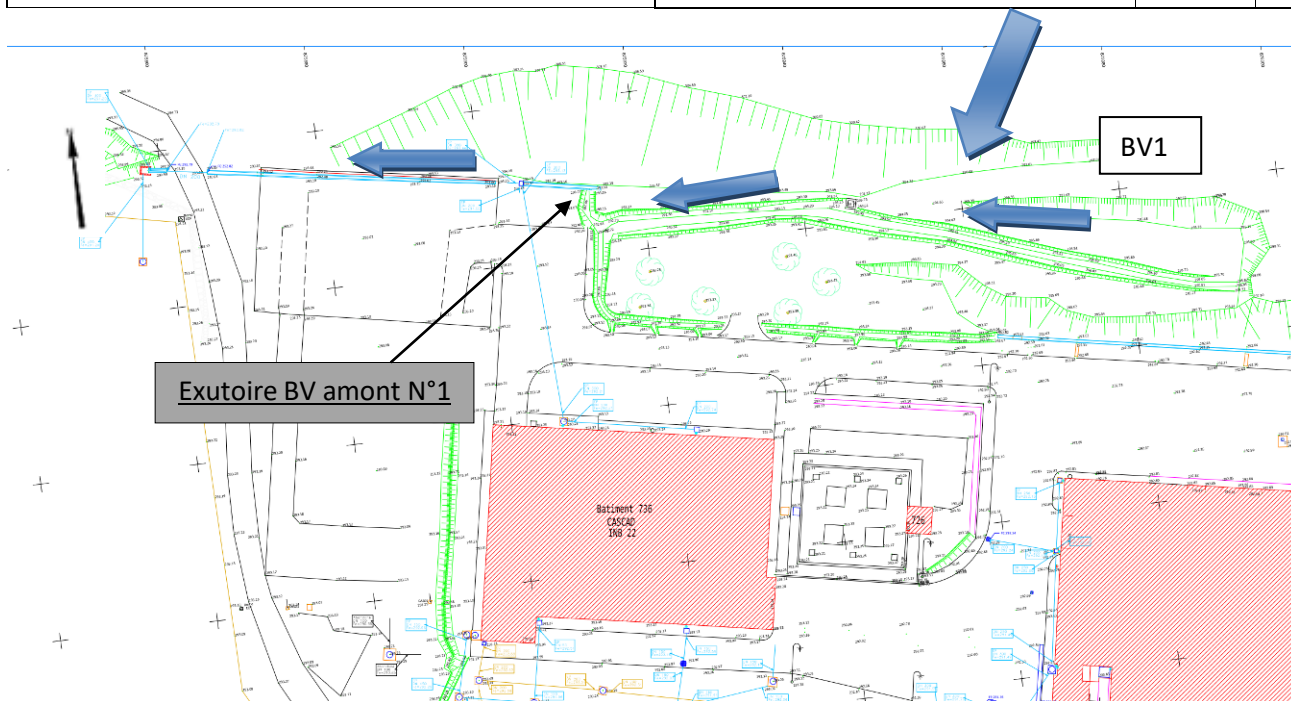


Figure 5 : Exutoire du BV amont N° 1

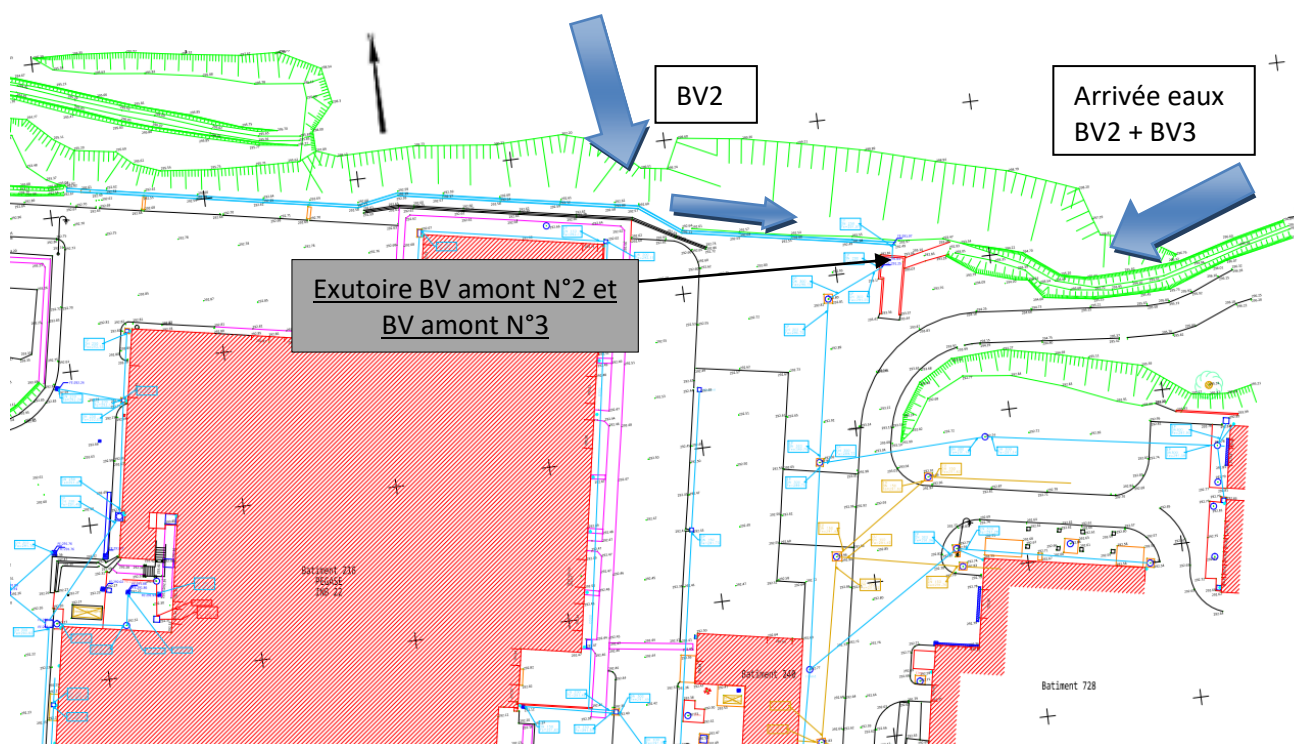


Figure 6 : Exutoires des BV amont N°2 et BV amont N° 3

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 15 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Méthode de calcul du débit de ruissellement d'un bassin versant

Par la méthode rationnelle (méthode la plus adaptée à un bassin versant végétalisé de petite taille), on obtient une évaluation du débit d'occurrence décennale au point amont par la formule 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, **égal à 0,1 (zone forestière) et égal à 0,9 pour les zones urbanisées.**

NB : en cas de zone mixte (boisée et urbaine), nous calculons selon l'instruction technique relative au réseau d'assainissement des agglomérations de 1977 un

$$C_{eq} = \frac{\sum_i C_i S_i}{\sum_i S_i} \text{ Avec } S_i \text{ la surface du BV } i \text{ de coefficient } C_i.$$

i : Intensité de la pluie en m³/s/ha

L'intensité de la pluie en m³/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 :

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

où L est le chemin hydraulique en m et $V_{strickler}$ 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)

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 16 / 72
--	---	-----------------	---------------------

- Calcul du débit du **BV amont 1** de l'installation CASCAD

Le bassin versant n°1 d'une surface de 2,71 ha totalement végétalisé, de chemin hydraulique égal à 337 m allant de la cote NGF 385 à 294 m possède une pente de 27 %. On calcule alors une vitesse égale à 1,79 m/s.

A partir des expressions précédentes, l'évaluation du débit d'occurrence décennale donne un temps de concentration inférieur à 6 min (3 min). On prend alors un temps de concentration de 6 min qui correspond à la limite inférieure de validité de la formule de Montana. Et un coefficient de ruissellement de 0,1 (zone forestière) :

$$Q_{1-10} = 0,11 m^3 / s$$

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

$$Q_{1-100} = 2 \times Q_{1-10} = 0,22 m^3 / s$$

- Calcul du débit du **BV amont 2** de l'installation PEGASE

Le bassin versant n°2 d'une surface de 3,46 ha totalement végétalisé, de chemin hydraulique égal à 479 m possède une pente de 20,7%. La vitesse calculée est alors égale à 1,69 m/s.

En appliquant la formule rationnelle le temps de concentration est inférieur à 6 min (5 min). On prend alors un temps de concentration de 6 min qui correspond à la limite inférieure de validité de la formule de Montana. Et un coefficient de ruissellement de 0,1 (zone forestière)

On obtient un débit centennal de $Q_{2-100} = 0,27 m^3/s$

- Calcul du débit du **BV latéral 3** de l'installation PEGASE

De la même manière pour le bassin versant n°3 d'une surface de 7,26 ha de chemin hydraulique de 477 m et de pente 18,9%. La vitesse calculée est alors égale à 1,65 m/s.

En appliquant la formule rationnelle le temps de concentration est inférieur à 6 min (5 min). On prend alors un temps de concentration de 6 min qui correspond à la limite inférieure de validité de la formule de Montana. Et un coefficient de ruissellement de 0,1 (zone forestière)

On obtient un débit centennal de $Q_{3-100} = 0,52 m^3/s$

- Calcul du débit du **BV latéral 4** de l'installation PEGASE

De la même manière pour le bassin versant latéral 4 de l'installation PEGASE d'une surface de 0,95 ha et de chemin hydraulique d'environ 102 m pour une pente de 1%. On calcule alors une vitesse égale à 0,5 m/s.

En appliquant la formule rationnelle, le temps de concentration trouvé est inférieur à 6 min (3 min). On prend alors un temps de concentration de 6 min qui correspond à la limite inférieure de validité de la formule de Montana. Et un coefficient de ruissellement de 0,1 (zone forestière)

On obtient un débit centennal de $Q_{4-100} = 0,79 m^3/s$

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 17 / 72
--	---	-----------------	---------------------

5.3. DEBIT GENERE PAR L'INSTALLATION (SRI N°3)

Les infrastructures hydrauliques doivent évacuer les eaux de ruissellement générées par les bassins versants amont et latéral mais également celles générées par l'installation elle-même.

L'ossature du réseau pluvial de l'installation nous amène à considérer 4 bassins versant urbains distincts, tels que représentés ci-dessous :

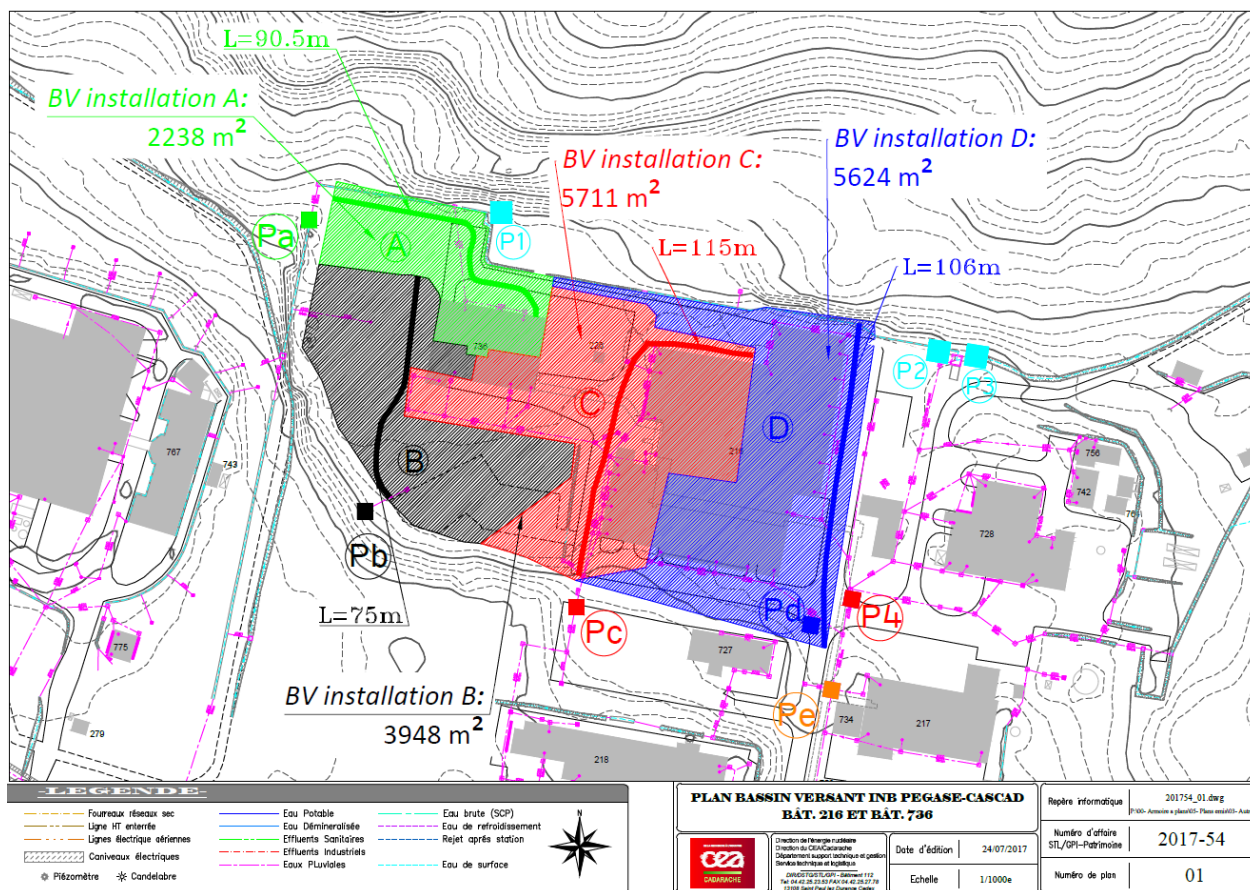


Figure 8 : Bassins versants de l'installation et points exutoires.

Cf. annexe 2 : plan des bassins versants de l'installation

L'installation CASCAD est concernée par les bassins versants A, B et une partie du bassin versant C.

L'installation PEGASE est concernée par une partie du bassin versant C et le bassin versant D.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 18 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Pour le bassin versant A, en appliquant la formule rationnelle, le temps de concentration est égal à 15,4 min. La surface du bassin est de 2 240 m² environ. Nous utilisons un coefficient de ruissellement de 0,9 (zone urbanisée).

On obtient alors : $Q_{100A} = 2 \times Q_{10A} = 0,15 m^3 / s$

De la même façon nous déterminons les débits d'occurrence centennale pour :

- Le bassin versant B :

En appliquant la formule rationnelle le temps de concentration est inférieur à 6 min (5 min). On applique alors un temps de concentration égal à 6 min, ce qui correspond à la limite inférieure de validité de la formule de Montana. La surface du bassin est de 3 950 m² environ. Le coefficient de ruissellement est de 0,9 (zone urbanisée).

On obtient : $Q_{100B} = 2 \times Q_{10B} = 0,37 m^3 / s$

- Le bassin versant C :

En appliquant la formule rationnelle le temps de concentration est inférieur à 6 min (4 min). On applique alors un temps de concentration égal à 6 min, ce qui correspond à la limite inférieure de validité de la formule de Montana. La surface du bassin est de 5 710 m² environ. Le coefficient de ruissellement est de 0,9 (zone urbanisée).

On obtient : $Q_{100C} = 2 \times Q_{10C} = 0,51 m^3 / s$

- Le bassin versant D :

En appliquant la formule rationnelle le temps de concentration est égal à 8,8 min. La surface du bassin est de 5 625 m² environ. Le coefficient de ruissellement est de 0,9 (zone urbanisée).

On obtient : $Q_{100D} = 2 \times Q_{10D} = 0,43 m^3 / s$

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 19 / 72
--	---	-----------------	---------------------

5.4. CONCLUSION SUR LES DEBITS A EVACUER ET A COLLECTER

Dans l'Instruction Technique de 1977, il est écrit au paragraphe 2.2 que : « *Le cumul pur et 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.* »

Ainsi, on ne cumule que les débits qui ont un temps de concentration similaire.

On considère alors pour les huit bassins versants déterminés, neuf points exutoires :

- P1 est l'exutoire du bassin versant n°1 (BV1), en amont de l'installation CASCAD,
- P2 est l'exutoire du bassin versant n°2 (BV2), en amont de l'installation PEGASE,
- P3 est l'exutoire du bassin versant n°3 (BV3) en position latérale de l'installation PEGASE et rejoignant un réseau commun avec l'exutoire P2,
- P4 est l'exutoire du bassin versant installation 4 (BV4), en position latérale de l'installation PEGASE et des bassins versants BV2 et BV3,
- Pa est l'exutoire du bassin versant A de l'installation CASCAD et de BV1,
- Pb est l'exutoire du bassin versant B de l'installation CASCAD,
- Pc est l'exutoire du bassin versant C des installations PEGASE et CASCAD,
- Pd est l'exutoire du bassin versant D de l'installation PEGASE,
- Pe est l'exutoire des bassins versant 2, 3, 4 et du bassin versant D.

Soient les débits à évacuer aux différents points :

Point	Q 100 correspondant	Q100 (m ³ /s)
P1	Q_{BV1}	0,22
P2	Q_{BV2}	0,27
P3	Q_{BV3}	0,52
P4	$\text{Max} (Q_{BV4} ; Q_{BV2} + Q_{BV3})$	0,79
Pa	$\text{Max} (Q_{BVA} ; Q_{BV1})$	0,22
Pb	Q_{BVB}	0,37
Pc	Q_{BVC}	0,51
Pd	Q_{BVD}	0,43
Pe	$\text{Max} (Q_{BVD} ; \text{max} (Q_{BV4} ; Q_{BV2} + Q_{BV3}))$	0,79

Tableau 2 : Débits centennaux à évacuer.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 20 / 72
--	---	-----------------	---------------------

6. ANALYSE DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES

6.1. OSSATURE DU RESEAU PLUVIAL

La collecte des eaux de pluie des installations PEGASE et CASCAD est assurée par un réseau de fossés à ciel ouvert en terre ou béton et par des réseaux de conduites enterrées. Une partie des eaux issues de la voirie et de la toiture du bâtiment de l'installation CASCAD rejoint le réseau d'eaux pluviales de l'installation PEGASE, à l'Ouest du bâtiment 216.

Globalement, l'ossature du réseau d'eaux pluviales de l'INB 22 peut être décrite ainsi :

- Un fossé béton à ciel ouvert, situé au Nord-ouest de l'installation CASCAD, collecte les eaux pluviales du bassin versant amont 1 collectées par un fossé à ciel ouvert en terre ainsi que les eaux du BV A de l'installation CASCAD via des fossés à ciel ouvert et un réseau enterré (toiture du bâtiment 736 et voirie au Nord de CASCAD), vers l'exutoire Pa (canalisation 54) ;
- Un réseau de canalisations enterrées au Sud de l'installation CASCAD et à l'Ouest de l'installation PEGASE et un fossé à ciel ouvert, collectant les eaux pluviales de voirie du BV C et d'une partie des toitures des bâtiments 736 et 216, vers l'exutoire Pc (canalisation 49) ;
- Un réseau de fossés à ciel ouvert en terre, situés à l'Ouest et Sud-ouest de l'installation CASCAD, collectant une partie des eaux de toiture du Bât 736 ainsi que les eaux des surfaces enherbées, se rejetant dans une canalisation enterrée, vers l'exutoire Pb (canalisation 55).
- Un fossé béton au Nord de l'installation PEGASE qui collecte les eaux pluviales du bassin versant 2 et une petite partie de la voirie au Nord du bâtiment 216, vers l'exutoire commun P2 et P3 (hors INB 22) (canalisations 14 et 15) ;
- Un réseau de canalisations enterrées, collectant les eaux pluviales de toiture et de voiries du BV D (Nord-est, Est et Sud/Sud-ouest) de l'installation PEGASE, vers l'exutoire Pd (canalisations 9 et 10). Ce réseau rejoint le réseau de canalisations enterrées des installations adjacentes à l'Est (Bâtiments 728, 742, 756, etc.), vers l'exutoire Pe (canalisation 13) ;

L'ossature du réseau d'eaux pluviales comprenant les différents tronçons numérotés, afin de calculer les capacités d'évacuation de chaque tronçon étudié, est présentée à la figure à la page suivante.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 22 / 72
--	---	-----------------	---------------------

6.2. METHODOLOGIE DE CALCUL ET D'ANALYSE DES RESEAUX D'EAUX PLUVIALES

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 $V = k R^{2/3} I^{1/2}$ (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 3 Valeurs de coefficient de Strickler (Techniques de l'Ingénieur).

La pente a été fixée à 1% en l'absence de donnée (hypothèse pénalisante). Le calcul a été réalisé avec une hypothèse de remplissage de 95%. Les K_s ont été pris égaux à 60 pour les canalisations enterrées et les caniveaux béton et égaux à 20 pour les fossés en terre.

A l'issue des calculs de la capacité d'évacuation de chaque tronçon de réseau d'eaux pluviales identifié sur l'installation étudié, les étapes suivantes sont réalisées :

- Une analyse de ces résultats vis-à-vis des anomalies hydrauliques identifiés (mise en évidence de points singuliers vis-à-vis de diamètres, pentes, débits pour exemple) et du risque de débordement des réseaux d'eaux pluviales, reposant principalement sur l'analyse du plan topographique et des enjeux vis-à-vis du risque inondation externe de l'installation en cas de débordement ;
- La comparaison entre les débits issus du ruissellement des eaux pluviales (« débit à évacuer ») des bassins versants identifiés (cf. chapitre 5.2 et 5.3) et les capacités d'évacuation des tronçons exutoires du réseau d'eaux pluviales de ces bassins versants ainsi que de certains tronçons secondaires en découpant si nécessaire chaque bassin versant identifié en fonction de la nature du réseau d'eaux pluviales de l'installation et de l'analyse précédente (ex. tronçons pertinents de l'amont à l'aval d'un bassin versant, tronçon à l'aval d'une jonction de réseaux d'eaux pluviales au sein d'un même bassin versant, etc.).

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 23 / 72
--	---	-----------------	---------------------

6.3. CALCUL DE LA CAPACITE D'ÉVACUATION DES RESEAUX ET ANALYSE

Les résultats des calculs des capacités d'évacuation des tronçons, collectant les eaux pluviales, sont synthétisés dans les tableaux suivants (conduites enterrées et fossés à ciel ouvert).

Légende : tronçon exutoire.

Conduites enterrées

Bassin versant concerné	N° tronçon	Diamètre (mm)	Pente (m/m)	Vitesse (m/s)	Débit (capacité d'évacuation) (m³/s)
BV A (CASCAD)	50	200	0,0265	1,5	0,045
	51	300	0,0026	0,6	0,041
	52	200	0,0060	0,7	0,021
	53	300	0,0101	1,2	0,081
	54	400	0,0737	7,5	0,924
BVB(CASCAD)	55	300	0,3516	6,9	0,481
BV C CASCAD et PEGASE	31	250	0,0115	1,1	0,053
	32	200	0,0146	1,1	0,033
	33	250	0,0315	1,8	0,088
	34	300	0,0341	2,2	0,150
	35	300	0,0162	1,5	0,103
	36	150	0,0100	0,7	0,013
	37	150	0,0373	1,4	0,025
	38	150	0,0474	1,6	0,028
	39	150	0,0136	0,9	0,015
	40	150	0,0550	1,7	0,030
	41	200	0,0075	0,8	0,024
	42	200	0,0005	0,2	0,006
	43	300	0,0190	1,6	0,112
	44	300	0,0040	0,7	0,051
	45	300	0,0575	2,8	0,194
	46	200	0,0150	1,1	0,034
	47	300	0,0241	1,8	0,126
	48	200	0,1775	3,8	0,116
	49	400	0,1084	4,7	0,575

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 24 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Bassin versant concerné	N° Canalisations	Diamètre (mm)	Pente (m/m)	Vitesse (m/s)	Débit (capacité d'évacuation) (m³/s)
BV D PEGASE	1	150	0,024	1,1	0,020
	2	150	0,007	0,6	0,011
	3	200	0,011	0,8	0,014
	4	300	0,010	1,1	0,079
	5	150	0,005	0,5	0,009
	6	300	0,065	3,0	0,207
	7	150	0,000	0,1	0,002
	8	150	0,001	0,2	0,004
	9	150	0,095	2,3	0,039
	10	300	0,057	2,8	0,194
	11	300	0,008	1,1	0,075
BV4 +BVD PEGASE	12	500	0,029	2,8	0,542
	13	600	0,035	3,5	0,964
BV2 et BV3	14	250	0,313	5,8	0,279
	15	300	0,156	4,6	0,320

Tableau 4 : Capacité d'évacuation du réseau pluvial (conduites enterrées).

Fossés à ciel ouvert

	FOSSES		Largeur Base (m)	Largeur Max (m)	Hauteur d'eau (m)	Strickler	Pente (m/m)	Vitesse (m/s)	Débit (capacité d'évacuation) (m³/s)
BV Amont	Fossé 1 A	Terre	0,4	1,3	0,4	20	0,0624	1,78	0,604
	Fossé 1 B	Terre	0,7	1,1	0,3	20	0,0124	0,78	0,247
	Fossé 9	Terre	0,7	1,2	0,6	20	0,2614	4,4	2,524
BV A	Fossé 2	Terre	0,4	1	0,2	20	0,0000	0,63	0,088
	Caniveau 1	Béton	0,35	0,5	0,23	60	0,0137	1,69	0,165
	Caniveau 2	Béton	0,35	0,5	0,23	60	0,0075	1,24	0,122
	Caniveau 3	Béton	0,35	0,5	0,23	60	0,0100	1,44	0,140
BV B	Fossé 3	Terre	0,4	1	0,2	20	0,0052	0,36	0,050
	Fossé 6	Terre	0,5	1,2	0,2	20	0,0460	1,10	0,187
	Fossé 7	Terre	0,5	1	0,2	20	0,0386	1,02	0,152
BC C	Fossé 4	Terre	0,5	1,3	0,4	20	0,0047	0,50	0,180
	Fossé 5	Terre	0,5	1,3	0,4	20	0,0121	0,80	0,290
BV D	Caniveau 4	Béton	0,35	0,35	0,5	60	0,0062	1,2	0,212
	Fossé 8	Terre	0,5	1,1	0,3	20	0,0110	0,66	0,159

Tableau 5 : Capacité des fossés à ciel ouvert de collecte des eaux pluviales.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 25 / 72
--	---	-----------------	---------------------

La comparaison entre le débit centennal des bassins versants, calculé au §5.2 et 5.3, et les capacités d'évacuation des réseaux d'eaux pluviales au niveau des tronçons exutoires est présentée dans le tableau ci-dessous.

Point exutoire	BV Concerné	Q 100 (m3/s)	Tronçons exutoires	Capacité d'évacuation (m³/s)
P1	BV1	0,22	Fossé 1A Fossé 1B Caniveau 1	0,604 0,247 0,165
P2	BV2	0,27	Caniveau 4 tronçon 14	0,212 0,279
P3	BV3	0,52	Fossé 9 Tronçon 15	2,524 0,320
P4	BV2, 3 et 4	0,79	Tronçon 12	0,542
Pa	BVA, BV1	0,22	Caniveau 1 Tronçon 53 Tronçon 54	0,165 0,081 0,924
Pb	BVB	0,37	Fossé 6 Fossé 7 Tronçon 55	0,187 0,152 0,481
Pc	BVC	0,51	Tronçon 49	0,575
Pd	BVD	0,11	Tronçon 10	0,194
Pe	BVD BV2, 3 et 4	0,79	Tronçon 12 Tronçon 13	0,542 0,964

Tableau 6 : Correspondance Q100 / Tronçon exutoire

Analyse :

L'analyse des capacités d'évacuation tronçon par tronçon montre quelques points singuliers qui s'expliquent par des changements de pente sans modification de diamètre ou des pentes trop faibles. (Minimum de pose 1%).

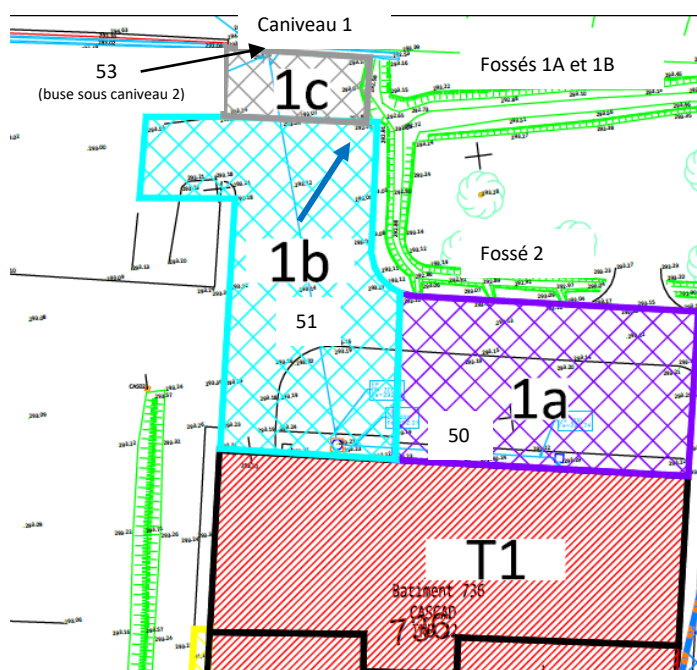
En théorie, les capacités d'évacuation doivent être croissantes de l'amont vers l'aval d'un tronçon, ce qui n'est pas le cas pour tous les bassins versants étudiés, nécessitant une analyse plus fine des réseaux secondaires.

BVA (Nord de l'installation CASCAD)

A noter que le caniveau béton 2 ainsi que le caniveau 3 et la buse 52 (hors INB) se situent à une altimétrie plus élevée que la canalisation 53 qui elle, collecte les eaux du caniveau 1 et de la buse 51. Au vu de la topographie et des surfaces naturelles drainées se dirigeant vers le caniveau 2, la buse 52 (capacité d'évacuation plus petite que celles des caniveaux 2 et 3) est suffisamment dimensionnée pour collecter les eaux collectées dans le caniveau 2.

Concernant les autres tronçons de ce BVA, une analyse plus fine de vérification du dimensionnement de certains réseaux secondaires a été réalisée.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 26 / 72
--	---	-----------------	---------------------



Les canalisations 50 et 51 collectent les eaux d'une partie de la toiture de CASCAD (T1) et arrivent en aval hydraulique du caniveau 1 puis sont collectées dans la buse 53.

Le fossé 2 collecte principalement les eaux de ruissellement d'une partie de la voirie au Nord de CASCAD (zone 1a)

Le caniveau 1 collecte les eaux issues du BV1 amont et des surfaces imperméabilisées (voiries zone 1a et 1b) et naturelles (zone 1c) puis les eaux sont dirigées vers la buse 53.

La comparaison entre les débits d'occurrence centennale à évacuer, estimés par la méthode rationnelle, et la capacité d'évacuation du tronçon secondaire étudié est présentée dans le tableau ci-dessous.

Réseaux secondaires étudiés	Surface (m ²)	Q100 (m ³ /s)	Capacité d'évacuation (m ³ /s)	Commentaires
51	490	0,041	0,041	-
Fossé 2	280	0,024	0,088	-
CAN 1	680 (S1a+1b+1c) 27100 (BVamont naturel)	0,053 0,22	0,165	
53	1170 (S1a à 1c +ST1) 27100 (BV amont naturel)	0,094 0,22	0,081	DN 300 et faible pente

Les réseaux nommés CAN1 et 53 sont sous dimensionnés pour une pluie d'occurrence centennale. Toutefois, après analyse topographique, le risque d'inondation externe de l'INB 22 est écarté en cas de débordement de réseaux. A noter que le réseau exutoire de ce bassin versant A, nommé 54, d'une capacité d'évacuation de 0,9 m³/s est suffisamment dimensionné pour une pluie d'occurrence centennale.

BVB (Ouest et Sud de l'installation CASCAD)

Les eaux ruisselant sur les surfaces non imperméabilisées se dirigent à l'Ouest et au Sud en aval hydraulique de l'INB22. Aucune analyse complémentaire n'est nécessaire.

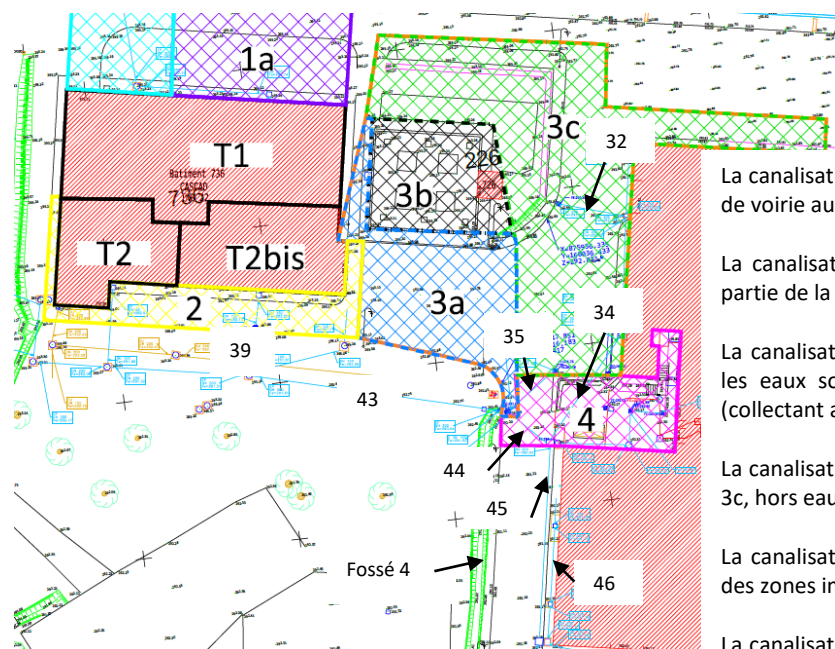
BVC (Sud de l'installation CASCAD et ouest de l'installation PEGASE)

En étudiant les principaux tronçons de l'amont vers l'aval, la capacité d'évacuation

- des réseaux 31 à 34 sont croissantes.
- des réseaux 37 à 43 sont croissantes, à l'exception du réseau 42 lié à une faible pente de ce réseau en DN 200. Après analyse topographique, en cas de débordement, les eaux s'écouleront vers le sud en aval hydraulique des installations ;

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 27 / 72
--	---	-----------------	---------------------

- des réseaux 45 à 49 ne sont pas toujours croissantes de l'amont vers l'aval d'un tronçon. A noter que le réseau 46 ne récupère qu'une partie de la toiture T5 uniquement, en parallèle du réseau 45. De plus, le réseau 45 collecte les eaux de pluie issus du ruissellement d'une partie au Sud de CASCAD et de l'Ouest de PEGASE, nécessitant une analyse plus fine des réseaux secondaires.



La canalisation 39 collecte les eaux de ruissellement de la partie de voirie au Sud du 736 (zone 2).

La canalisation 43 collecte les eaux de voirie (zone 2) et une partie de la toiture de CASCAD (T2).

La canalisation 32 récupère une partie de la voirie au Nord et les eaux sont ensuite collectées dans les réseaux 33 et 34 (collectant aussi eau ruisselant sur partie de la toiture PEGASE).

La canalisation 35 collecte les eaux ruisselant sur la voirie (zone 3c, hors eaux collectées par la grille en amont de la cana 32).

La canalisation 44 collecte les eaux issues du réseau 43, 35 et des zones imperméabilisées 3a et 3b.

La canalisation 45 collecte les eaux issues du réseau 44 et de la zone 4.

La comparaison entre les débits d'occurrence centennale à évacuer, estimés par la méthode rationnelle, et la capacité d'évacuation du tronçon secondaire étudié est présentée dans le tableau ci-dessous.

Réseaux secondaires étudiés	Surface (m ²)	Q100 (m ³ /s)	Capacité d'évacuation (m ³ /s)	Commentaires
39	215	0,018	0,015	Légèrement sous dimensionné. Cf chap 8.4, scénario d'obstruction de la grille en amont du réseau 39
43	610	0,051	0,112	-
32	370	0,031	0,033	-
34	1570	0,131	0,150	-
35	905	0,075	0,103	Calcul réalisé en prenant toute la surface 3c arrivant aux grilles en amont du réseau 35 même si une partie des eaux de ruissellement est récupérée par le tronçon 32
44	2110	0,176	0,051	Réseau sous-dimensionné mais il faut noter la présence de trop pleins dans le regard en amont du réseau 44 qui se déverse dans le fossé 4 et un avaloir au niveau du regard en aval du tronçon 44
45	3827	0,318	0,194	Pour mémoire, la capacité d'évacuation de la canalisation 47 en aval de la 45 est de 0,126 m3/s.
46	395	0,033	0,034	Réseau collectant uniquement les eaux d'une partie de la toiture PEGASE

Les réseaux nommés 44,45 et 47 sont sous dimensionnés pour une pluie d'occurrence centennale. Toutefois, après analyse topographique, le risque d'inondation externe de l'INB 22 est écarté en cas de débordement de réseaux (les eaux ruisselleront le long de la voirie en direction de l'avaloir au Sud-ouest). A noter que le réseau exutoire de ce bassin versant C, nommé 49, d'une capacité d'évacuation de 0,58 m³/s est suffisamment dimensionné pour une pluie d'occurrence centennale.

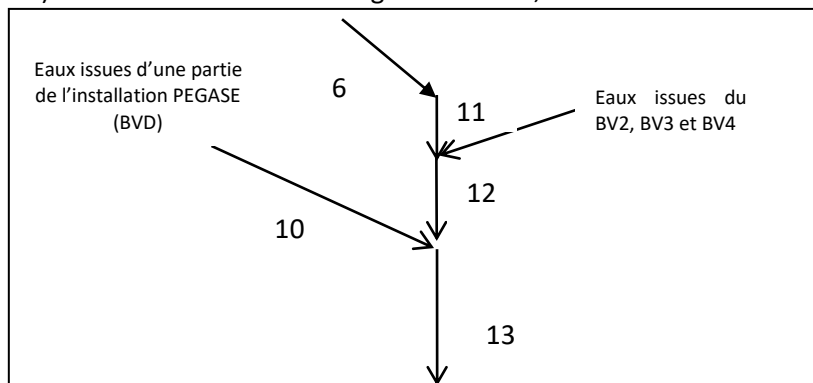
Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Cadarache – DSTG/STL - Bâtiment 112 - 13108 Saint-Paul-lez-Durance Cedex
Tél : (33) 04 42 25 27 21 - Fax : (33) 04 42 25 47 57 – Messagerie : stl.cad@cea.fr

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

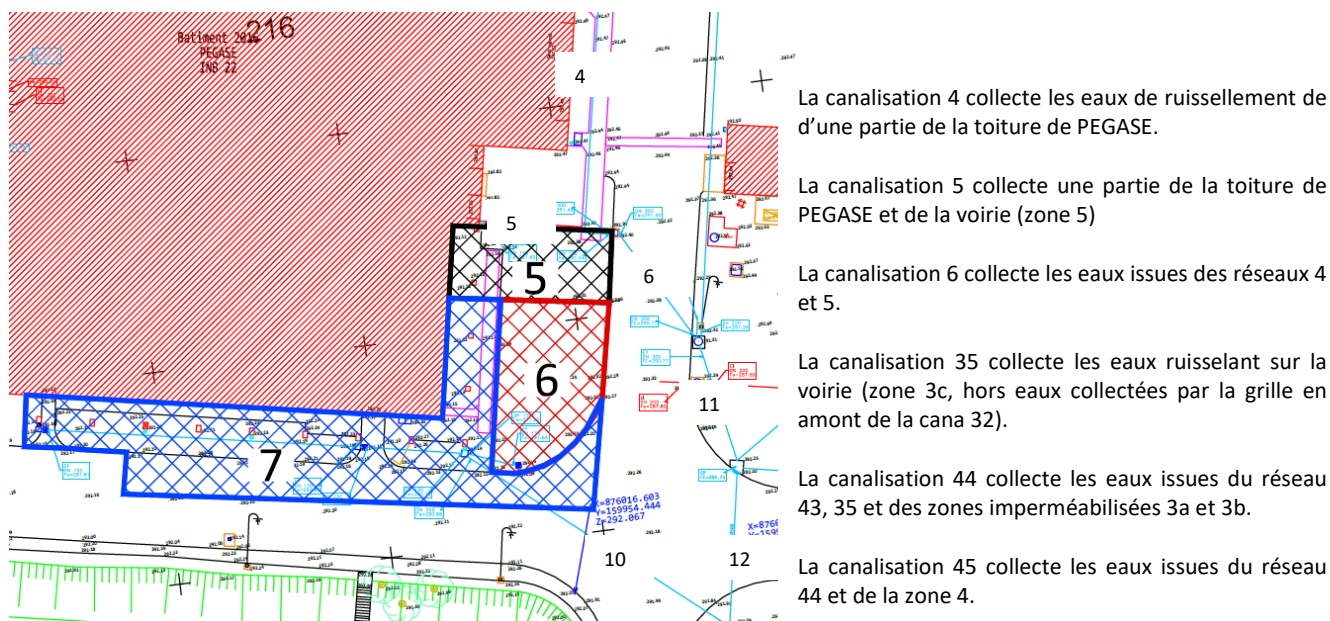
Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 28 / 72
--	---	-----------------	---------------------

BVD (Nord, Est et Sud de l'installation PEGASE)

L'analyse des capacités d'évacuation des réseaux de l'amont vers l'aval n'a pas mis en évidence d'anomalies particulières dans le périmètre de l'INB 22. Après le Pd, le réseau rejoint l'exutoire du bassin versant 4 (hors INB-cf P4 ci-dessus) et le réseau enterré se dirige vers le Sud, vers le Point Pe.



Une analyse plus fine de vérification du dimensionnement de certains réseaux secondaires (tronçons 4, 6 et 10) a toutefois été réalisée.



La comparaison entre les débits d'occurrence centennale à évacuer, estimés par la méthode rationnelle, et la capacité d'évacuation du tronçon secondaire étudié est présentée dans le tableau ci-dessous.

Réseaux secondaires étudiés	Surface (m²)	Q100 (m³/s)	Capacité d'évacuation (m³/s)	Commentaires
4	1015	0,084	0,079	Légèrement sous dimensionné.
6	1470	0,122	0,207	-
10	1360	0,113	0,194	-

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 29 / 72
--	---	-----------------	---------------------

6.4. CONCLUSION

L'analyse de la structure du réseau d'eaux pluviales a permis de mettre en évidence les points suivants :

- 1- P1 : Ce point est l'exutoire du bassin versant amont naturel BV1 de l'installation CASCAD et une partie de PEGASE
Les fossés 1A et 1B, collectant les eaux pluviales issues de ce BV1, sont suffisamment dimensionnées pour l'évacuation du débit centennal provenant de l'amont.

- 2- P2 : Ce point est l'exutoire du bassin versant amont BV2 naturel de l'installation PEGASE
Le caniveau 4, collectant les eaux pluviales issues de ce BV2, est sous-dimensionné pour l'évacuation du débit centennal provenant de l'amont (0,21 m³/s pour un débit centennal à évacuer de 0,27 m³/s).

Toutefois, un aménagement VRD type merlon béton a été mis en place au Nord du bâtiment 216 jusqu'à la limite physique Nord-est de l'INB 22, afin d'éviter que les eaux pluviales ruissellent vers le bâtiment PEGASE et qu'elles se dirigent en direction du Nord-Est vers le dessableur (hors INB, entre les canalisations 14 et 15). La canalisation 14, située entre le caniveau 4 et le dessableur est quant à elle suffisamment dimensionnée pour l'évacuation du débit centennal.

- 3- P3 : Ce point est l'exutoire du bassin versant naturel BV3, en position latérale par rapport à l'installation PEGASE.
Le fossé 9, collectant les eaux pluviales issues de ce BV3, est suffisamment dimensionné pour l'évacuation du débit centennal provenant de l'amont.

Le fossé 9 ainsi que la canalisation 14 se rejettent dans un dessableur béton. Les eaux pluviales collectées dans ce dessableur se rejettent ensuite dans la canalisation 15 qui est sous-dimensionnée pour l'évacuation du débit centennal provenant de BV2 et BV3.

Après analyse topographique, en cas de débordement, les eaux s'écouleraient sur la voirie du BV4 en direction du Sud, hors INB 22.

- 4- P4 : Ce point est l'exutoire des bassins versants naturels 2 et 3 et du bassin versant latéral urbanisé BV4. Il est situé en dehors du périmètre de l'INB 22 mais le réseau d'eaux pluviales de ce BV4 rejoint le réseau du bassin versant D de l'installation PEGASE.

La canalisation n°12, située en dehors du périmètre de l'INB 22, est sous dimensionnée pour l'évacuation centennal de ces trois bassins versants (BV2, BV3 et BV4). Après analyse topographique, en cas de débordement, les écoulements ne peuvent pas se diriger vers l'INB 22.

- 5- Pa : Ce point est l'exutoire du bassin versant de la partie Nord et Nord-ouest de l'installation CASCAD (BVA) et du bassin versant amont 1 –cf P1 ci-dessus.

La canalisation 54, exutoire des eaux pluviales de BV1 et BV A est suffisamment dimensionnée pour l'évacuation du débit centennal.

Toutefois la canalisation, nommée 53 et le caniveau béton, nommé CAN 1 en amont hydraulique de ce tronçon 54 sont sous-dimensionnés pour une pluie d'occurrence centennale. Après analyse topographique, en cas de débordement, les eaux pluviales se dirigeraient vers le Nord-ouest de l'installation CASCAD, à l'opposé du bâtiment 736.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 30 / 72
--	---	-----------------	---------------------

- 6- Pb : Ce point est l'exutoire du bassin versant de la partie Ouest et Sud-ouest de l'installation CASCAD (BV B).

La canalisation 55, exutoire des eaux pluviales de BV B et BV A est suffisamment dimensionnée pour l'évacuation du débit centennal de ce sous bassin versant de l'installation CASCAD.

Toutefois les fossés en terre sont sous-dimensionnés. Après visite de site et analyse topographique, en cas de débordement, l'installation CASCAD ne serait pas impactée, les eaux s'écouleraient naturellement sur les aires végétalisées sur ce bassin versant B.

- 7- Pc : Ce point est l'exutoire du bassin versant de la partie Sud immédiat de l'installation CASCAD et Ouest/Sud-ouest de l'installation PEGASE (BV C).

La canalisation 49, exutoire des eaux pluviales de BV C est suffisamment dimensionnée pour l'évacuation du débit centennal de ce sous-bassin versant des installations CASCAD et PEGASE.

Toutefois, les réseaux secondaires nommés 44,45 et 47 sont sous dimensionnés pour une pluie d'occurrence centennale. Après analyse topographique, le risque d'inondation externe de l'INB 22 est écarté en cas de débordement de réseaux.

- 8- Pd et Pe : Pd est l'exutoire du bassin versant de la partie Nord/Est et Sud-est de l'installation de l'installation PEGASE (BV D).

La canalisation 10, exutoire de la partie Sud du sous bassin versant D est suffisamment dimensionnée pour l'évacuation du débit centennal. La canalisation 6, exutoire du reste du sous bassin BVD, est suffisamment dimensionnée pour l'évacuation du débit centennal.

Après le Pd, le réseau rejoint l'exutoire du bassin versant 4 (hors INB-cf P4 ci-dessus) et le réseau enterré se dirige vers le Sud, vers le Point Pe.

La canalisation 12, collectant les eaux issues notamment de la canalisation 6 et du bassin versant urbanisé latéral 4, est sous dimensionnée pour l'évacuations du débit centennal. Toutefois, après analyse topographique, en cas de débordement, les eaux s'écouleraient en dehors du périmètre de l'INB, vers le Sud/Sud-est.

Enfin, la canalisation 13, collectant les eaux pluviales de BV D, BV2, BV3 et BV4, est suffisamment dimensionnée pour l'évacuation du débit centennal provenant de ces bassins.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 31 / 72
--	---	-----------------	---------------------

7. DESCENTES D'EAU PLUVIALE

7.1. ANALYSES DES TOITS TERRASSES

L'étude des plans des toitures disponibles et les visites sur site, relatives à la couverture et dispositifs d'évacuation des eaux pluviales ont permis l'examen visuel et relevés de terrains décrits ci-après :

- Nature des couvertures ;
- Surface de toiture et profil du toit ;
- Description, positionnement et dimensionnement des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales (trop-pleins, acrotères, descentes d'eaux pluviales, etc.) ;
- Encombrement sur les toitures et toutes anomalies/désordres observés ne permettant pas le libre écoulement des eaux pluviales.

Pour chaque bâtiment, les pans de toitures sont numérotés sur plan masse, en fonction des surfaces drainées par les eaux de pluie vers les dispositifs d'évacuation.

Selon la visite sur site des toitures de l'INB 22 et les plans disponibles fournis par l'INB22, le relevé des toitures des installations PEGASE et CASCAD est présenté ci-après.

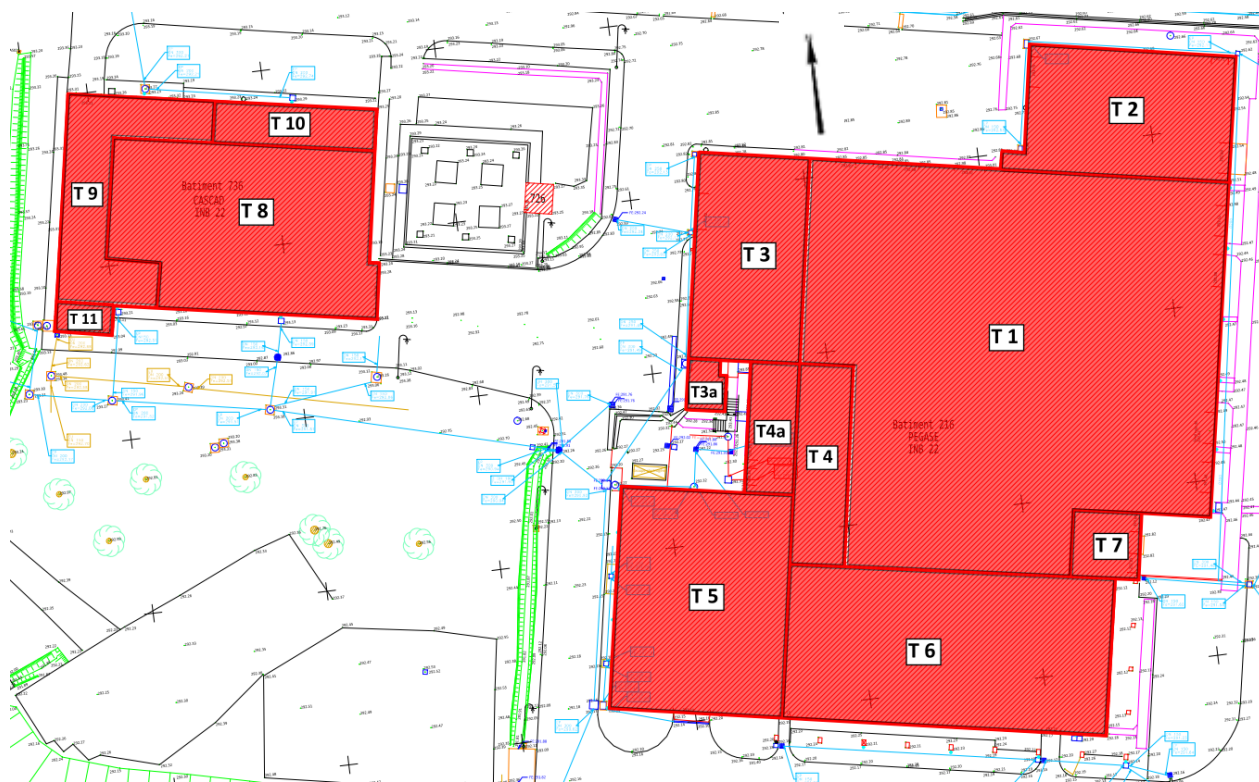


Figure 10 : Organisation des toitures de PEGASE CASCAD.

Cf. annexe 4 : plan des toitures

Pour l'INB 22, les bâtiments possèdent majoritairement des toitures terrasse, sauf pour la terrasse T1 en bi-pente et T4a monopente en tôle ondulé pour l'installation PEGASE.

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

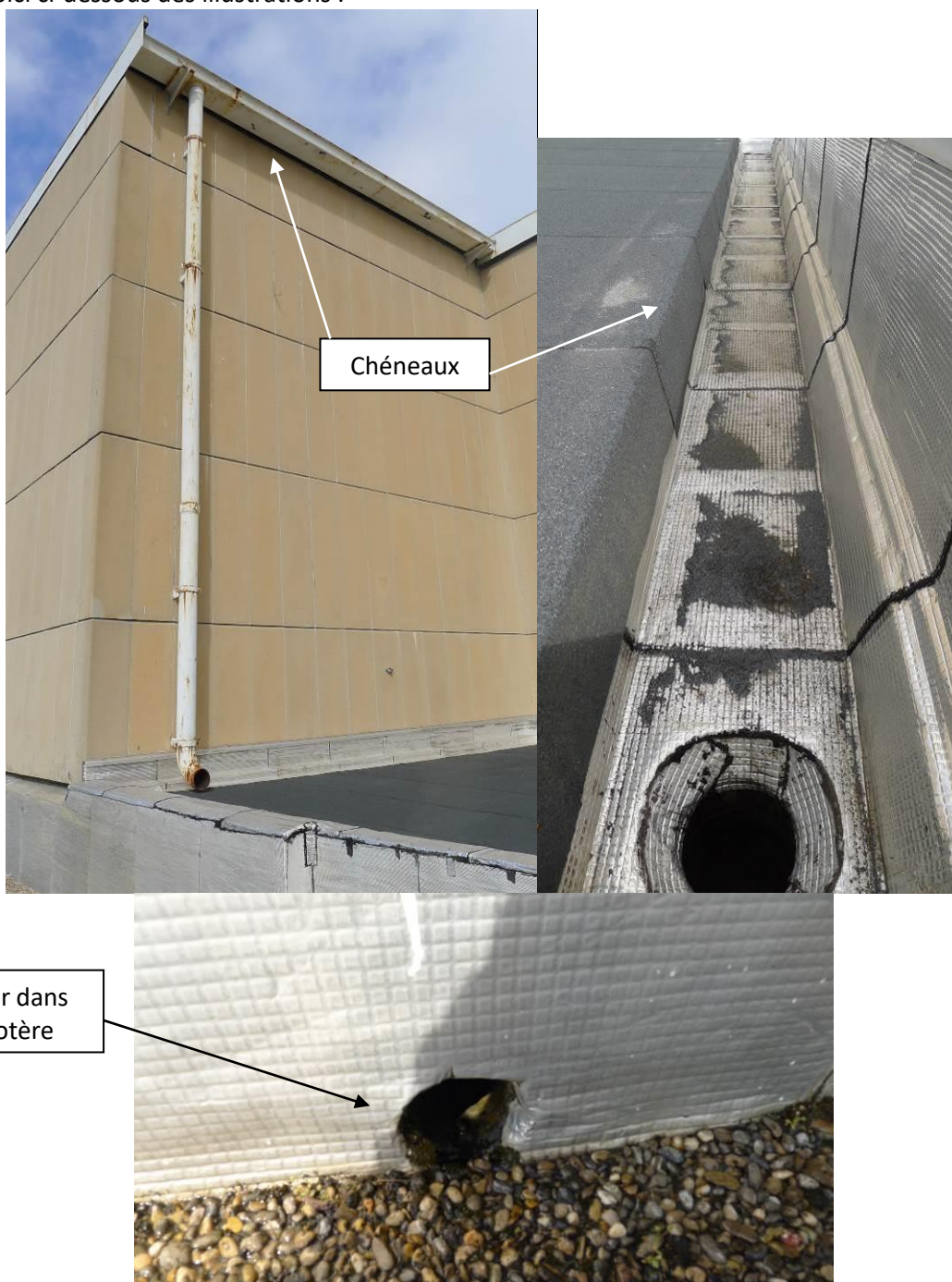
Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 32 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Lors de la visite des toitures de l'installation, les observations suivantes ont été réalisées :

- **Installation PEGASE** : aucune des descentes d'eaux pluviales ne possède de boîtes à eaux. La toiture 1 dominante d'un point d'altimétrique ainsi que la toiture n°7 possèdent des chéneaux. Toutes les autres toitures possèdent des descentes avec un avaloir disposé dans l'acrotère.

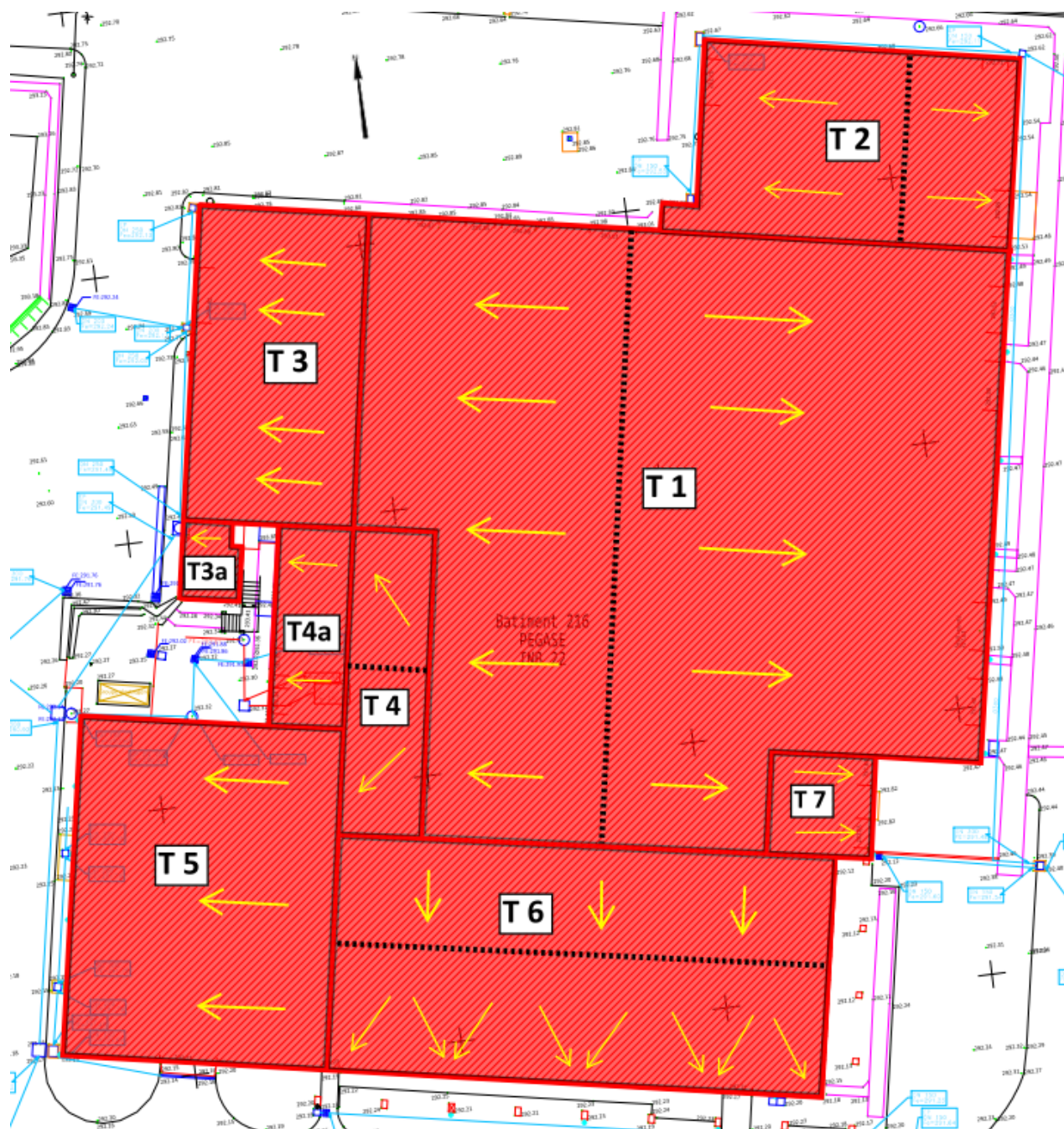
Aucun dispositif de trop plein n'a été observé au niveau des toitures T1 à T7.

Voici ci-dessous des illustrations :



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 33 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Pour cette installation, les plans de toiture mis à notre disposition par l'installation (anciens plans non TQC) et la visite sur chacune des toitures ont permis de mettre en évidence les écoulements d'eaux pluviales sur les toitures, schématisés sur le plan ci-dessous.

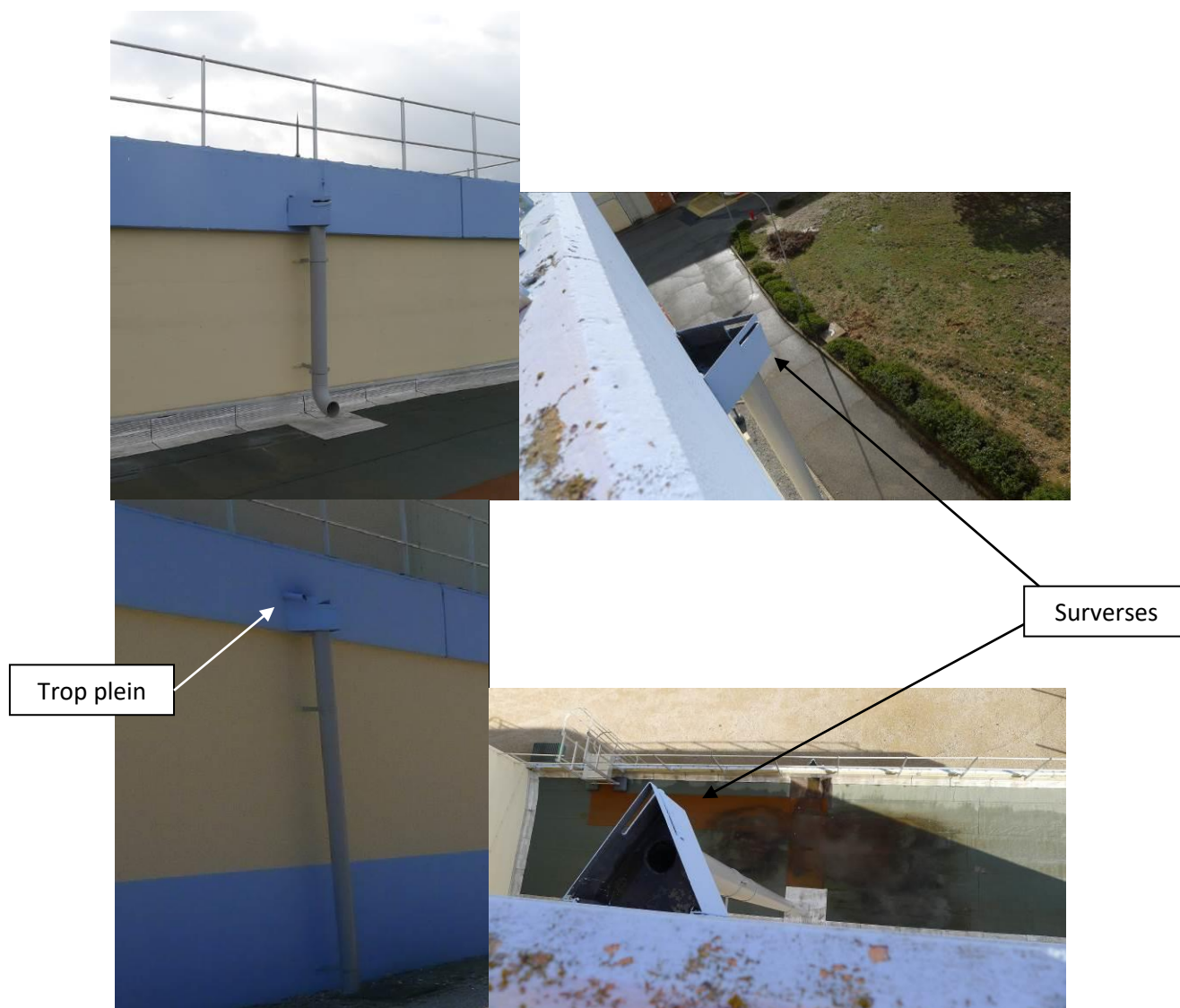


On note la particularité de certaines toitures, notamment la terrasse 3 qui récupère, par le jeu des descentes en cascade, une partie des eaux de pluies des 2 terrasses qui la surplombent.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 34 / 72
--	---	-----------------	---------------------

- **Installation CASCAD** : les descentes d'eaux pluviales possèdent toutes des boîtes à eaux équipées de surverses de section rectangulaire, illustrées sur les photos suivantes :

Toutes les descentes (DN160) qui longent les façades possèdent une surverse. A noter que sur la terrasse 10, un trop plein de section 50 mm a également été installé.



Pour l'installation CASCAD, la visite sur le terrain a permis de valider et/ou compléter les informations présentes sur le plan des toitures issu des travaux de réfection d'étanchéité des toitures, mis à jour en octobre en 2013¹ (cf. ci-dessous).

¹ Plan de pose – CASCAD CEA - référencé TR_311_10_33_4, version E, 03/10/2013

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

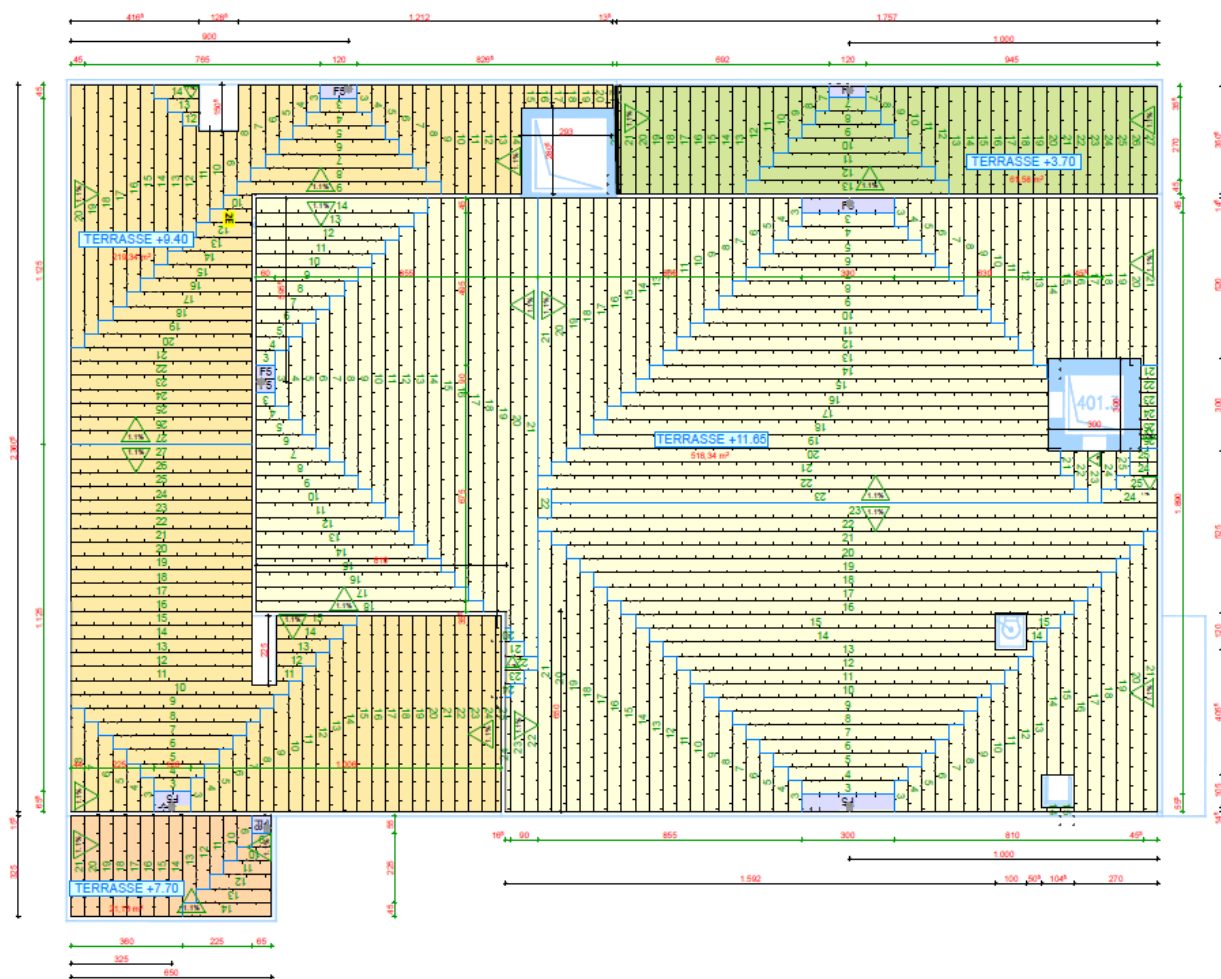
Centre de Cadarache – DSTG/STL - Bâtiment 112 - 13108 Saint-Paul-lez-Durance Cedex

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 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 35 / 72
--	---	-----------------	---------------------



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 36 / 72
--	---	-----------------	---------------------

7.2. CONFORMITE VIS-A-VIS DU DTU60.11

Dimensionnement toiture bi-pente

Le dimensionnement d'une descente pluviale se base en général sur le DTU 60.11 qui détermine pour les toitures sans revêtement d'étanchéité (bi-pente) le débit d'évacuation par une descente selon son diamètre avec un taux de remplissage de 0,20 (DTU 60.11 P3, page 13 §5.4/5.4.1)

Dimensionnement toiture terrasse

Le dimensionnement d'une descente pluviale se base en général sur le DTU 60.11 qui détermine le diamètre de la descente à mettre en place en fonction de la surface de la toiture et du type de revêtement. Les tableaux de référence du DTU 60.11 sont établis en admettant un débit maximal de 3 l/min.m².

On considère ici par défaut les préconisations du DTU 60.11 pour des moignons cylindriques, ce qui est plus pénalisant pour le diamètre de la descente. La conception des évacuations pluviales dépend également de la charpente. Les informations à disposition ne permettent pas de savoir si le diamètre des descentes doit être majoré.

En ce qui concerne les trop-pleins, pour être conformes (en particulier à la norme NFP 84-204-1-1), ils doivent avoir une section d'évacuation au moins égale à celle de la descente pluviale. La section d'écoulement minimale d'un trop-plein est de 28 cm². Elle est de préférence rectangulaire, grand côté horizontal. Leur position n'est pas définie, ni en hauteur, ni sa distance/positionnement par rapport à la descente. Son niveau de fonctionnement (fil d'eau) est simplement inférieur aux 15 cm de hauteur réglementaire du relevé d'étanchéité.

La longueur du moignon doit être telle que, une fois posé, il dépasse le parement extérieur de la paroi de 0,05 m minimum. Sa pente doit être supérieure à 30 % pour qu'il forme une goutte d'eau.

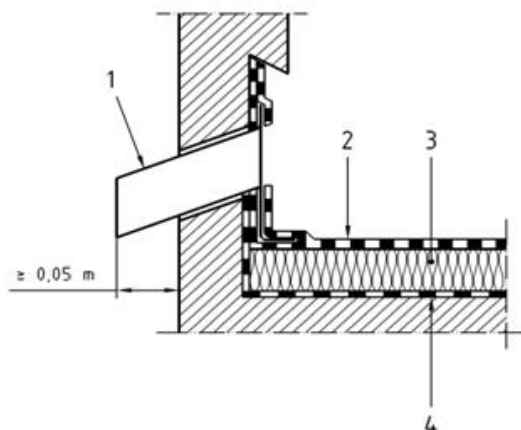


Figure 11 : Trop plein.

- 1 Trop-plein
- 2 Revêtement d'étanchéité
- 3 Isolant
- 4 Pare-vapeur

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 37 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Sur la base des relevés terrain ou sur plans disponibles, chaque terrasse a été étudiée afin de vérifier le dimensionnement des descentes d'eaux pluviales vis-à-vis de la conformité au DTU 60.11. La démarche est décrite ci-dessous pour la toiture bi-pente de PEGASE (bâtiment 216) et une des toitures terrasse de CASCAD (bâtiment 736) ci-après et l'ensemble des résultats est présenté sous forme de tableau synthétique pour chacune des installations PEGASE et CASCAD de l'INB 22.

- **La toiture bi-pente, nommée T1 à la figure 10, du bâtiment 216** dispose de 14 descentes en DN180. La superficie de la toiture est d'environ 2 000 m².

Or cette toiture est une toiture bi-pente, le débit est donc divisé sur chaque surface du pan de toit. Ici le pan A collecte environ 2/3 de la surface de la toiture T1 et le pan B collecte environ 1/3 de la surface de la toiture T1.

Nous étudions alors T1/A = toiture de T1 pan A de surface $2/3 \times 1996 = 1\,330 \text{ m}^2$

Et T1/B = toiture de T1 pan B de surface $1/3 \times 1996 = 670 \text{ m}^2$

Les débits Q10 pour la toiture bi-pente ont été calculés à l'aide de la méthode rationnelle, suivants :

T1/A		
S=	1330	m ²
nbre descentes:	7	
Diam	180	mm
Q/Diam	22,3	l/s
Qtotévacuable	156,1	l/s
Q10 toit	55,3	l/s
Conformité DTU	OUI	

T1/B		
S=	670	m ²
nbre descentes:	7	
Diam	180	mm
Q/Diam	22,3	l/s
Qtotévacuable	156,1	l/s
Q10 toit	27,9	l/s
Conformité DTU	OUI	

- **Le Toit terrasse, nommé T10 à la figure 10, du bâtiment 736 (CASCAD)** dispose d'une descente en DN160 pour une superficie de 61,58 m². On remarque que cette terrasse 10 est surplombée (d'un point de vue altimétrique) par la terrasse 8 qui se déverse sur celle-ci. Cet élément est important et nous devons le prendre en compte.

Ainsi, la terrasse 10 récupère un tiers de la surface de la toiture 8 soit au total une surface de $61,58 + 518,34/3 = 234,36 \text{ m}^2$ que doit évacuer la descente. Le tableau 7 du DTU 60.11 préconise un diamètre intérieur de descente (avec moignon cylindrique) de **180 mm** pour 234,36 m² de toiture. Or on a **160 mm**. Le dimensionnement est donc **insatisfaisant** vis-à-vis du DTU 60.11.

L'acrotère est de 65 cm.

- De la même manière pour toutes les autres terrasses, les résultats sont synthétisés dans les tableaux ci-dessous :

Cf. annexe 6 : tableau de dimensionnement DTU 60.11

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 38 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Toitures terrasse de l'installation PEGASE :

N° Terrasses	Nombre et diamètre de descentes	Descentes conformes au DTU 60.11	Acrotère en cm	Commentaires
1	14 DN 180	OUI	SO	Toiture bi-pente
2	3 DN 120	OUI	40 cm	-
3	3 DN 180	NON	30 cm	-
3a	1 DN 100	OUI	40 cm	-
4	2 DN 160	OUI	50 cm	-
4a	1 DN 95	NON	-	Toiture mono-pente
5	6 DN 100	NON	50 cm	-
6	5 DN 160	OUI	65 cm	-
7	1 DN 180	NON	70 cm	-

Tableau 7 : Tableau récapitulatif du dimensionnement des descentes de l'installation PEGASE.

A noter qu'il n'y a pas de trop-pleins sur les toitures du bâtiment 216, y compris celles équipées de chéneaux. Les terrasses dont le dimensionnement des descentes d'eaux pluviales n'est pas conforme au DTU 60.11 (3, 4a, 5 et 7) correspondent principalement aux toitures de niveaux inférieurs qui collectent les eaux pluviales circulant sur la terrasse et tout ou partie des eaux circulant sur les terrasses supérieures.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 39 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Toitures de l'installation CASCAD :

N° Terrasses	Nombre et diamètre de descentes	Descentes conformes au DTU	Acrotère en cm	Commentaires
8	3 DN 160	OUI	90 cm	-
9	2 DN 160	OUI	entre 65 et 90 cm	-
10	1 DN 160	NON	65 cm	-
11	1 DN 160	OUI	60 cm	-

Tableau 8 : Tableau récapitulatif du dimensionnement des descentes de l'installation CASCAD.

Le trop plein installé à la terrasse 10 a une section de 50 mm, soit à une section d'évacuation inférieure à celle de la descente d'eaux pluviales. Par conséquent, conformément à la norme NFP 84-204-1-1, le trop-plein n'est pas suffisamment dimensionné.

A noter que des boîtes à eau avec surverse sont installées au niveau de chaque descente eaux pluviales et un trop plein a été installé au niveau de la toiture 10, afin de limiter au maximum les accumulations d'eau au niveau de ces toitures.

7.3. CONFORMITE VIS-A-VIS DU GUIDE ASN

Dans ce chapitre, nous vérifions la capacité des toitures à faire face à des pluies de référence d'une durée de 6 minutes ainsi que l'accumulation d'eau induite sur les toitures.

En appliquant la formule rationnelle pour chaque toiture de l'installation PEGASE, on obtient les débits centennaux suivants :

N° Bâtiment	N° Toiture	Q100 (m3/s)	Volume sur 6 min (m3)	Hauteur d'eau sur la toiture (cm)	S ha	S m2
Bât 216	1	0,20	73	4	0,200	1996,00
	2	0,04	14	5	0,030	304,98
	3	0,13	46	4	0,117	1171,00
	3a	0,004	1	7	0,002	18,76
	4	0,05	18	4	0,040	399,80
	4a	0,01	4	5	0,008	80,40
	5	0,07	24	4	0,055	547,68
	6	0,09	32	4	0,078	781,42
	7	0,04	15	5	0,032	316,59

Tableau 9 : Tableau de synthèse des toitures de l'installation PEGASE, conformité ASN.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 40 / 72
--	---	-----------------	---------------------

En appliquant également la formule rationnelle pour chaque toiture de **l'installation CASCAD**, on obtient les débits centennaux suivants :

N° Bâtiment	N° Toiture	Q100 (m3/s)	Volume sur 6 min (m3)	Hauteur d'eau sur la toiture (cm)	S ha	S m2
Bât 736	8	0,06	22	4	0,052	518,34
	9	0,05	18	4	0,039	392,12
	10	0,03	11	5	0,023	234,36
	11	0,02	7	5	0,013	130,85

Tableau 10 : Tableau de synthèse des toitures de l'installation CASCAD, conformité ASN.

Le volume sur 6 min est calculé en prenant le débit de pointe (en m³/s) qu'on multiplie par 360 secondes.

De nombreuses terrasses ne disposent pas de trop-pleins mais de surverse au niveau des boîtes à eau et disposent d'acrotères hauts. Une accumulation d'eau est donc possible pour la pluie centennale. Lors des travaux de réfection des toitures sur CASCAD, la reprise des pentes sur les toitures, des boîtes à eau et des ouvertures EP au niveau des acrotères ont été réalisées en 2013 afin de limiter l'accumulation d'eau possible sur les toitures. Les surverses des boîtes à eau feront office de trop pleins et les boîtes à eaux seront en débordement.

Il y a des équipements en toiture type skydômes, groupe froid, cheminée, etc. mais en principe ces équipements sont surélevés d'au moins 10 cm. Pour l'installation CASCAD, la porte d'accès au conduit de la cheminée est surélevée d'environ 40cm.

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.

Selon les tableaux précédents la hauteur maximum est de **7** cm.

Il n'y a donc pas de risque vis-à-vis du poids d'eau accumulée sur les toitures.

7.4. SYNTHESE SUR LE DIMENSIONNEMENT

L'analyse du risque d'inondation par rapport au dimensionnement des différents ouvrages de descentes des eaux pluviales montre que :

- Les évacuations des toitures sont dans l'ensemble suffisamment dimensionnées, à l'exception des toitures 3, 4a, 5 et 7 sur le bâtiment 216 PEGASE et la toiture 10 du bâtiment 736 CASCAD. Ces terrasses correspondent principalement aux toitures de niveaux inférieurs qui collectent les eaux pluviales circulant sur la terrasse et tout ou partie des eaux circulant sur la ou les terrasses supérieures.
- L'absence de trop-plein (uniquement un trop plein observé sur une des terrasses de l'installation CASCAD qui n'est pas conforme à la norme en vigueur) et la présence de nombreuses toitures terrasses avec acrotères, mettent en évidence des accumulations d'eau possibles sur les toitures terrasses. A noter que des travaux ont été réalisés sur l'installation CASCAD en 2013 pour limiter au maximum l'accumulation d'eau.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 41 / 72
--	---	-----------------	---------------------

8. GESTION DU RUISSELLEMENT DE SURFACE.

Dans ce paragraphe nous nous attacherons, conformément aux prescriptions du guide ASN et de la démarche ECS, à étudier les conséquences éventuelles de débordement du réseau au regard d'un défaut de maintenance, ou d'une situation conduisant à nécessiter la gestion de débit supérieur à l'occurrence centennale.

8.1. SENS PREFERENTIEL D'ECOLEMENT DE SURFACE.

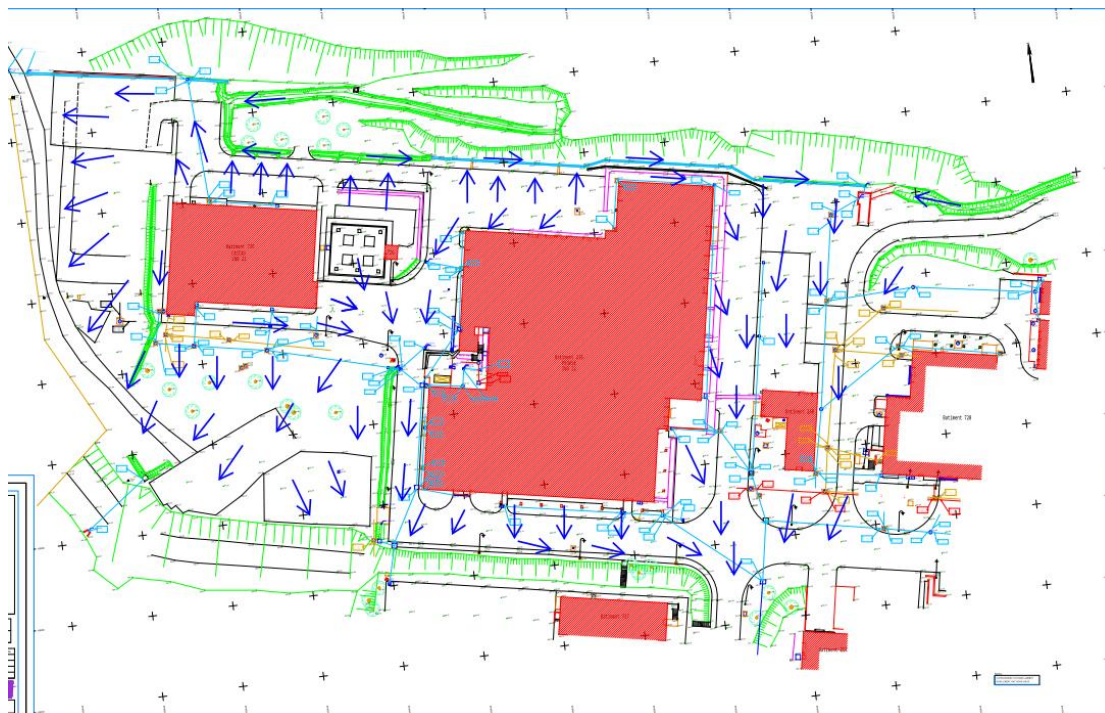


Figure 12 : Ecoulement de surface.

Cf. annexe 6 plan écoulement de surface

L'installation PEGASE et l'installation CASCAD sont situées sur une plateforme relativement plane, entourée par des terrains pentus. Ainsi, cela limite les risques dont toutes les eaux sont évacuées vers l'aval ou vers les fossés périphériques. Des grilles sont positionnées aux points bas.

Les pentes de la voirie ont tendance à éloigner les eaux de ruissellement (ou de débordement) des bâtiments vers la voirie / réseaux en périphérie.

L'évacuation est garantie par le contrôle régulier et l'entretien des buses et fossés.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 42 / 72
--	---	-----------------	---------------------

8.2. POINTS POTENTIELS D'ENTREES D'EAU DE RUISSELLEMENT DANS LES BATIMENTS.

Les points d'entrée d'eau de ruissellement sur l'installation sont situés au niveau des portes des bâtiments 216 et 736, au niveau des rideaux métalliques ainsi qu'au niveau des grilles de ventilation.

L'annexe 7 présente le positionnement des portes et entrées d'eau possibles sur le plan masse et une illustration photographique de certaines entrées.

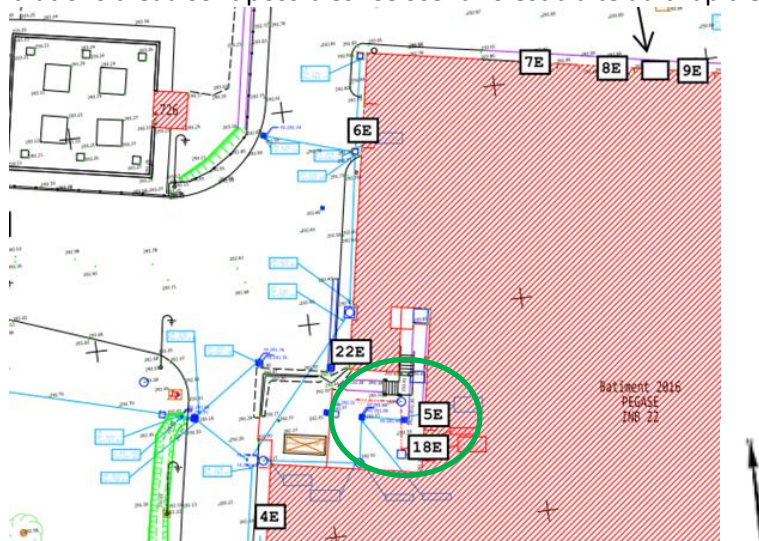
Les points d'entrées d'eau de l'installation PEGASE sont exhaustivement listés ci-dessous :

Bât 216	N° Porte PEGASE (cf. plan An7)	Description de la pièce derrière la porte	Hauteur surbau ou autres dispositions constructives (cm/TN)	Commentaire
Façade Sud	1E	Accès bureau	4	Légère pente vers le sud-est
	2E	Poste HT/BT	2	Protégé derrière une bordure de 15/20 cm
	3E	HALL	4	Légère pente vers le Sud/Sud-Est
Façade Ouest	4E	HALL	11	trottoir 6 cm+ seuil 5 cm et voirie en pente vers le Sud-ouest
	5E	Local anciens ventilateurs	4	Pas de seuil/pas de pente à l'opposé du bâtiment. Accumulation d'eau possible en point bas dans la cour entre la zone sur rétention et les portes 5 ^E et 18 ^E
	6E	Local traitement des eaux	3	Présence dos d'âne de 10 cm devant la porte
Façade Nord	7E	Local ascenseur	2	Pente relative vers le Nord-ouest
	Grille ventilation		22	-
	8E	Local pompes entrée épuration	2	Pente relative vers le Nord-ouest
	9E	Trémie Hall Nord	15	-
	10E	Local air comprimé	1 à 2	Pente légère vers l'ouest
	11E	Local extraction	3 à 4	Pente vers le Nord
Façade Est	12E	-	15	-
	13E	Stockage	1	Pente vers l'Est / Sud-Est puis Sud
	14E	Atelier mécanique	2	Pente vers l'Est / Sud-Est
	15E	Accès château	2	Pente vers l'Est / Sud-Est Présence dos d'âne de 10 cm devant la porte
	16E	Accès futs	2	
	17E	-	35	-
Façade ouest	18E	Local produits chimiques	10,5	Présence d'un seuil d'une dizaine de cm derrière la porte
Nord	19E	-	3	Pente relative vers l'Ouest
Sud-est	20E	-	35	Surélevé de 35 cm
Ouest	22E	-	15	Trottoir 15 cm

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 43 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Tableau 11 : Points d'entrée d'eau de l'installation PEGASE

L'analyse topographique met en évidence que la majorité des orientations du bâtiment sont protégées d'un risque immédiat d'inondation par infiltration d'eau au niveau des entrées du bâtiment. Toutefois, en cas d'obstruction du réseau d'eaux pluviales dans la «cour» (entre zone de dépotage sur rétention et les portes 5E et 18E), des accumulations d'eau sont possibles. Ce scénario est traité au chapitre 8.4.



Les points d'entrées d'eau de l'installation CASCAD sont exhaustivement listés ci-dessous :

Bât 736	N° Porte CASCAD (cf plan An8)	Description de la pièce derrière la porte	Hauteur surbau ou autres dispositions constructives (cm/TN)	Commentaire
Façade Nord	1E - SAS Nord (Rideau métallique)	Local technique 203	5	Pente vers le Nord / Nord-ouest
	2E	Local 202 filtres électrostatiques	5	Légère pente vers le Nord et porte possédant un joint d'étanchéité et serre joint papillon
	Grille de ventilation		96	
Façade Sud-est	3E - SAS Est (Rideau métallique)	Hall sas camion	2	Pente vers L'Est
	Trappon d'accès	Ouverture SAS camion	50 cm + 14 cm de chaussée	-
Façade Sud-ouest	4E	Escalier d'accès étage inférieur-accès bâtiment	15	Présence d'un merlon de terre côté ouest et d'un fossé drainant dirigeant les eaux de ruissellement vers le sud-ouest. Observation légère contre-pente en façade Sud

Tableau 12 : Points d'entrée d'eau de l'installation CASCAD

L'analyse topographique met en évidence que les orientations du bâtiment sont protégées d'un risque immédiat d'inondation par infiltration d'eau au niveau des entrées du bâtiment. On observe toutefois une légère contre-pente au niveau de la façade Sud-ouest près de la porte 4E, qui en cas d'obstruction de la grille d'eaux pluviales peut entraîner une accumulation et intrusion d'eau possible. Ce scénario sera traité au chapitre 8.4.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 44 / 72
--	---	-----------------	---------------------

POINTS SINGULIERS DE L'INB 22 :

L'installation PEGASE dispose de nombreuses galeries entrantes dans l'installation dont les parties supérieures ne sont pas complètement étanches lors des cheminements extérieurs. De plus, il existe deux galeries techniques qui relient les installations CASCAD et PEGASE.

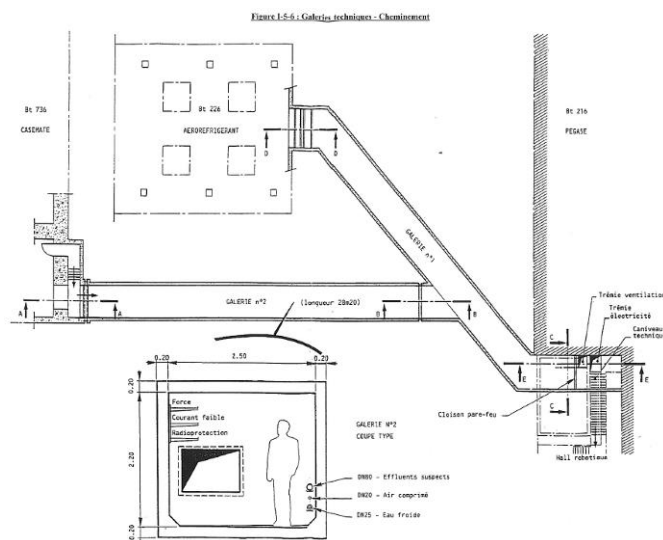


Figure 13 : Galeries techniques entre CASCAD et PEGASE

Néanmoins, étant donnée la pente entre les deux installations, les eaux infiltrées dans la galerie technique ne peuvent venir inonder l'installation CASCAD.

Les galeries techniques se rejoignent puis se poursuivent en une seule galerie sous l'installation PEGASE puis sous la route principale d'accès très pentue. La pente de la galerie permet à l'eau de cheminer vers l'aval (vers bâtiment 219), où se trouve un capteur d'inondation.

A noter également la présence d'une porte au niveau du bâtiment 226 (anciens aéroréfrigérants), porte d'accès à la galerie technique en direction de l'installation PEGASE. Cette porte est située au niveau du sol donc de l'eau peut potentiellement s'infiltrer via cet accès et ruissellerait dans la galerie technique, qui serait collecté dans la fosse FR2 puis repris par les pompes de la fosse sur détection de niveau vers la cuve R12 (cuve effluents suspects).

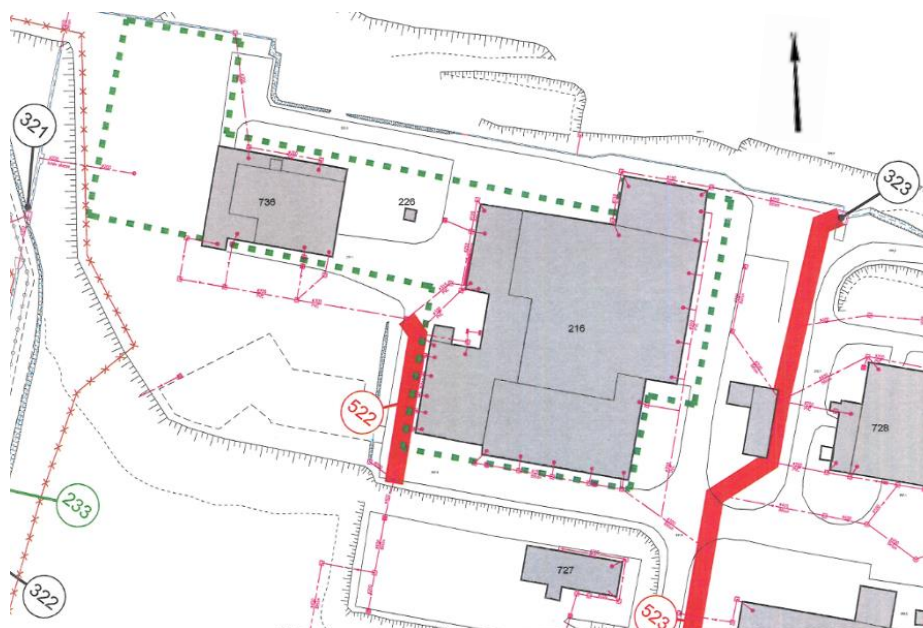
L'installation a déjà constaté par le passé des infiltrations d'eau mineures. Il s'agit donc de points singuliers. Toutefois, il convient de noter que les débits en jeux sont limités par la capacité d'infiltration à l'intérieur des galeries. De plus, les moyens de contrôle et de surveillance mis en place contribuent à limiter efficacement le risque d'inondation (cf. chapitre 8.3.ci-après).

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 45 / 72
--	---	-----------------	---------------------

8.3. ACTIONS ET MESURES PREVENTIVES

L'efficacité du réseau pluvial de surface est assurée via la mise en œuvre du contrat Centre d'entretien du réseau d'eaux pluviales :

- les rondes mensuelles réalisées par l'opérateur industriel en charge de la maintenance des réseaux sur le Centre de CADARACHE sur le point critique identifié n°522 au sein de l'INB 22. A noter également, en dehors du périmètre de l'INB 22, la surveillance du dessableur (PS323), points exutoires des eaux ruisselant des BV amont naturels 2 et 3 et le réseau exutoire à la fois du BV latéral installation et le BVD de l'installation PEGASE (PC 523) ;



- les opérations de curage/entretien des réseaux d'eaux pluviales dans le périmètre de l'INB 22 prévues annuellement après autorisation d'intervention du chef d'installation et au niveau des points critiques/sensibles autant que de besoin ;
- les rondes effectuées par l'exploitant qui, sur simple demande, peut faire réaliser un curage ou réparer des descentes d'eaux pluviales.

Afin de déceler et de prévenir au plus tôt toute inondation éventuelle, les dispositions d'exploitation mises en place sur l'installation sont les suivantes :

- la mise en place de points de relevage au niveau des points d'entrée d'eau comme dans les galeries ou via les caniveaux extérieurs. Les possibles infiltrations via les dalles de couverture des galeries et le surplus de la rétention des eaux de pluies présentes au bout de la galerie des aéroréfrigérants sont dirigées gravitairement vers des fosses de récupération en sous-sol. Ces fosses, d'un volume total d'environ 3,8 m³, disposent de pompes de relevage qui leur permet d'envoyer les eaux recueillies vers une bache d'un volume total de 240 m³. Il convient également de rappeler que la galerie technique est reliée à une évacuation en point bas à hauteur de la route. En cas d'obturation de celle-ci, une évacuation de l'eau par surverse vers le 2^{ème} sous-sol est prévue.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 46 / 72
--	---	-----------------	---------------------

- la présence de détecteurs d'inondation, reliés au réseau téléalarme :
 - PEGASE : deux détecteurs INO situés au 1^{er} sous-sol près des vannes de vidange des bassins dans le local de la cuve à effluents suspects et au rez-de-chaussée de l'installation dans le local cuve MIS,
 - CASCAD : des détecteurs inondation dans les puisards des locaux 104, 109 et 110,
 - un détecteur au niveau du point bas de la galerie technique (hors périmètre INB 22),
- La présence de capteurs/flotteurs associés à des alarmes (fosses de récupération du sous-sol au niveau -2 et dans les puisards des files Est et Ouest des cellules du radier sur PEGASE).
- La présence d'un drain périphérique au niveau de l'installation CASCAD.

De plus, l'organisation d'astreintes et de permanences au sein de l'INB 22 permet :

- La détection d'infiltrations d'eau éventuelles, via des rondes périodiques ;
- Une intervention rapide en cas de nécessité suite au déclenchement d'une alarme inondation (dispositif d'astreintes à domicile en dehors des heures ouvrables).

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 47 / 72
--	---	-----------------	---------------------

8.4. EVACUATIONS OBSTRUEES POUR LA PLUIE DE REFERENCE

Suite à l'analyse fine du réseau pluvial autour des bâtiments et des points d'entrée potentiels d'eau de ruissellement, il ressort la présence de 3 points bas topographiquement et/ou avec une potentielle accumulation d'eau conduisant à retenir 3 scénarii, 1 au niveau de l'installation CASCAD et deux au niveau de l'installation PEGASE.

A la demande de l'IRSN, lors de l'instruction de cette étude, un quatrième scénario a été étudié au niveau du bâtiment 216_PEGASE.

Les scénarii suivants reposent sur l'hypothèse d'une obstruction totale des grilles situées aux points bas topographiques de la voirie à proximité du bâtiment 736 (CASCAD) et 216 (PEGASE). Ces grilles seront appelées « grille A, B et C » par la suite.

Le dernier scénario vise à vérifier l'absence d'accumulation d'eau et de risque d'entrée d'eau au niveau de la porte 10E au Nord du Bâtiment PEGASE (point D). Ce scénario a nécessité un relevé topographique complémentaire au Nord du bâtiment 216 (voirie et intérieur pièce derrière la salle 10E), réalisé en Juillet 2019.

Ces scénarii ont été modélisés sur la base de l'analyse topographique et illustrés sur le plan masse ci-dessous. *A noter que chaque modélisation topographique ne prend pas en compte l'eau infiltrée dans les caniveaux extérieurs au droit de l'installation.*

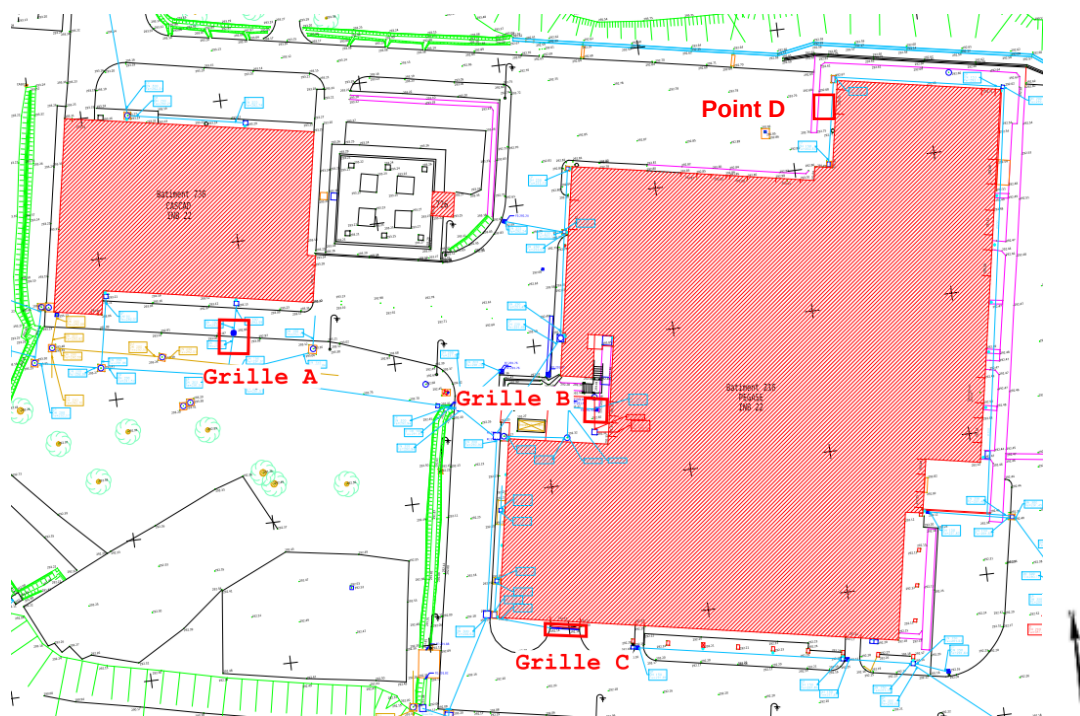


Figure 14 : Implantation des zones identifiées pour la simulation d'obstruction

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

Cf. Annexe 8, plans de simulation d'obstruction du réseau d'eaux pluviales.

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

Grille A – installation CASCAD

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

Dans l'hypothèse d'un débordement au droit de la grille (cote topographique 292,86 m NGF) et d'une montée du niveau d'eau sur la voirie, l'eau accumulée va passer de la zone bleue sur la carte à la zone jaune. L'eau va s'étaler sur la voirie puis se diriger soit sur les terrains enherbés en direction de l'exutoire Pb au Sud-ouest ou en direction du fossé à ciel ouvert en direction de l'exutoire Pc.

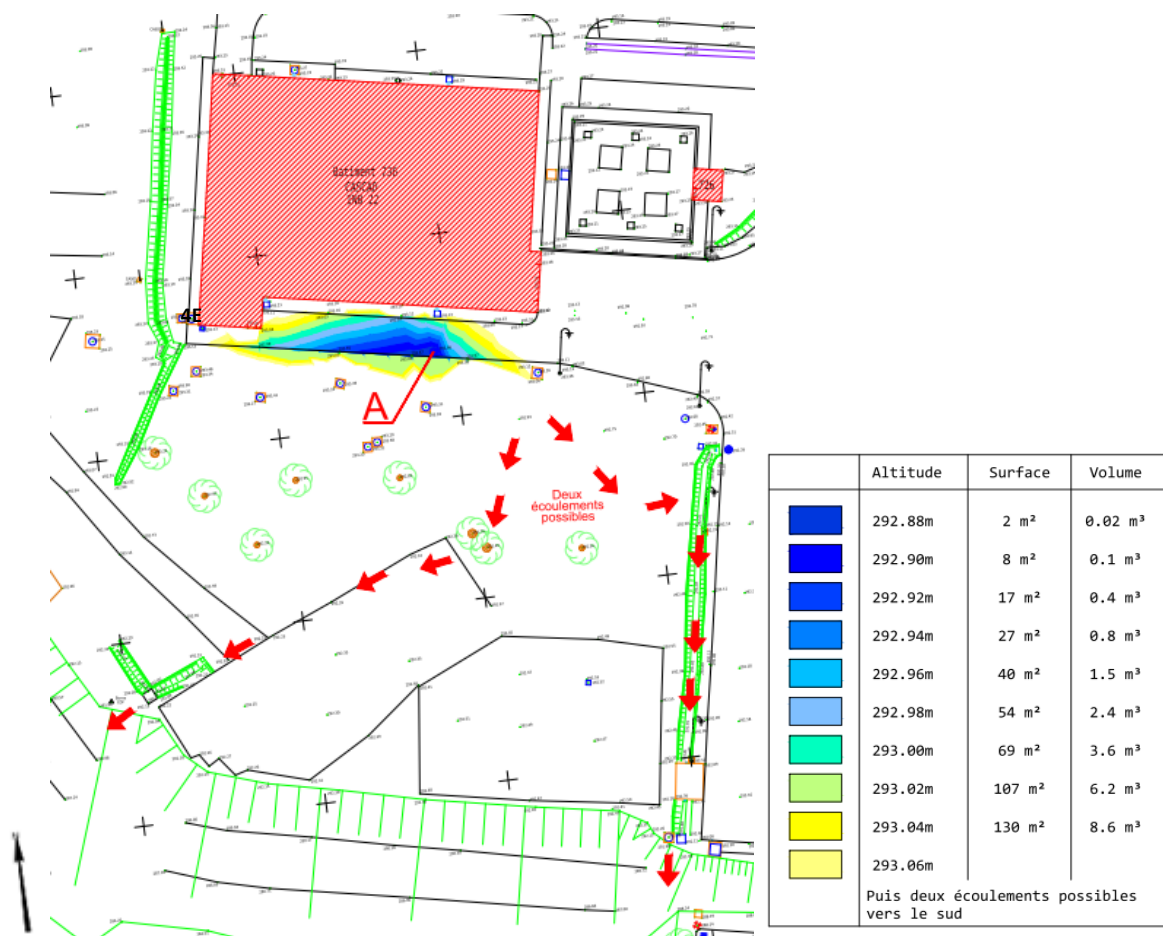


Figure 15 : Zone d'accumulation d'eau en cas d'obstruction de la grille A

Les résultats de ce scénario montrent que l'eau ne s'accumule pas au niveau des points d'entrée d'eau potentiels dans le bâtiment CASCAD (porte 4E à proximité).

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 49 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Grille B Installation PEGASE

Dans l'hypothèse d'un débordement au droit de la grille B (côte topographique 292,22 m NGF) et d'une montée du niveau d'eau sur la « cour », l'eau accumulée va passer de la zone bleue sur la carte à la zone de couleur « vert d'eau ». L'eau va s'accumuler dans la « cour » liée à la présence de la rétention et du dos d'âne béton qui a été construit pour guider les eaux de voirie vers le Sud-Sud-ouest puis être dirigée en direction du Sud/Sud-ouest vers l'exutoire Pc.

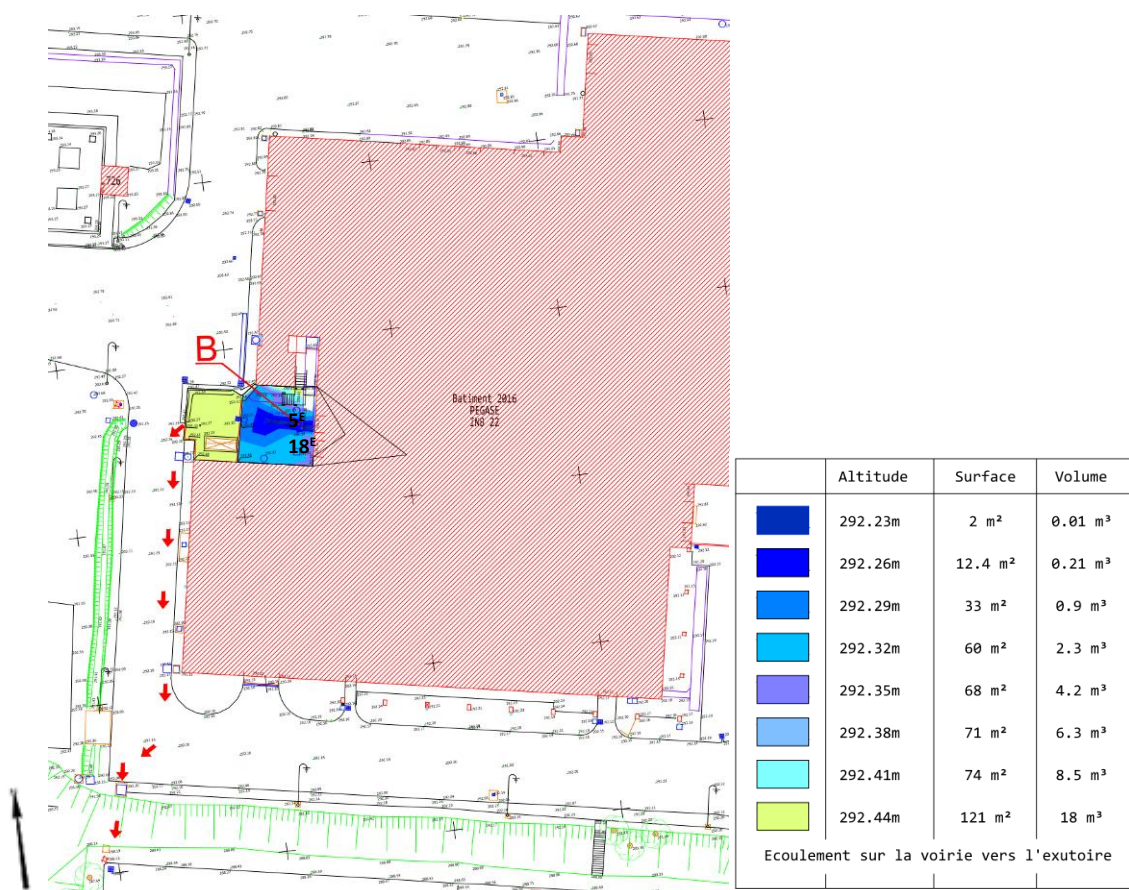


Figure 16 : Zone d'accumulation d'eau en cas d'obstruction de la grille B



Vue sur les portes 5E et 18E et la zone de dépotage

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 50 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Lorsque la hauteur d'eau accumulée passe de 1 à 22 cm au niveau de la grille B, la surface d'étalement de l'eau augmente de 2 m² à 121 m² et c'est la limite avant laquelle le bâtiment 216 va être impacté.

Hauteur d'eau accumulée à la grille B (cm)	Surface au sol (m ²)	Volume d'eau accumulé (m ³)
1	2	0,01
4	12.4	0,21
7	33	0,9
10	60	2,3
13	68	4,2
16	71	6,3
19	74	8,5
22	121	18

Tableau 13 : Hauteur /Surface et volume accumulés au droit de la grille B.

Sur la base de l'étude des points potentiels de rentrées d'eau de ruissellement et des résultats de la modélisation, les portes impactées sont :

- ✓ Porte 5E (pièce d'entreposage - anciens ventilateurs), la côte NGF au niveau de la porte est de 292,35 mNGF pour une côte d'eau de 292,44 mNGF soit 9 cm de hauteur d'eau au niveau de la porte donc une lame d'eau de 9cm peut entrer dans le bâtiment via la porte 5E ;
La pièce 5^E est une pièce d'entreposage qui contient d'anciens ventilateurs. C'est une pièce fermée sans communication avec le bâtiment, la seule ouverture est la porte donnant sur l'extérieur. Une entrée d'eau dans cette pièce n'a aucune conséquence sur l'installation.
- ✓ Portes 18E (local entreposage produits chimiques), la côte NGF au niveau de la porte est de 292,34 mNGF pour une côte d'eau de 292,44 mNGF soit 10 cm de hauteur d'eau au niveau de la porte. Un seuil d'une dizaine de cm est situé derrière la porte 18E permettant à l'eau de ne pas pénétrer dans le local.

Compte tenu de la faible marge entre la hauteur maximale modélisée (10 cm) et la hauteur de la disposition constructive (10,5 cm), en cas d'entrée d'eau au droit de la porte 18E, l'eau pénétrerait et s'étalerait dans le local sans déborder dans les bacs de rétention ou dans l'armoire des produits inflammables et une grille de collecte est située à l'intérieur de la pièce. A noter également, la présence d'un seuil au niveau de la porte donnant du local de produits chimiques vers le hall robotique d'une hauteur de 10,5 cm.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 51 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Grille C – installation PEGASE

L'analyse topographique du site montre qu'en cas d'obstruction de la grille C (côte topographique 292,16 m NGF), une accumulation d'eau peut se former au droit de la grille.

Dans l'hypothèse d'un débordement au droit de la grille, l'eau accumulée va passer de la zone bleue sur la carte à la zone orange. L'eau va s'accumuler sur quelques centimètres et suivre la pente naturelle vers le Sud en direction de l'exutoire le plus proche.

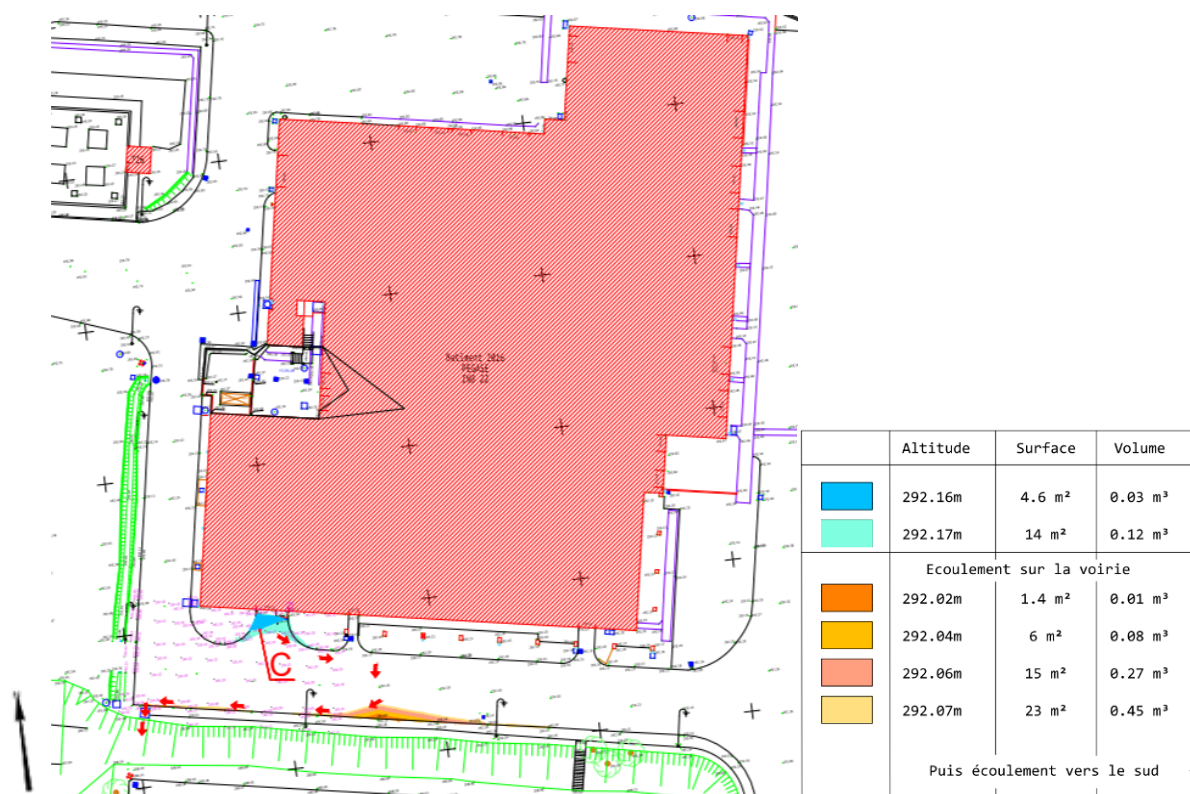


Figure 17 : Zone d'accumulation d'eau en cas d'obstruction de la grille C

Les résultats de ce scénario montrent que l'eau ne pénètre pas au niveau de la porte 3E (seuil 292,22 mNGF) malgré l'obturation de la grille face à cette porte. Il n'y a pas d'impact sur le bâtiment 216.



Porte 3E de l'installation PEGASE

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 52 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Point D – installation PEGASE

L'analyse topographique du site montre que les eaux de pluie ruisselant sur la voirie, près de la porte 10E au Nord du bâtiment 216, se dirige directement dans le caniveau béton en aval hydraulique. Aucune accumulation d'eau se forme devant la porte 10E.

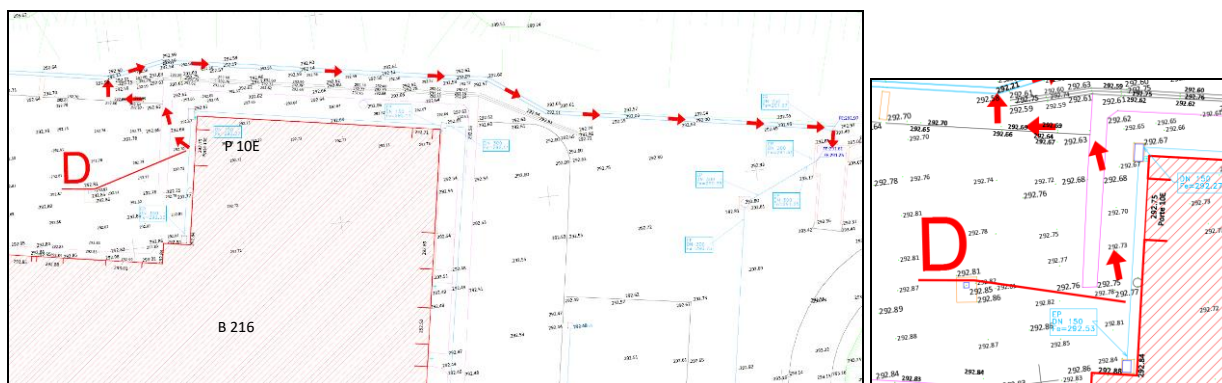


Figure 18 : Ecoulement des eaux de ruissellement sur la voirie au droit de la porte 10E

Une seconde simulation a été réalisée en prenant l'hypothèse que le réseau pluvial collectant ces eaux de ruissellement au Nord (caniveau béton à ciel ouvert, caniveau 4) était totalement obstrué.

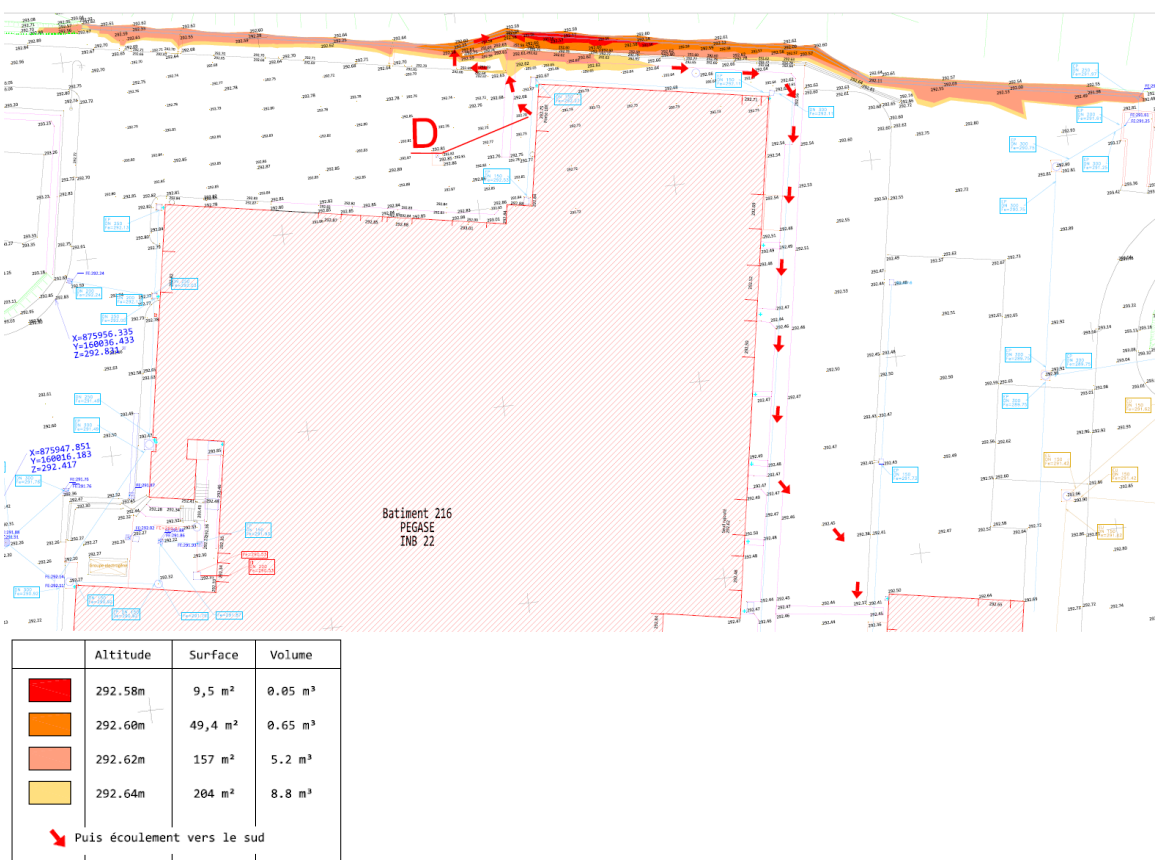


Figure 19 : Zone d'accumulation d'eau en cas d'obstruction caniveau au Nord du bâtiment 216

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 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 53 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Dans l'hypothèse de l'obstruction totale du caniveau béton collectant les eaux de ruissellement, les résultats de ce scénario montrent que l'eau ne s'accumule pas au niveau des points d'entrée d'eau potentiels dans le bâtiment PEGASE et se dirige vers le Sud.

Les résultats de ce scénario montrent que l'eau ne pénètre pas au niveau de la porte 10E malgré l'obturation du caniveau béton en aval hydraulique. Il n'y a pas d'impact sur le bâtiment 216.



Porte 10E de l'installation PEGASE

8.5.CONCLUSION

L'analyse topographique met en évidence que toutes les orientations de chaque bâtiment et la mise en place de dispositions constructives permettent de se protéger d'un risque immédiat d'inondation par infiltration d'eau au niveau des entrées du bâtiment.

Toutefois, suite aux visites sur site et analyses topographiques, des légères contre-pentes et des points bas topographiques ont été identifiés et quatre scénarii ont fait l'objet d'une analyse spécifique en cas d'obstruction des réseaux d'évacuation d'eaux pluviales : un au Sud du bâtiment 736 (CASCAD), un à l'Ouest du bâtiment 216, un au Sud-ouest du bâtiment 216 et un au Nord du bâtiment 216 (PEGASE).

La simulation d'obstruction d'une grille d'eaux pluviales au Sud de CASCAD a montré l'absence d'impact particulier sur l'installation CASCAD.

Les simulations d'obstruction sur l'installation PEGASE ont mis en évidence que la porte 5E (entreposage-anciens ventilateurs) peut être potentiellement un point d'entrée d'eau de ruissellement dans le bâtiment 216. La mise en place d'une disposition constructive type surbau permettrait d'empêcher ces entrées d'eau en cas d'obturation du réseau d'eaux pluviales. Toutefois, cette pièce d'entreposage est fermée sans communication avec les autres pièces du bâtiment, la seule ouverture est la porte donnant sur l'extérieur. Une entrée d'eau dans cette pièce n'a aucune conséquence sur l'installation.

Les autres simulations au niveau de l'installation PEGASE ont montré l'absence d'impact particulier sur celle-ci.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 54 / 72
--	---	-----------------	---------------------

9. **CONCLUSION**

L'analyse du risque d'inondation externe par la pluie pour **l'installation PEGASE** montre que :

- Les pentes, les fossés périphériques collectant les eaux du bassin versant naturel amont et les dispositions constructives ont été conçues pour favoriser l'éloignement des eaux de ruissellement des bâtiments ou éviter l'intrusion d'eau dans le bâtiment.
- Le fossé à ciel ouvert collectant les eaux de ruissellement du bassin versant amont naturel (BV2) n'est pas suffisamment dimensionné pour l'évacuation du débit centennal. Toutefois, un aménagement VRD type merlon béton a été mis en place, afin d'éviter que les eaux pluviales ruissellent vers le bâtiment PEGASE et qu'elles se dirigent en direction du Nord-est (hors INB 22), vers une canalisation (14) qui est suffisamment dimensionnée pour l'évacuation du débit centennal.
- Les exutoires au Sud-ouest (Pc) et Sud-est (Pd) sont suffisamment dimensionnés pour l'évacuation du débit centennal, à l'exception de la partie Nord et Est du bassin versant D.

Les réseaux secondaires, en amont hydraulique de Pc (44 ,45 et 47) sont sous dimensionnés pour l'évacuation une pluie d'occurrence centennale. Toutefois, après analyse topographique, le risque d'inondation externe de l'INB 22 est écarté en cas de débordement de réseaux.

Enfin, la canalisation 13, collectant les eaux pluviales de ce bassin versant D (BVD) ainsi que les bassins versants naturels amont et latéral (BV2 et BV3) et le bassin latéral installation (BV4), est suffisamment dimensionnée pour l'évacuation du débit centennal. Le risque d'inondation vis-à-vis de l'installation est faible.

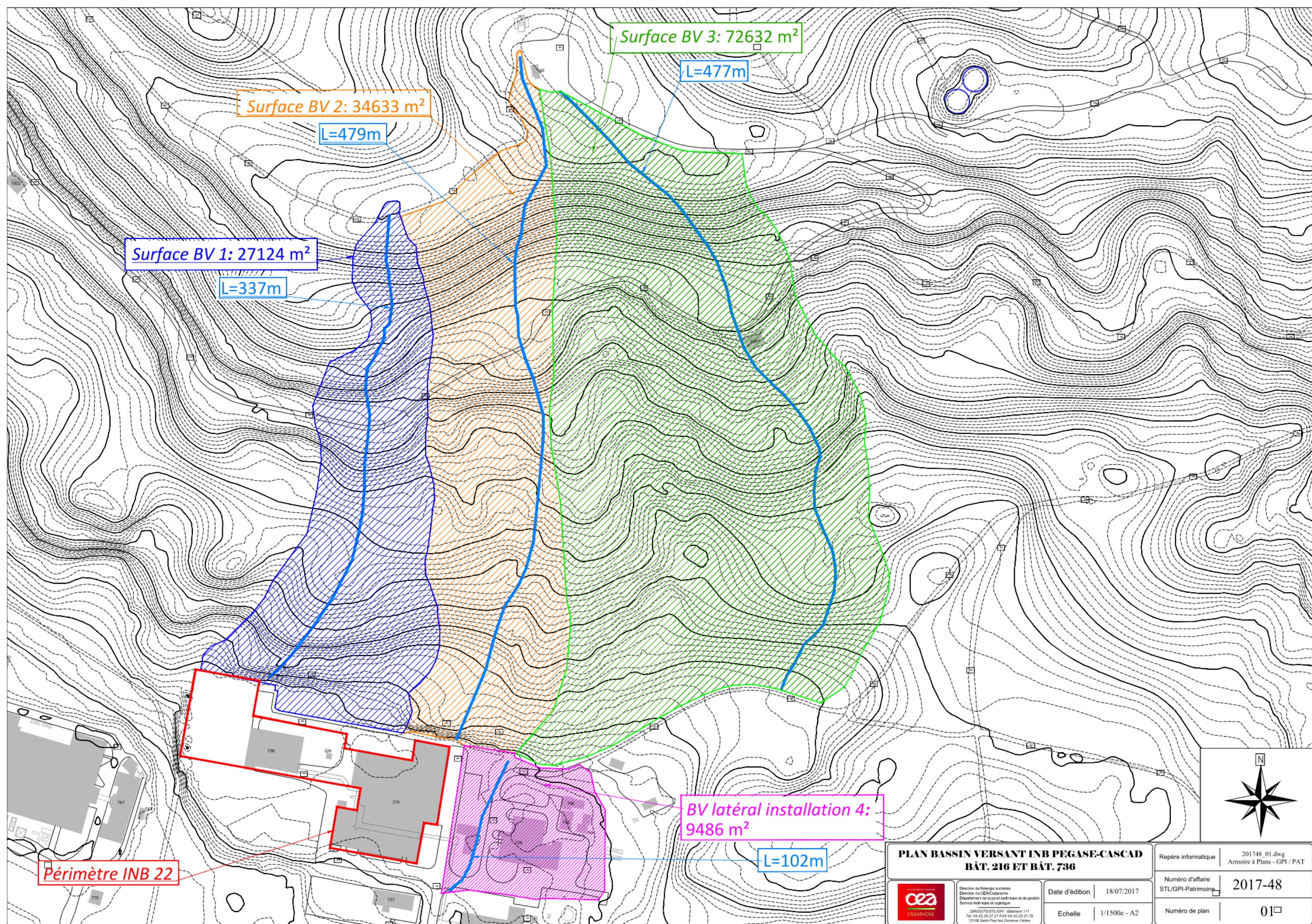
- Toutefois, les simulations d'obstruction sur l'installation PEGASE ont mis en évidence que la porte 5E (entreposage-anciens ventilateurs) peut être potentiellement un point d'entrée d'eau de ruissellement dans le bâtiment 216. Toutefois, cette pièce d'entreposage est fermée sans communication avec les autres pièces du bâtiment, la seule ouverture est la porte donnant sur l'extérieur. Une entrée d'eau dans cette pièce n'a aucune conséquence sur l'installation.
- Les évacuations des toitures sont dans l'ensemble suffisamment dimensionnées, à l'exception des toitures 3, 4a, 5 et 7 sur le bâtiment 216 PEGASE. L'absence de trop-plein et la présence de toitures terrasses avec acrotères, mettent en évidence des accumulations d'eau possibles sur les toitures terrasses.

L'analyse du risque d'inondation externe par la pluie pour **l'installation CASCAD** montre que :

- Les pentes, les fossés périphériques collectant les eaux du bassin versant naturel amont et les dispositions constructives ont été conçues pour favoriser l'éloignement des eaux de ruissellement des bâtiments ou éviter l'intrusion d'eau dans le bâtiment.
- Les fossés collectant les eaux de ruissellement du bassin versant amont naturel (BV1) sont suffisamment dimensionnés pour l'évacuation du débit centennal.
- Les exutoires au Nord-ouest (Pa), Sud-ouest (Pb) et Sud-est (Pc) sont suffisamment dimensionnés pour l'évacuation du débit centennal. A noter toutefois que certains tronçons de réseaux d'eaux pluviales des sous-bassins installation (A et B) sont sous dimensionnés, cependant les visites sur site et l'analyse topographique montrent que l'installation CASCAD ne serait pas impactée en cas de débordement. Le risque d'inondation vis-à-vis de l'installation est faible.
- Les évacuations des toitures dans l'ensemble suffisamment dimensionnées vis-à-vis de la conformité au DTU 60.11, à l'exception de la toiture 10 du bâtiment 736. Compte tenu de la nature des terrasses (toits terrasses avec acrotères), des accumulations d'eau seraient possibles sur les toitures terrasses. Cependant, à noter que des travaux ont été réalisés sur l'installation CASCAD en 2013 au niveau des toitures pour limiter au maximum l'accumulation d'eau sur ces dernières (reprise des pentes, des boîtes à eau avec surverse et des évacuations EP au niveau des acrotères).

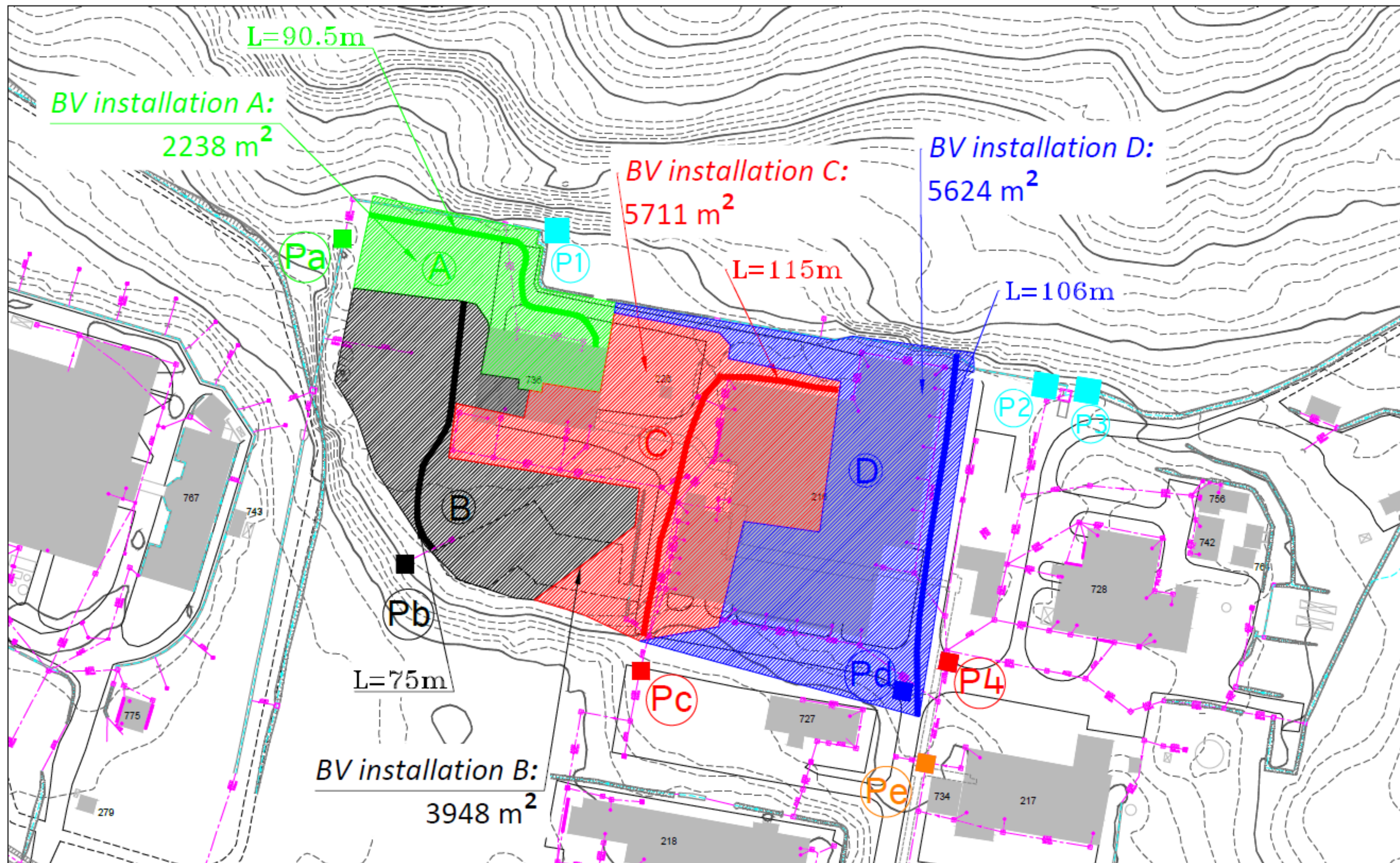
Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 55 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Annexe 1 : Plan des BV naturels en amont de l'installation



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 57 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Annexe 2 : Plan des BV de l'installation



LEGENDE

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------|------------------------|
| Fourreaux réseaux sec | Eau Potable | Eau brute (SCP) |
| Ligne HT enterrée | Eau Déminéralisée | Eau de refroidissement |
| Lignes électrique aériennes | Effluents Sanitaires | Rejet après station |
| Caniveaux électriques | Effluents Industriels | Eau de surface |
| ● Piézomètre | Eaux Pluviales | |
| ✱ Candelabre | | |



PLAN BASSIN VERSANT INB PEGASE-CASCAD BÂT. 216 ET BÂT. 736



Direction de l'énergie nucléaire
Direction du CEA/Cadarache
Département support technique et gestion
Service technique et logistique

DIVDISTGISTL/GPI - Bâtiment 112
Tél: 04 42 25 23 53 FAX 04 42 25 27 78
13108 Saint Paul les Durance Cedex

Date d'édition | 24/07/2017

Echelle | 1/1000e

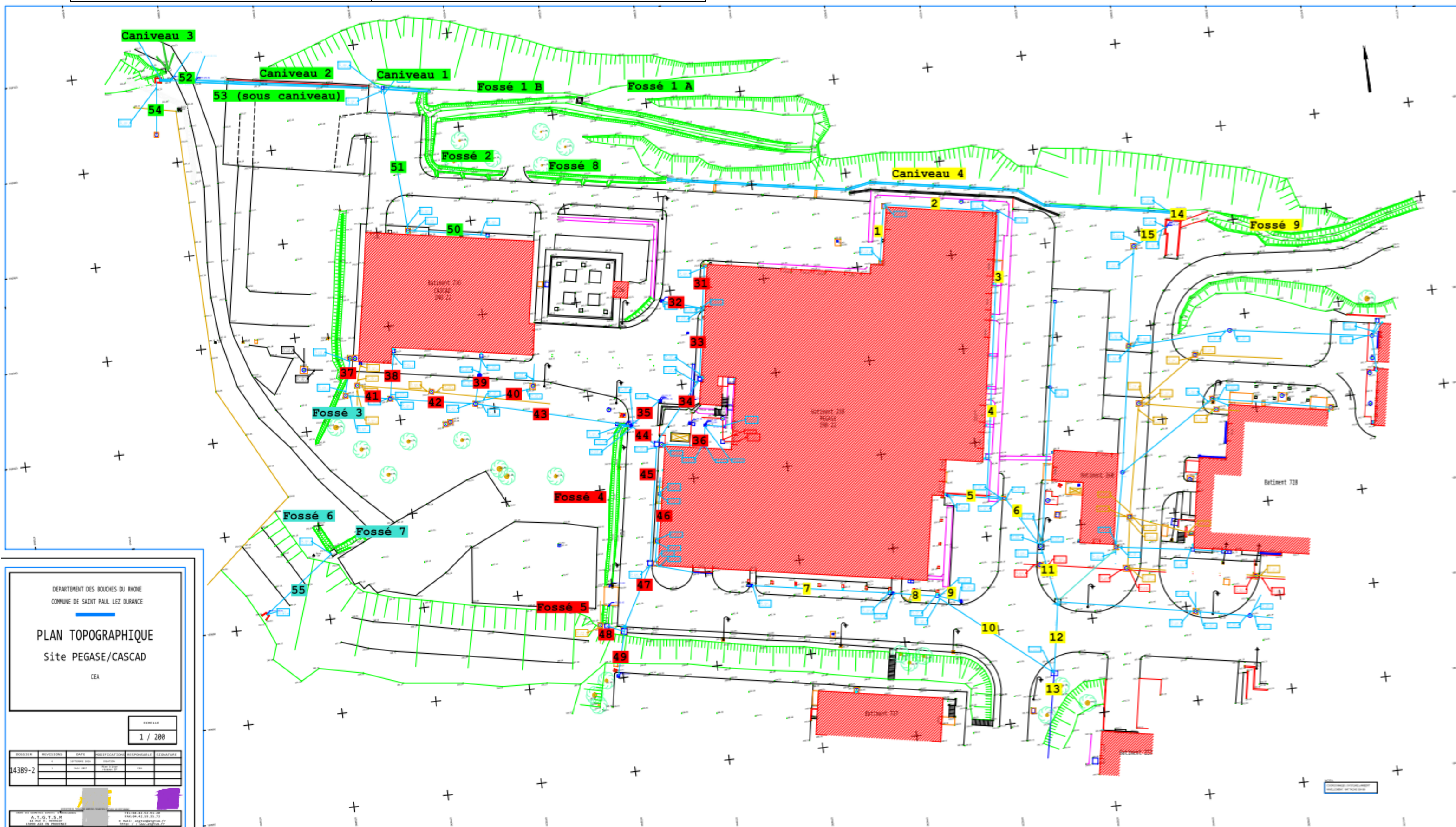
Repère informatique | 201754_01.dwg
P:100- Arrivée à plans/05- Plans ent/03- Autres

Numéro d'affaire | 2017-54
STL/GPI-Patrimoine

Numéro de plan | 01

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 59 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Annexe 3 : Plan d'ossature du réseau



PLAN TOPOGRAPHIQUE
Site PEGASE/CASCAD
CEA

1 / 200

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 61 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Annexe 4 : Plan des toitures



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 63 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Annexe 5 : tableau DTU 60.11

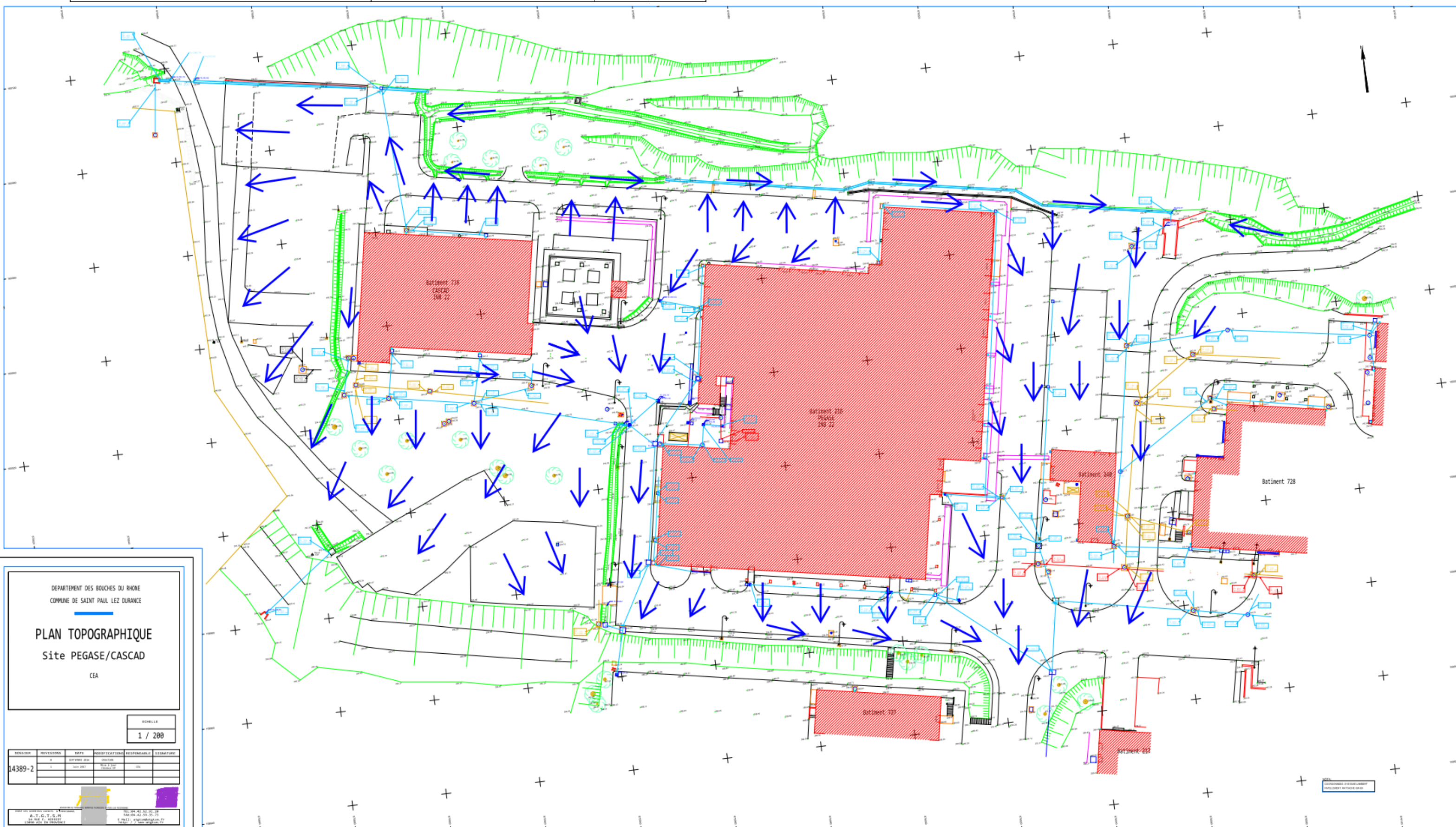
Tableau 7 — Surfaces collectées par EEP et DEP

EEP cylindrique (conforme à la Figure 15)			EEP tronconique (conforme à la Figure 16)		
Surface en plan collectée par une EEP (m ²)		Diamètre du moignon de l'EEP et de la DEP d ⁽³⁾ (cm)	Surface en plan collectée par une EEP (m ²)		Diamètre du moignon de l'EEP et de la DEP d ⁽³⁾ (cm)
A diamètre normal ⁽¹⁾	A diamètre majoré ⁽⁴⁾		A diamètre normal ⁽²⁾	A diamètre majoré ⁽⁴⁾	
50	33	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	189	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	—	570	26
570	472	27	—	680	27
615	550	27	—	—	—
660	625	29	—	—	—
700	700	30	—	—	—

(1) 1 m² de surface de surface par EEP donne 1 m² de surface de surface

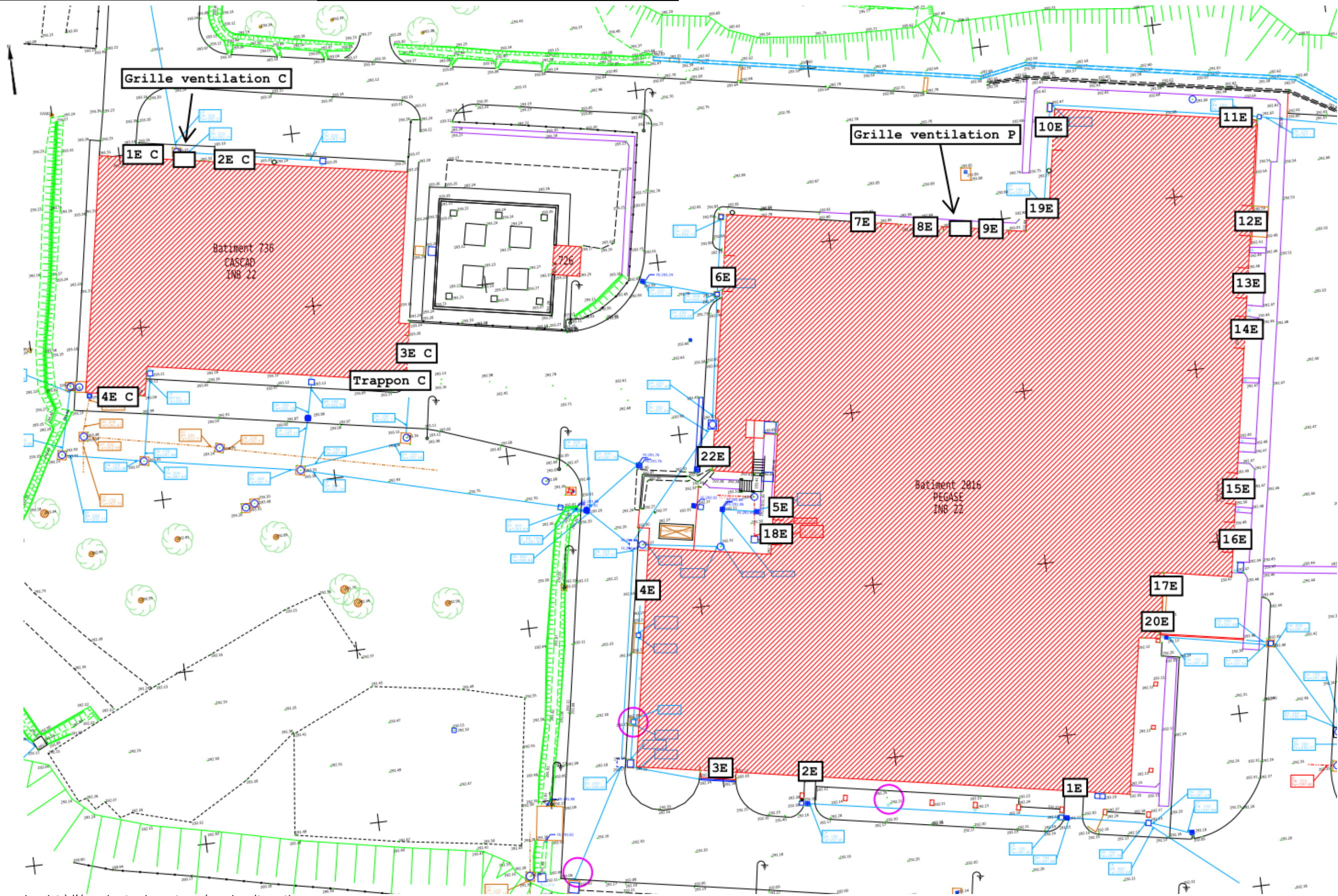
Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 64 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Annexe 6 : Plan des écoulements de surface



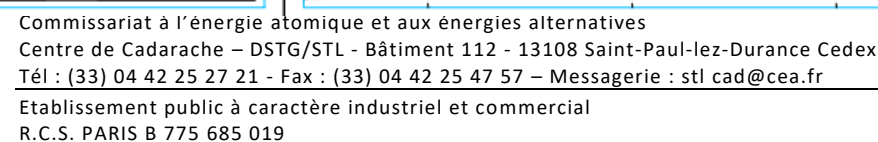
Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 66 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Annexe 7 : Plan de positionnement des portes



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence STL NTE EAU DO 591 du 06.07.2017	Indice 4	Page 68 / 72
--	---	-----------------	---------------------

Annexe 8 : Plans de simulation d'obstruction



Altitude	Surface	Volume
292.236	2 m²	0.01 m³
292.266	12.4 m²	0.21 m³
292.296	33 m²	0.9 m³
292.326	68 m²	2.3 m³
292.356	68 m²	4.2 m³
292.386	71 m²	6.5 m³
292.416	74 m²	8.5 m³
292.446	321 m²	18 m³

Écoulement sur la voirie vers l'exutoire

DEPARTEMENT DES BOUCHES DU RHÔNE
COMMUNE DE SAINT PAUL LEZ DURANCE

PLAN TOPOGRAPHIQUE
Scénario Inondation - Point B
Site PEGASE
CEA

ÉCHELLE
1 / 200

BOSSER	REVISIONS	DATE	MODIFICATION	RESPONSABLE	SIGNATURE
14389-2	1	06/07/2017	Élaboration		
	2	06/07/2017	Validation		
	3	06/07/2017	Validation		

A.T.G.T.S.M.
100 rue de la République
13001 Marseille Cedex 01

Tél : 04 91 42 25 27 - Fax : 04 91 42 25 21
E-mail : stl.cad@cea.fr

