

Étanchéité de toitures terrasses sur élément porteur en panneaux structural bois faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application relevant de l'une des deux familles :

- Panneau bois à usage structurel – mur et plancher,
- Plancher à caisson en bois.

Cahier des Prescriptions Techniques de conception et de mise en œuvre

Ce document a été entériné par les Groupes Spécialisés n° 3, le 24 septembre 2019 et n° 5.2, le 08 octobre 2019.

Groupe Spécialisé n° 3

Produits et procédés des structures, planchers et autres composants structuraux

Groupe Spécialisé n° 5.2

Produits et procédés d'étanchéité de toitures terrasses, parois enterrées et cuvelage



Commission chargée de formuler des Avis Techniques
et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne, FR-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB 2019

**Etanchéité de toitures terrasses sur élément porteur
en panneaux structural bois faisant l'objet
d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application
relevant de l'une des deux familles :**

- Panneau bois à usage structurel – mur et plancher,
 - Plancher à caisson en bois.

Cahier des Prescriptions Techniques de conception et de mise en œuvre

Table des matières

1	Généralités.....	7
2	Définitions.....	7
3	Matériaux.....	9
3.1	Elément porteur	9
3.2	Pare-vapeur.....	9
3.3	Isolant support d'étanchéité	9
3.4	Revêtement d'étanchéité.....	9
3.5	Isolation inversée (uniquement en toitures inaccessibles, techniques et végétalisées selon le § 11)	9
3.6	Végétalisation de toiture	9
3.7	Protection	9
4	Domaine d'emploi	9
4.1	Bâtiments/Locaux	9
4.2	Destination de toiture.....	10
4.3	Pente de l'élément porteur	10
5	Habillage ou plafond suspendu	10
6	Résistance aux effets du vent	11
7	Conception	11
7.1	Elément porteur	11
7.2	Pare-vapeur	11
7.3	Isolation.....	11
7.4	Revêtement d'étanchéité.....	12
7.5	Végétalisation.....	12
7.6	Protection lourde rapportée	12
7.7	Equipement Technique.....	12

8	Conditions de mise en œuvre	13
8.1	Conditions de mise en œuvre des panneaux de plancher constituant l'élément porteur.....	13
8.2	Conditions de protection d'ouvrage	13
8.3	Conditions d'acceptation du support	14
8.4	Conditions de mise en œuvre de l'étanchéité	15
8.5	Conditions de traitement des reliefs.....	15
8.6	Conditions de mise en œuvre du bardage et de l'habillage des têtes de murs.....	15
9	Configurations de toitures froides non isolées sur bâtiments non chauffés ouverts sur l'extérieur – Toitures inaccessibles, techniques et végétalisées.....	16
10	Configurations de toitures isolées sur bâtiments chauffés – Toitures inaccessibles, techniques et végétalisées - Isolation support d'étanchéité	17
11	Configurations de toitures isolées sur bâtiments chauffés – Toitures inaccessibles, techniques et végétalisées - Isolation inversée.....	18
12	Configurations de toitures isolées sur bâtiments chauffés – Toitures accessibles aux piétons et au séjour – Protection par dalles sur plots.....	19
12.1	Couche de protection de l'élément porteur servant de pare-vapeur.....	19
12.2	Support isolant thermique.....	20
12.3	Revêtement d'étanchéité	20
12.4	Dispositions particulières d'évacuation des eaux pluviales	20
12.5	Protections par dalles sur plots en béton ou en bois	20
13	Reliefs	21
14	Traitement des relevés	21
15	Joints de dilatation.....	22
15.1	Terrasses inaccessibles, techniques et végétalisées.....	22
15.2	Terrasses accessibles aux piétons avec protection par dalle sur plots	23
16	Noues, faîtages et arêtiers	23
17	Seuils	23
18	Evacuation des eaux pluviales	23
19	Entretien.....	23
ANNEXE A	Hypothèses à prendre en compte pour les panneaux structuraux	24
ANNEXE B	Exemples de vérification de la règle du 1/3-2/3.....	25
ANNEXE C	Toitures inaccessibles, techniques et végétalisées Traitement des seuils de porte Bardage rapporté.....	27
ANNEXE D	Implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales	30

Préambule

Les Cahiers de prescriptions techniques (CPT) sont des parties intégrantes d'Avis Techniques présentant des dispositions communes. Ces CPT ne sont donc pas des textes à utiliser seuls, mais conjointement avec l'Avis Technique qui y fait référence, et qui peut les compléter ou les amender.

Le présent document concerne les familles de procédés de revêtement d'étanchéité mis en œuvre sur plancher structural bois suivant :

- les panneaux bois à usage structurel – mur et plancher – en bois contrecollés (CLT), plans, nervurés ou caissons :

Plans	nervuré	Caisson

Tableau 0.1 – Types de panneaux bois à usage structurel

- les planchers à caissons en bois (ex. LVL/lamibois) en T, en H et en S :

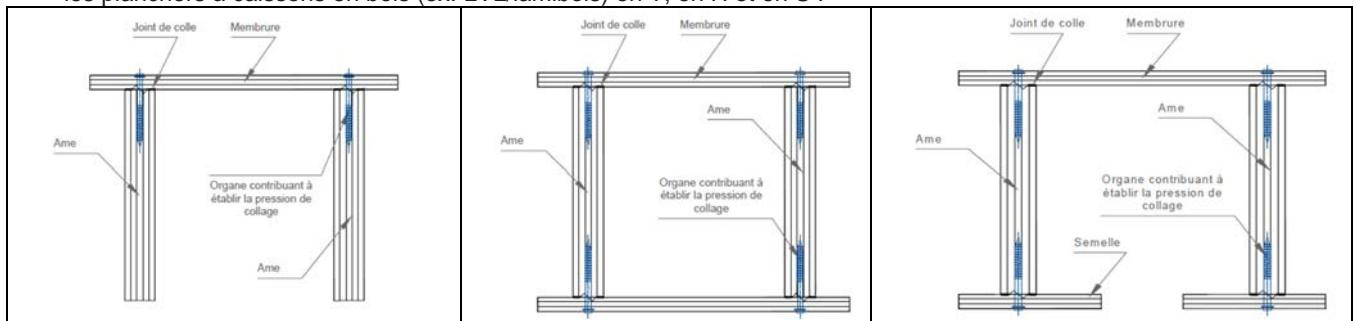


Tableau 0.2 – Type de planchers à caisson

Ils peuvent être assemblés selon les techniques prévues pour la fonction d'élément porteur en toitures-terrasses étanches définies dans l'AT/DTA des panneaux structuraux et rappelées ci-après :

« Langue » Selon AT/DTA		
« Double langue » Selon AT/DTA		

« Assemblage rainure et fausse languette » Selon AT/DTA		
« Joint à mi-bois » Selon AT/DTA		
« Vis à double filetage » Selon AT/DTA	<p>Feuillard cloué pour reprendre le cisaillement horizontal</p> <p>Paire de vis en double vissage diagonal pour reprendre le cisaillement vertical</p> <p>Feuillard cloué pour reprendre le cisaillement horizontal</p> <p>Paire de vis en double vissage diagonal pour reprendre le cisaillement vertical</p>	

Tableau 0.3 - Jonctions des panneaux structuraux selon AT/DTA

En toiture chaude, les panneaux nervurés et les caissons peuvent être partiellement ou totalement remplis d'isolant acoustique suivants les préconisations de l'AT/DTA.

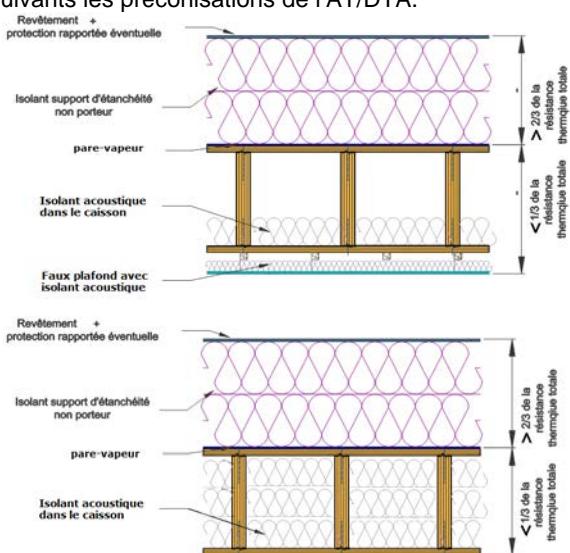


Figure 0.1 - Caisson partiellement rempli d'isolant acoustique

Figure 0.2 - Caisson totalement rempli d'isolant acoustique

Selon la composition de la toiture, il y a lieu de vérifier le respect de la règle du 1/3-2/3 ou 1/4-3/4 selon le § 7.3.

Note : La résistance thermique des isolants acoustiques est prise en compte.

1 Généralités

Le présent CPT concerne les prescriptions communes de conception et de mise en œuvre, sur élément porteur en panneau bois à usage structurel – mur et plancher ou en plancher à caisson en bois faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application, des procédés d'étanchéité de toitures terrasses, faisant l'objet d'un Document Technique d'Application visant leur mise en œuvre sur élément porteur en panneaux à base de bois.

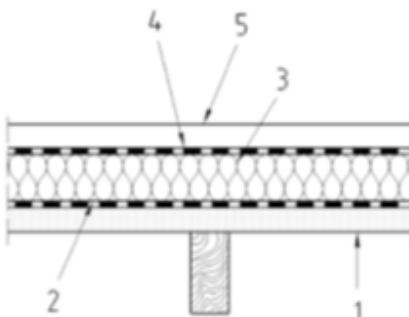
En sous-face, les panneaux structuraux bois peuvent rester visibles ou recevoir un habillage ou un faux-plafond.

Les panneaux structuraux bois peuvent être utilisés en relief. Leur dimensionnement est défini par leur Avis Technique ou Document Technique d'Application, tenant compte de l'annexe A.

2 Définitions

Toiture chaude isolée

Elle est caractérisée par le fait que les panneaux structuraux reçoivent un écran pare-vapeur, une isolation rapportée, un revêtement d'étanchéité et sa protection lourde ou autoprotection, l'ensemble constituant la séparation entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur.



Légende

- 1 Elément porteur
- 2 Pare-vapeur
- 3 Isolant
- 4 Revêtement
- 5 Protection rapportée lorsque nécessaire

Figure 2.1 - Principe de toiture chaude isolée (coupe perpendiculaire à la pente)

Toiture froide ventilée non isolée

Elle est caractérisée par le fait que la sous-face de l'élément porteur comprend un espace ventilé communiquant avec l'air extérieur. Elle n'est visée qu'en ouvrages ouverts non chauffés (ex. préau d'école).

Élément porteur

Partie supérieure résistante du gros œuvre de la toiture constitué par des panneaux structuraux assemblés entre eux de façon à constituer un plateelage continu.

$w_{net,fin}$ représente la flèche nette finale au sens de l'Eurocode 5, à savoir l'écart final vis-à-vis de l'axe reliant deux appuis.

Support de l'étanchéité (par abréviation « support »)

Élément de la construction sur lequel est appliqué directement le revêtement d'étanchéité.

Le support peut être constitué :

- par l'élément porteur proprement dit ;
- par des panneaux isolants non porteurs.

Pare-vapeur

Écran de protection contre la migration de la vapeur d'eau, placé sur les panneaux structuraux et sous l'isolation thermique support d'étanchéité (aucun film pouvant assurer une fonction pare-vapeur ne doit être placé côté intérieur de la paroi).

Isolation thermique

Ouvrage constitué par une ou plusieurs couches de panneaux isolants, destiné à réduire les échanges thermiques entre l'intérieur et l'extérieur des bâtiments.

Revêtement d'étanchéité

Le terme revêtement d'étanchéité désigne l'ouvrage continu destiné à assurer l'étanchéité à l'eau, tant en partie courante que sur les ouvrages particuliers.

Par abréviation :

- sur les parties courantes, le revêtement d'étanchéité est appelé « revêtement » ;
- sur les reliefs, le revêtement d'étanchéité est appelé « relevé » ;
- sur les parties en retombée, le revêtement d'étanchéité est appelé « retombée ».

Relief

Ouvrage émergent sur lequel l'étanchéité est relevée, ce relevé pouvant être exécuté sur tout ou partie de la hauteur du relief.

Noue

Ligne rentrante formée par l'intersection de deux versants (noue centrale) ou par l'intersection d'un versant et d'un relief (noue de rive).

Caniveau

Ouvrage de collecte des eaux pluviales, de section généralement rectangulaire, implanté sur une toiture-terrasse accessible ou en bas de rampe et recouvert par une grille de protection amovible permettant d'assurer la circulation des personnes et l'entretien du caniveau.

Bardage ou protection de paroi verticale, étanche à l'eau

Il s'agit de bardages rapportés :

- En panneaux de contreplaqués avec finition, posés à joints verticaux garnis ou revêtus d'un couvre-joint selon la norme NF DTU 41.2 ;
- En lames et bardeaux de bois selon la norme NF DTU 41.2 ;
- En plaques nervurées et ondulées en acier selon les recommandations professionnelles RAGE « Bardages en acier protégé et en acier inoxydable » de juillet 2014 ;
- En plaques nervurées en aluminium selon les règles professionnelles « bardage métallique » de janvier 1981 ;
- A joints fermés bénéficiant d'un Avis Technique visant la mise en œuvre sur Construction à Ossature Bois (COB) de hauteur jusqu'à 18 m ;

Protection de paroi verticale constituée de :

- Bardeaux bitumés selon la norme NF DTU 40.14 ;
- Ardoises de fibres-ciment selon la norme NF DTU 40.13 ;
- Feuilles de zinc supportées selon la norme NF DTU 40.41 ;
- Feuilles d'acier inoxydable supportées selon la norme NF DTU 40.44 ;

Système d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant

Il s'agit de système bénéficiant d'un Avis Technique visant la mise en œuvre sur Construction à Ossature Bois (COB) de hauteur jusqu'à 18 m ;

Toitures inaccessibles

Toitures qui ne reçoivent qu'une circulation réduite à l'entretien normal des ouvrages d'étanchéité et d'appareils ou installations nécessitant des interventions peu fréquentes (de l'ordre de une à deux fois par an).

Exemples d'installation :

- lanterneaux ;
- exutoires de fumées ;
- dispositifs de ventilation mécanique contrôlée relevant du NF DTU 68.3 ;
- antennes, enseignes.

Ces toitures peuvent comporter des chemins ou aires de circulation.

Toitures terrasses techniques ou à zones techniques

Toitures terrasses qui reçoivent une circulation due à la présence d'appareils ou d'installations nécessitant des interventions fréquentes (entretien, etc.).

Exemples d'installation :

- aéroréfrigérants (conditionnement d'air) ;
- dispositifs permettant le nettoyage des façades ;
- capteurs solaires ;
- locaux de machineries d'ascenseurs ou monte-charges, accessibles exclusivement de la terrasse ;

Si l'installation technique ne concerne qu'une partie de la toiture-terrasse, seule cette partie peut être considérée comme toiture terrasse technique (« zone technique »).

Toitures terrasses accessibles aux piétons

Toitures terrasses qui reçoivent une circulation piétonne éventuellement assortie d'un séjour. Par séjour, on entend la présence de charges statiques autres que celles liées à la circulation.

Climat de plaine

Les toitures en climat de plaine sont conventionnellement celles des bâtiments implantés à une altitude inférieure ou égale à 900 m.

Climat de montagne

Les toitures en climat de montagne sont conventionnellement celles des bâtiments implantés à une altitude supérieure à 900 m et au plus égale à 2 000 m.

Certaines toitures de bâtiments implantés à une altitude inférieure ou égale à 900 m peuvent être considérées comme toitures sous climat de montagne en fonction des conditions micro-climatiques particulières. Les documents particuliers du marché en font la mention.

Zone très froide

- Zones où la température de base est inférieure ou égale à -15°C au sens du tableau D1a) corrigé par le tableau D1b) de la norme NF P 52-612/CN qui est le complément national de la norme NF EN 12831,
- Lieux d'altitude supérieure à 600 m en zones H1, H2 et H3 telles que définies par l'annexe I de l'article 2 de l'arrêté du 26 octobre 2010 (RT2012).

3 Matériaux

3.1 Élément porteur

Panneaux bois à usage structurel – mur et plancher – en bois contrecollés (CLT), plans, nervurés ou caissons ou planchers à caissons en bois (ex. LVL/lamibois) en T, en H et en S, bénéficiant d'un Avis Technique, dimensionnés en tenant compte de l'annexe A.

3.2 Pare-vapeur

En toitures inaccessibles, techniques et végétalisées : feuilles bitumineuses définies comme pare-vapeur dans les DTA de revêtements d'étanchéité visant son emploi sur élément porteur en bois.

En toitures accessibles aux piétons : la fonction pare-vapeur est assurée par la couche de protection définie au § 12.1.

3.3 Isolant support d'étanchéité

L'isolation support d'étanchéité est composée de :

- Panneau en laine de verre (MWG) non porteur support d'étanchéité (toitures inaccessibles uniquement),
- Panneau en laine de roche (MWR) non porteur support d'étanchéité (de classe C en toitures techniques et végétalisées),
- Panneau en perlite expansée (EPB) non porteur support d'étanchéité,
- Panneau en polyuréthane ou polyisocyanurate (PUR/PIR) parementé support d'étanchéité,
- Panneau en polystyrène expansé (EPS) non porteur support d'étanchéité,
- Panneau en verre cellulaire (CG) non porteur support d'étanchéité,

bénéficiant d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application visant son emploi sur élément porteur en bois, en apparent, sous protection lourde ou sous végétalisation.

3.4 Revêtement d'étanchéité

Membrane bitumineuses ou synthétiques bénéficiant d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application visant son emploi sur élément porteur en bois, en apparent, sous protection lourde ou sous végétalisation.

3.5 Isolation inversée

(uniquement en toitures inaccessibles, techniques et végétalisées selon le § 11)

L'isolation inversée est composée de panneaux en polystyrène extrudé (XPS) bénéficiant d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application visant son emploi sur élément porteur en bois, sous protection lourde et/ou sous végétalisation.

3.6 Végétalisation de toiture

Le procédé de végétalisation fait l'objet d'un Avis Technique visant son emploi sur élément porteur en bois.

3.7 Protection

Protection admise par le revêtement d'étanchéité, dans le cadre de son Avis Technique ou Document Technique d'Application.

4 Domaine d'emploi

4.1 Bâtiments/Locaux

Le présent document vise les travaux neufs en bâtiments :

- Situés en France européenne (hors DROM), en climat de plaine ;
- Soit avec locaux sous-jacents non chauffés ouverts sur l'extérieur, en association avec une toiture froide non isolée ;

- Soit avec locaux sous-jacents chauffés, à faible et moyenne hygrométrie (rapport $W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$, où W est la quantité de vapeur produite à l'intérieur du local par heure en g/m^3 et n le taux de renouvellement de l'air), en association avec une toiture chaude (isolant support d'étanchéité ou isolation inversée) ;

Note : L'emploi en climat de montagne peut être visé par l'Avis Technique des panneaux structuraux sur examen des éléments de justification fournis par le demandeur (notamment sur les expériences chantiers, sa capacité d'assistance technique, le traitement des points singuliers tels que reliefs et évacuations d'eau pluviale).

4.2 Destination de toiture

Sont visées les toitures :

- Inaccessibles avec chemins de circulation éventuels (pente $\leq 50\%$), sans rétention temporaire des eaux pluviales ;
- Inaccessibles avec procédés d'étanchéité photovoltaïques avec modules souples bénéficiant d'un Avis Technique (pente $\leq 50\%$) ;
- Techniques et à zones techniques, sans chemin de roulement des appareils d'entretien de façades (pente $\leq 5\%$) ;
- Végétalisées (pente $\leq 20\%$) ;
- Accessibles aux piétons et au séjour, associé à une protection par dalles sur plots (pente $\leq 5\%$).

4.3 Pente de l'élément porteur

La pente minimale assurée par l'élément porteur seul est comprise entre 3 et 20 % en toitures terrasses végétalisées (TTV).

Pour les toitures inaccessibles, techniques ou accessibles aux piétons et au séjour, la pente minimale assurée par l'élément porteur seul doit être de :

- $\geq 3\%$, lorsque les panneaux posés en chevrons (parallèles à la pente) ou les fermes supportant les panneaux posés en pannes (perpendiculaires à la pente) sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final $w_{net, fin}$ dû à toutes les charges, limité au 1/250^e de la portée ;
- $\geq 1,8\%$, lorsque les panneaux posés en chevrons (parallèles à la pente) ou les fermes supportant les panneaux posés en pannes (perpendiculaires à la pente) sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final $w_{net, fin}$ dû à toutes les charges, limité au 1/400^e de la portée (hors TTV) ;
- $\geq 1,6\%$, lorsque les panneaux posés en chevrons (parallèles à la pente) ou les fermes supportant les panneaux posés en pannes (perpendiculaires à la pente) sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final $w_{net, fin}$ dû à toutes les charges, limité au 1/500^e de la portée (hors TTV) ;

Les flèches sont calculées en tenant compte du flueage au travers du coefficient k_{def} défini dans la norme NF EN 1995-1-1 : 2015 ou l'AT/DTA du procédé de panneau structural bois.

Les pentes maximales sont précisées au § 4.2 en fonction de la destination.

Le présent CPT ne vise pas la pose des panneaux en pente nulle. Néanmoins, l'Avis Technique peut viser favorablement l'utilisation en pente nulle, après justifications pertinentes apportées par le fabricant dans le cadre de l'instruction de l'Avis Technique.

Note : Ces justifications traiteront notamment :

- De la rigidité de l'élément porteur et de ses appuis ;
- Des charges à prendre en compte dans le dimensionnement des panneaux ;
- De la répartition (nombre) de descentes d'eau pluviale ;
- Du traitement de l'évacuation d'eaux pluviales ;
- Des surfaces de toitures envisagées (ex. retrait de façades au dernier étage).

5 Habillement ou plafond suspendu

La sous-face des panneaux structuraux peut rester visible ou recevoir un habillage ou un plafond suspendu.

Puissent être mis en œuvre des parements intérieurs en sous-face des panneaux ou caissons de plancher, pour assurer une fonction d'isolation acoustique. La résistance thermique de cette isolation acoustique doit respecter la prescription spécifiée au § 7.3.

Ci-après 2 exemples de finition intérieure :

- Plaques de plâtre pour usage intérieur en milieu humide conformes à la norme NF EN 520 de type H1 et répondant aux spécifications complémentaires définies dans le NF DTU 25.41, marquées NF-Plaques de plâtre, mises en œuvre en plafond selon le NF DTU 25.41 ;
- Complexes d'isolation acoustique intérieurs, de type plaque de plâtre avec isolant en laine minérale conforme à la norme NF EN 13950 et répondant aux spécifications complémentaires définies dans le NF DTU 25.42 de type P3, certifiés CSTB/ACERMI et mis en œuvre selon le NF DTU 25.42 ou faisant l'objet d'un Document Technique d'Application.

Ces plaques de plâtres sans pare-vapeur, de masse volumique comprise entre 750 et 900 kg/m³, et à parement de carton et ces plaques de plâtre armées de fibres minérales de masse volumique comprise entre 800 et 1 000 kg/m³ présentent une valeur de facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau (μ) égale à 10 (BA13 : Sd de 13 cm et BA15 : Sd de 15 cm).

Ces isolants en laine minérale dont l'absorption à l'eau à court terme est WS déterminée selon la norme NF EN 1609 (< 1 kg/m²),

sans pare-vapeur, de densité inférieure à 200 kg/m³ présentent une valeur de facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ) égale à 1.

6 Résistance aux effets du vent

L'élément porteur est dimensionné selon son Document Technique d'Application en tenant compte de l'effort de vent agissant sur la toiture, calculé selon l'Eurocode 1 partie 1-4 (NF EN 1991-1-4 d'octobre 2010) et son annexe nationale NF EN 1991-1-4/NA de septembre 2012 (vent caractéristique calculé pour une période de retour de 50 ans).

Le complexe d'étanchéité est dimensionné selon les prescriptions à cet égard spécifiées dans son Document Technique d'Application.

Dans le cas de revêtements d'étanchéité ou d'isolants, fixés mécaniquement, l'Avis Technique des panneaux structuraux précise si la résistance caractéristique des éventuels attelages de fixation mécanique de l'isolation support et/ou du revêtement d'étanchéité reste égale à celle obtenue selon la norme NF P 30-313 (P_k) dans du bois massif, annoncée dans les fiches techniques des fixations et visées par leur Document Technique d'application.

7 Conception

7.1 Élément porteur

La conception de l'ouvrage de toiture-terrasse doit prendre en compte les dispositions suivantes :

- En couverture froide, en cas de caissons, seuls les caissons en Té sont visés ;
- L'élément porteur support du système d'étanchéité reprend en phase provisoire les actions due au poids des matériaux nécessaires aux travaux d'étanchéité à stocker sur la toiture, charge d'exploitation conformément à l'Eurocode 5 ;
- La continuité de l'élément porteur, y compris aux faîtages et noues, est assurée par fixations mécaniques (cf. § Préambule) ;
- Les panneaux de planchers peuvent comporter des réservations nécessaires au système d'étanchéité, comme par exemple :
 - Iлантереaux ponctuels ou filants (bandes éclairantes ou voûtes d'éclairage) ;
 - sorties de crosse ;
 - pénétrations diverses et variées ;
 - entrées d'eaux pluviales (EEP).

Ces percements et réservations quelles que soient leurs dimensions, ne sont réalisés que par le charpentier et doivent être pris en compte dans le dimensionnement des panneaux de plancher, selon les indications présentes dans les AT/DTA concernés. L'absence de ces indications est rédhibitoire à la réalisation de ces singularités ;

7.2 Pare-vapeur

L'écran pare-vapeur bitumineux est placé sur les panneaux structuraux et sous l'isolation thermique support d'étanchéité (Aucun film pouvant assurer une fonction pare-vapeur ne doit être placé coté intérieur de la paroi). En terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec protection par dalles sur plots, la couche de protection composée d'un revêtement d'étanchéité mono ou bicouche en bitume modifié fait office de pare-vapeur (cf. § 12).

7.3 Isolation

Les panneaux isolants support d'étanchéité sont placés sur le pare-vapeur, lui-même appliqué sur les panneaux structuraux.

Il y a lieu de vérifier, en climat de plaine hors zone très froide, le respect de la règle du 1/3-2/3 en tenant compte des caractéristiques thermiques des éléments placés coté intérieur, sous l'écran pare-vapeur (panneaux structuraux, isolants acoustiques, habillage ou faux-plafond).

Cette règle est vérifiée lorsque l'épaisseur minimale de l'isolant support d'étanchéité est déterminée de manière à ce que sa résistance thermique soit supérieure ou égale en climat de plaine hors zones très froides, à deux fois la résistance thermique du panneau structural utilisé (calculée selon son épaisseur avec $\lambda = 0,13 \text{ W/m.K}$) et de l'éventuelle isolation apportée par le plafond suspendu en sous-face du panneau structural ou celle placée à l'intérieur des caissons.

En zone très froide⁽¹⁾, la règle à respecter est la règle des 1/4-3/4, l'épaisseur minimale de l'isolant support d'étanchéité est déterminée de manière à ce que sa résistance thermique soit supérieure ou égale à trois fois la résistance thermique du panneau structural utilisé (calculée selon son épaisseur avec $\lambda = 0,13 \text{ W/m.K}$) et de l'éventuelle isolation apportée par le plafond suspendu en sous-face du panneau structural ou celle placée à l'intérieur des caissons ».

La résistance thermique des panneaux isolants support d'étanchéité et des panneaux structuraux est donnée par leur Avis

¹ Les zones très froides peuvent être définies comme :

- les zones où la température de base est inférieure ou égale à -15°C au sens du tableau D1a) corrigé par le tableau D1b) de la Norme NF P 52-612/CN qui est le complément national de la NF EN 12831,
- les lieux d'altitude supérieurs à 600 m en zones H1, H2 et H3 telles que définies par l'annexe I de l'article 2 de l'arrêté du 26 octobre 2010 (RT2012).

Technique ou Document Technique d'Application.

La résistance thermique des isolants placés sur les plafonds suspendus ou placés dans les caissons est donnée pour l'épaisseur donnée dans le certificat ACERMI de l'isolant. A défaut de certificat ACERMI, il y aura lieu de se reporter aux Règles Th-U. L'annexe C donne des exemples de vérification du respect de la règle du 1/3-2/3.

7.4 Revêtement d'étanchéité

La réalisation du revêtement d'étanchéité doit se faire conformément à son Document Technique d'Application.

7.5 Végétalisation

La réalisation de toiture-terrasse végétalisée doit se faire conformément aux Avis Techniques des procédés de végétalisation de toitures visant son emploi sur élément porteur en bois (prise en compte de la charge de sécurité forfaitaire de 15 daN/m² définie par les Règles Professionnelles Toitures Terrasses et toitures végétalisées Edition n°3 de mai 2018) sans toutefois qu'il soit nécessaire de prendre en compte la surcharge de 85 daN/m², dès lors que :

- le dimensionnement des panneaux support du complexe d'étanchéité est réalisé en considérant une charge permanente de végétalisation à capacité maximale en eau, indiquée dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.
- la vérification des déformations des panneaux constituant l'élément porteur prend en compte le flUAGE des panneaux.

7.6 Protection lourde rapportée

Les complexes d'étanchéité peuvent recevoir les protections lourdes par granulats, dallettes posées à sec, massifs béton démontables pour zones techniques ou dalles sur plots conformément à la norme NF DTU 43.1.

7.7 Equipement Technique

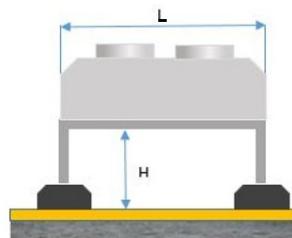
Les équipements techniques peuvent être :

- Soit raccordés à la charpente du bâtiment conformément à la norme NF DTU 43.4 ;
- Soit positionnés sur des massifs en béton posés sur le revêtement d'étanchéité. On s'assurera de la stabilité effective de ces massifs sous vent ascendant s'appliquant à l'équipement permanent.

Afin de pouvoir effectuer les opérations d'entretien de la toiture et les éventuelles réfections, il est nécessaire de prévoir une hauteur minimale, h, entre le bas des équipements et la protection du revêtement d'étanchéité des parties courantes.

Si les équipements sont fixes, cette hauteur est fonction de la longueur L d'encombrement horizontal de ces équipements :

- Si $L \leq 1,20$ m, $h = 0,40$ m ;
- Si $L > 1,20$ m, $h = 0,80$ m.



Si les équipements peuvent être démontés lors de la réfection, cette hauteur peut être ramenée à 0,30 m.

L'équipement est solidarisé à un ou plusieurs massifs en béton posés sur le revêtement d'étanchéité ou sa protection. Ce cas n'est possible que si chaque massif est transportable et l'équipement démontable, sans recours à des engins de levage. De plus, l'implantation des massifs ne doit pas gêner l'écoulement des eaux de pluie. Chaque massif repose sur un matériau résilient adapté (polystyrène expansé ou polystyrène extrudé).

Note : Est considéré comme transportable un massif de 90 kg maximum déplaçable par deux personnes. Est considéré comme démontable un équipement pouvant être démonté en éléments n'excédant pas chacun 90 kg.

Il doit être dimensionné de la façon suivante :

- sa plus petite dimension d'appui n'est pas inférieure à 0,40 m,
- la pression au niveau du revêtement d'étanchéité est limitée dans les conditions ci-dessous.

a Revêtement d'étanchéité sur support en panneaux structuraux :

Type de revêtement d'étanchéité	Pression admissible sous charge statique
Bicouche SBS modifié classé I2	60 kPa
Bicouche SBS modifié classé I3	120 kPa
Bicouche SBS modifié classé I4	200 kPa
Pour les autres revêtements monocouches et mixtes sous asphalte, la pression admissible est mentionnée dans le DTA du procédé	

Tableau 7.1 – Pression admissible par les revêtements d'étanchéité

Dans le cas d'un revêtement sous isolation inversée, la pression admissible est la plus petite des deux valeurs suivantes :

- celle indiquée sur le tableau ci-dessus,
- celle indiquée dans le Document Technique d'Application du panneau isolant.

b Revêtement d'étanchéité sur support en panneaux isolants :

La pression admissible est la plus petite des deux valeurs suivantes :

- celle indiquée dans le tableau ci-dessus,
- celle indiquée pour cette utilisation dans les documents d'application des panneaux isolants supports d'étanchéité.

La pression admissible est à comparer avec la somme non pondérée des contraintes appliquées, spécifiques à l'ouvrage, déterminées à partir de la norme NF P 06-001 et des Règles NV65 modifiées.

8 Conditions de mise en œuvre

8.1 Conditions de mise en œuvre des panneaux de plancher constituant l'élément porteur

L'exécution des points singuliers (par exemple : acrotères, costières, reliefs de joints de dilatation) et la fourniture des matériaux nécessaires à leur réalisation, ainsi que les percements et réservations dans les panneaux structuraux, sont réalisés par une entreprise titulaire du lot « structure bois ».

En phase provisoire, les locaux en sous-face de la toiture doivent être ventilés pour éviter l'humidification de la sous-face des panneaux causée par l'évaporation de l'eau incluse dans les matériaux de construction tels que les complexes de chapes humides rapportées. L'Avis Technique des panneaux utilisés définit les conditions de ventilation.

Lorsque la jonction des panneaux est réalisée par languette illustré au tableau 0.3, si l'ouverture du joint entre languette et panneaux est inférieure à 2 mm, il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre des bandes de pontage.

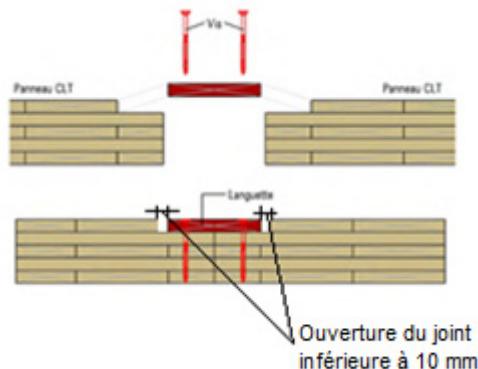


Figure 8.1 – Ouverture en jonction de panneaux par languette

Dans le cas contraire, l'ouverture du joint doit être inférieur à 10 mm et une bande de pontage réalisée selon la norme NF DTU 43.4 est nécessaire.

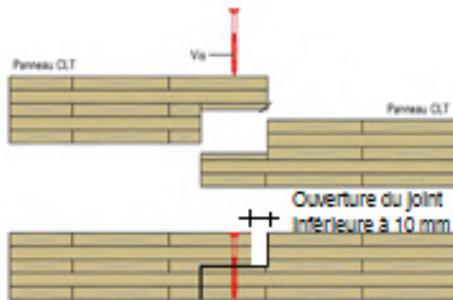


Figure 8.2 – Ouverture en jonction de panneaux sans languette

8.2 Conditions de protection d'ouvrage

L'élément porteur et les acrotères doivent être protégés vis-à-vis des intempéries, afin de limiter le risque d'humidification des panneaux structuraux par les eaux de pluie, d'éviter toute stagnation d'eau liquide sur les planchers ainsi que tout confinement d'humidité.

Il est nécessaire de protéger tous les éléments par un ouvrage de protection provisoire imperméable en phase chantier.

Une solution consiste en la mise en place d'une protection temporaire sous la forme d'un parapluie qui fonctionne sur le principe d'un coffrage, conçu, dimensionné et mis en œuvre par le charpentier.

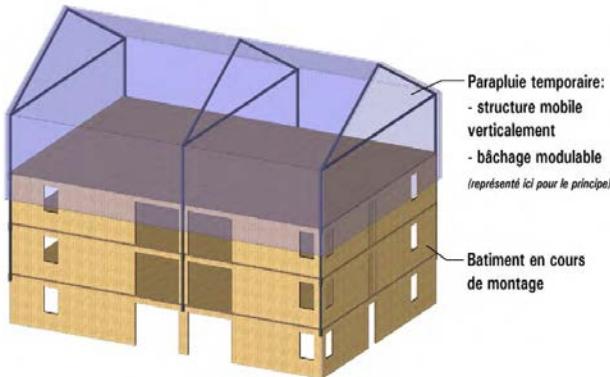


Figure 8.3 – Disposition de protection

Cette solution permet à l'étancheur et au bardeur de réaliser leur ouvrage sans intervenir sur l'ouvrage de protection.

D'autres solutions de protection provisoire peuvent être proposées dans l'Avis Technique du panneau structurel, leurs pertinences et leur efficacité sont apportées dans le cadre de l'instruction de l'Avis Technique, en tenant compte des interactions entre les différents corps d'état (charpentier, étancheur, bardeur).

8.3 Conditions d'acceptation du support

Une acceptation du support est nécessaire si les titulaires du lot « Structure » et « Etanchéité » sont différents.

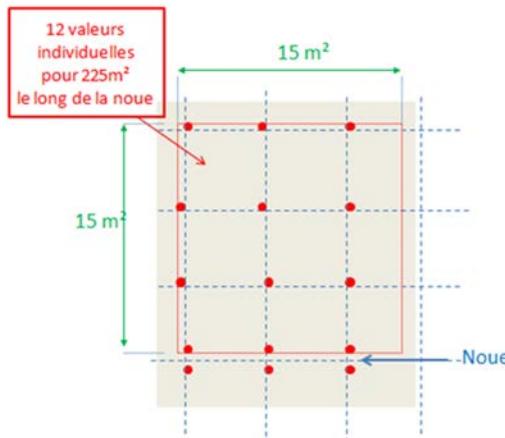
Les points suivants doivent être observés :

- Planéité du plan de pose avec notamment limitation du désaffleurement entre deux panneaux < 2 mm et ouverture entre deux panneaux < 10 mm ;
- Rebouchage des trous laissés par les fixations des ancrages ayant permis la manipulation des panneaux, si leur diamètre est supérieur à 10 mm ;
- Désafleur non admis pour les têtes de fixation des panneaux ;
- Respect de la pente prescrite par le présent document ;
- Contrôle de la siccité du support.

Afin de respecter les conditions de service des panneaux, leur humidité, mesurée à 40 mm de profondeur (pour les panneaux minces d'épaisseur inférieure à 50 mm, la mesure est prise à mi-épaisseur), avec un humidimètre selon la norme NF EN 13183-2 : 2002, ne doit pas être supérieure à 20 % au moment de la mise en œuvre du complexe d'étanchéité.

Un zonage délimitant sur plan des surfaces de 225 m² doit être réalisé.

Sur chaque zone, un repérage des points de mesure doit être formalisé sur plan à raison d'un point tous les 5 m de chaque côté de la noue et bas de versant et 1 tous les 5 m environ en partie courante (soit une douzaine de mesures individuelles pour cette zone).



a/ Si, sur cette zone, la moyenne est < à 20 % avec au plus une valeur individuelle entre 20 et 25%, le support est admissible d'un point de vue de la siccité.

b/ Si, sur cette zone, la moyenne est < à 20 % mais qu'au moins deux valeurs individuelles sont comprises entre 20 et 25 %, il est nécessaire de protéger de l'eau et de ventiler les panneaux structuraux sur leurs deux faces en rapportant éventuellement une protection sous la forme d'un parapluie (cf. § 8.2) permettant de créer un flux d'air à la surface des panneaux et d'effectuer régulièrement les contrôles d'humidité jusqu'à séchage suffisant des panneaux (cf. a/). Le retour à une humidité < à 20% sur toutes les valeurs individuelles peut prendre un certain temps. Il est inutile de chauffer l'air à proximité des panneaux.

c/ Si, au moins une valeur individuelle est > à 25%, il est nécessaire de remplacer le/les panneaux structuraux concernés et de refaire les mesures.

d/ Si, sur cette zone, la moyenne est $> 20\%$ mais que toutes les valeurs individuelles sont $< 25\%$, il est nécessaire de protéger de l'eau et de ventiler les panneaux structuraux sur leurs deux faces (cf. b/).

e/ Dans les autres cas, il est nécessaire de remplacer les panneaux structuraux.

Les mesures d'humidité avant mise en œuvre du complexe d'étanchéité sont formalisées et transmises au maître d'œuvre, avec les indications suivantes : plan de zonage, identification de la zone, n° AT/DTA (ou essence), date, référence de l'instrument de mesure utilisé, espèce sélectionnée, température sélectionnée et profondeur de pénétration ».

8.4 Conditions de mise en œuvre de l'étanchéité

La mise en œuvre du pare-vapeur et support isolant éventuels, revêtement d'étanchéité, protection éventuelle, au-dessus du support est réalisée par un étancheur.

Les prescriptions de mise en œuvre du complexe d'étanchéité sont celles définies par leur Document Technique d'Application pour la pose sur éléments porteurs en bois.

8.5 Conditions de traitement des reliefs

Selon le NF DTU 43.4, les reliefs doivent comporter à leur partie supérieure un ouvrage étanche qui écarte l'eau ruisselant sur les éléments placés au-dessus d'eux afin d'éviter l'introduction d'eau derrière le relevé d'étanchéité. La partie du dispositif formant larmier doit présenter un recouvrement d'au moins 4 cm par rapport à la partie haute du relevé d'étanchéité, et être en saillie de 0,04 m minimum par rapport au support d'étanchéité. Pour les bandes porte-solin, la saillie peut être limitée à 1 cm.

8.6 Conditions de mise en œuvre du bardage et de l'habillage des têtes de murs

Le bardage étanche à l'eau (cf. § 2) et/ou l'habillage des têtes de murs est mis en œuvre par un bardeur. L'habillage des têtes de murs est réalisé selon le principe de la norme NF DTU 40.41 ou 40.44.

9 Configurations de toitures froides non isolées sur bâtiments non chauffés ouverts sur l'extérieur – Toitures inaccessibles, techniques et végétalisées

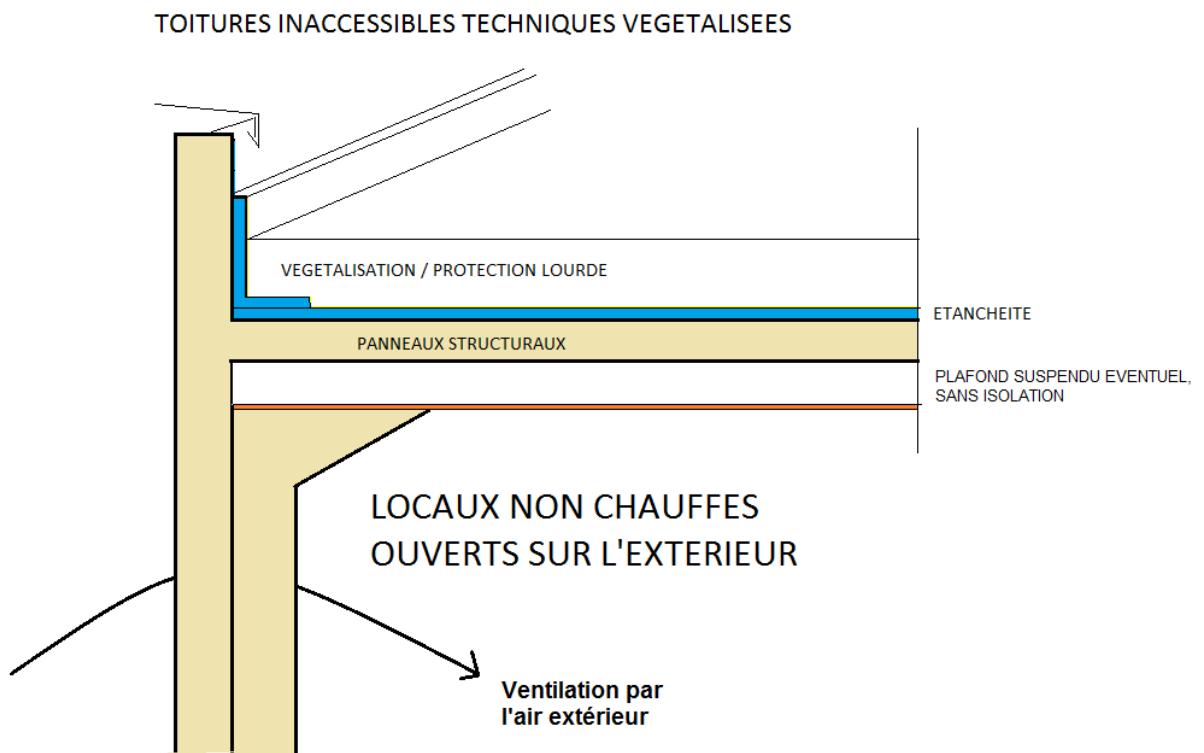


Figure 9.1 – Principe de toitures terrasses inaccessibles, techniques ($\geq 1,6\%$) ou végétalisées ($\geq 3\%$), non isolées (coupe perpendiculaire à la pente)

En toitures inaccessibles, techniques et végétalisées, le procédé d'étanchéité doit être composé d'un :

- Revêtement d'étanchéité de toitures à base d'asphalte ;
- Revêtement d'étanchéité de toitures à base d'asphalte et feuille en bitume modifié ;
- Revêtement d'étanchéité de toitures en monocouche ou en bicouche à base de bitume modifié ;
- Revêtement d'étanchéité de toitures en monocouche à base de membrane synthétique,

bénéficiant d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application visant son emploi sur support bois pour la destination de toiture (apparente, sous protection lourde ou sous végétalisée).

L'élément porteur est constitué de panneaux structuraux plans ou nervurés ou de caissons en T. Les caissons en H et en S ne sont pas visés en toiture froide non isolée.

10 Configurations de toitures isolées sur bâtiments chauffés – Toitures inaccessibles, techniques et végétalisées - Isolation support d'étanchéité

Les solutions sont composées de produits visés par un Avis Technique formulé par le GS 5.2 pour l'emploi sur élément porteur en bois, que ce soit le film pare-vapeur, l'isolant, la membrane pare-vapeur, la protection ou la végétalisation.

TOITURES INACCESSIBLES TECHNIQUES OU VEGETALISEES

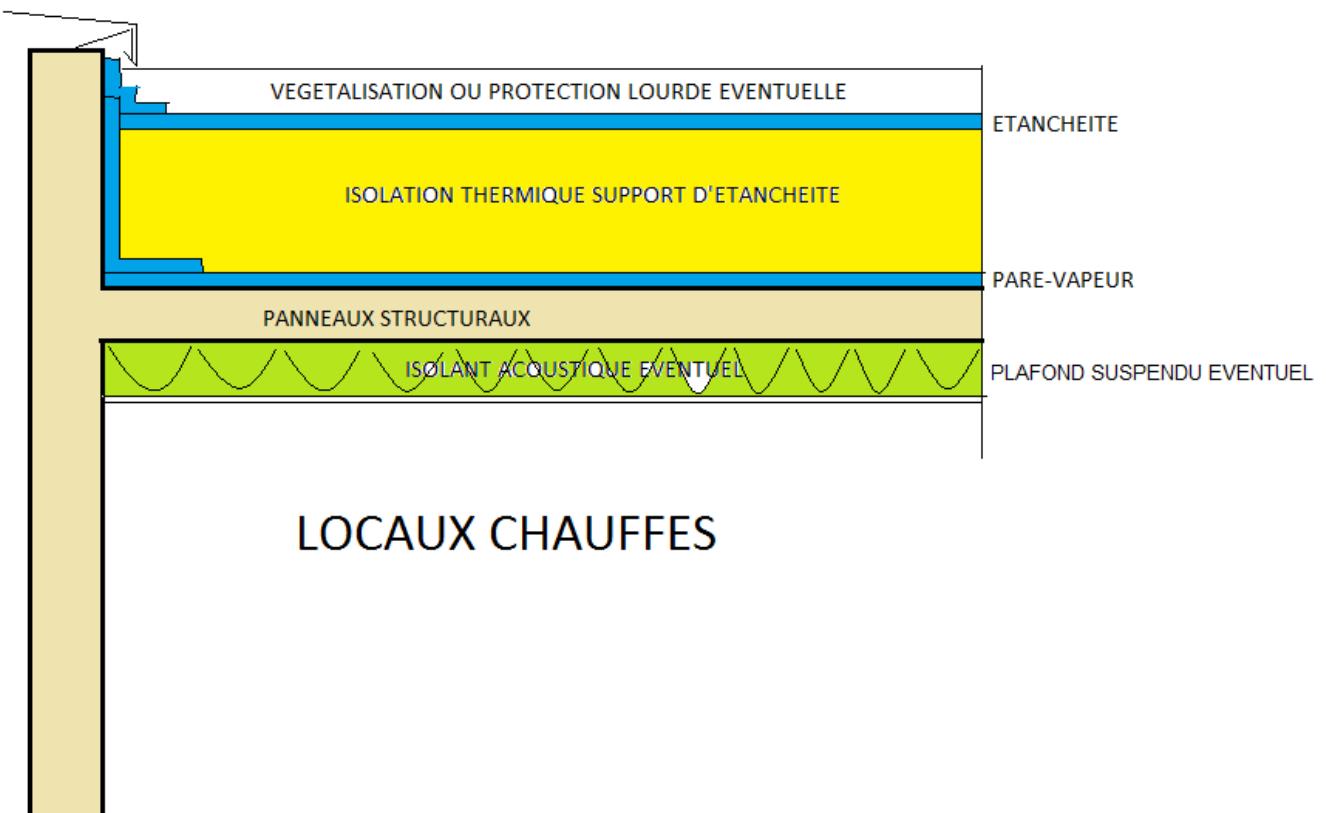


Figure 10.1 – Principe de toitures terrasses inaccessibles, techniques ou végétalisées, avec isolant support d'étanchéité (coupe perpendiculaire à la pente)

Note : Selon la composition de la toiture, il y a lieu de vérifier le respect de la règle du $\frac{1}{3}$ - $\frac{2}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ selon le § 7.3.

En toitures inaccessibles, techniques et végétalisées, le procédé d'étanchéité est composé d'un revêtement en :

- Revêtement d'étanchéité de toitures à base d'asphalte,
- Revêtement d'étanchéité de toitures à base d'asphalte et feuille en bitume modifié ;
- Revêtement d'étanchéité de toitures en monocouche ou en bicouche à base de bitume modifié ;
- Revêtement d'étanchéité de toitures en monocouche à base de membrane synthétique,

bénéficiant d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application visant son emploi sur élément porteur en bois pour la destination de toiture (apparente, sous protection lourde ou végétalisée).

L'isolation inversée est impérativement mise en œuvre à l'avancement de l'étanchéité pour la protéger en phase travaux.

11 Configurations de toitures isolées sur bâtiments chauffés – Toitures inaccessibles, techniques et végétalisées - Isolation inversée

Les solutions sont composées de produits visés par un Avis Technique formulé par le GS 5.2 pour l'emploi sur élément porteur en bois, que ce soit le film pare-vapeur, l'isolant, la membrane pare-vapeur, la protection ou la végétalisation.

TOITURES INACCESSIBLES TECHNIQUES OU VEGETALISEES

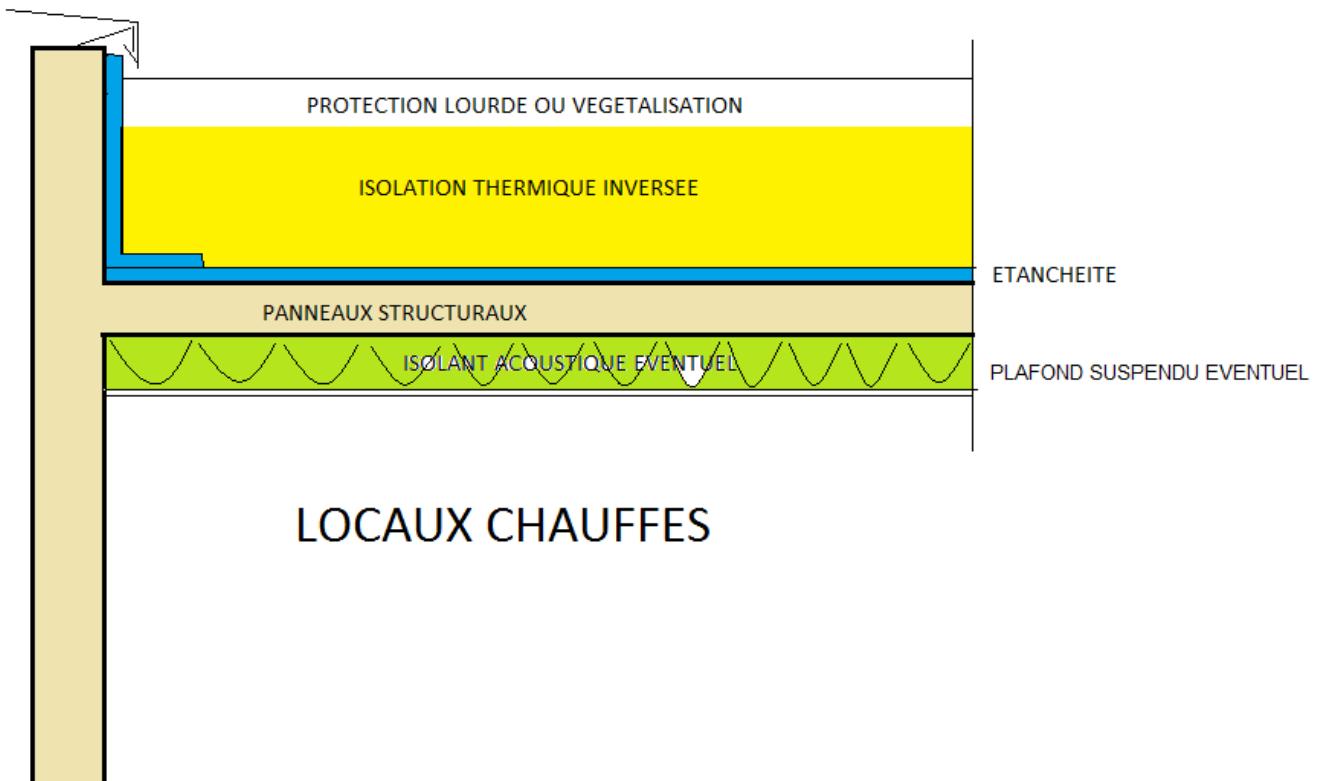


Figure 11.1 – Principe de toitures terrasses inaccessibles, techniques ou végétalisées, avec isolation inversée
(coupe perpendiculaire à la pente)

Note : Selon la composition de la toiture, il y a lieu de vérifier le respect de la règle du $\frac{1}{3}$ - $\frac{2}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ selon le § 7.3.

En toitures inaccessibles, techniques et végétalisées, le procédé d'étanchéité est composé d'un revêtement en :

- Revêtement d'étanchéité de toitures à base d'asphalte,
- Revêtement d'étanchéité de toitures à base d'asphalte et feuille en bitume modifié ;
- Revêtement d'étanchéité de toitures en monocouche ou en bicouche à base de bitume modifié ;
- Revêtement d'étanchéité de toitures en monocouche à base de membrane synthétique,

Bénéficiant d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application visant son emploi sur élément porteur en bois, sous isolation inversée.

12 Configurations de toitures isolées sur bâtiments chauffés – Toitures accessibles aux piétons et au séjour – Protection par dalles sur plots

Les solutions sont composées de produits visés par un Avis Technique formulé par le GS 5.2 pour l'emploi sur élément porteur en bois, que ce soit le film pare-vapeur, l'isolant, la membrane pare-vapeur ou la protection.

TOITURES ACCESSSIBLES AUX PIETONS ET AU SEJOUR PROTECTION PAR DALLES SUR PLOTS

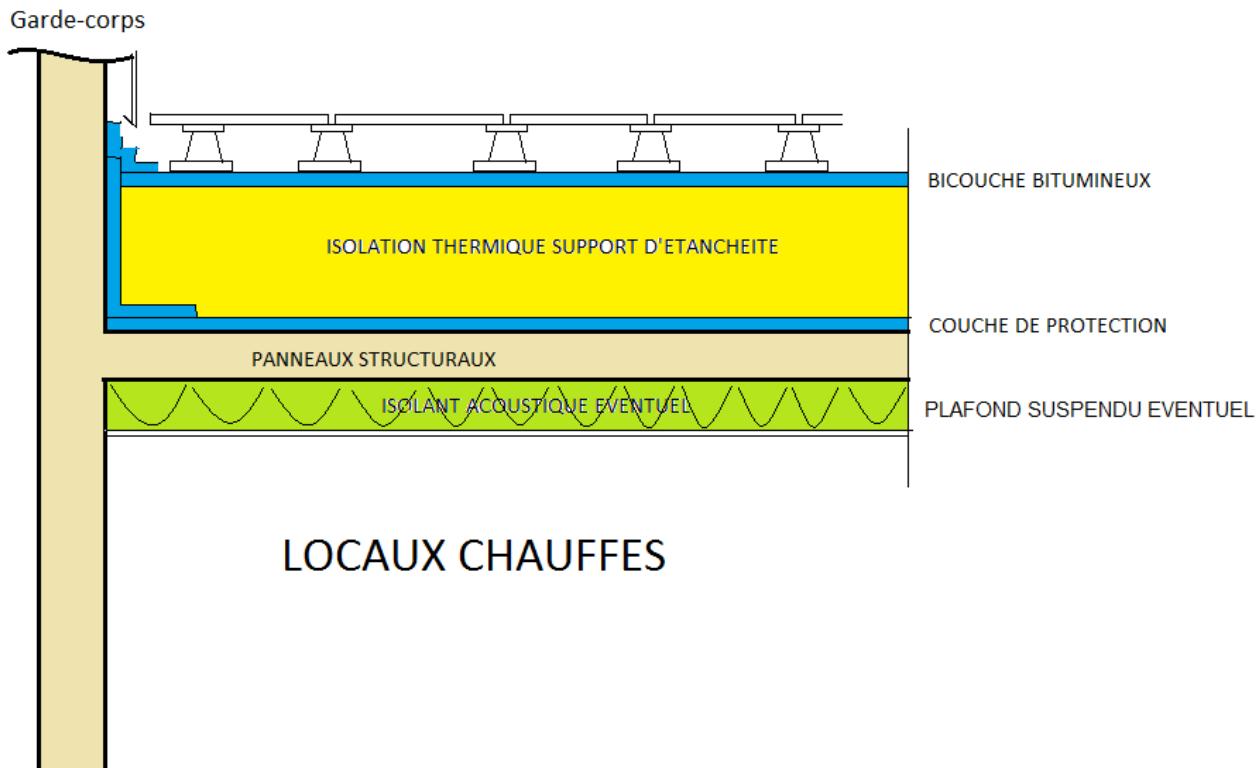


Figure 12.1 – Principe de toitures terrasses accessibles aux piétons avec protection par dalles sur plots (isolation support d'étanchéité) (coupe perpendiculaire à la pente)

Note : Selon la composition de la toiture, il y a lieu de vérifier le respect de la règle du $\frac{1}{3}$ - $\frac{2}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ selon le § 7.3.

En terrasses accessibles aux piétons et au séjour, l'ouvrage de toiture est constitué de la manière suivante :

- panneau support d'étanchéité (élément porteur) ;
- couche de protection du panneau servant de pare-vapeur ;
- isolation thermique non porteur ;
- revêtement d'étanchéité bicouche en bitume modifié, monocouche en bitume modifié ou en PVC-P, faisant l'objet d'un Document Technique d'Application pour l'emploi sur élément porteur en maçonnerie sur support isolant en terrasses accessibles avec protection par dalles sur plots.

12.1 Couche de protection de l'élément porteur servant de pare-vapeur

Après pontage des joints lorsque nécessaire (cf. § 8.1) selon le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité, l'élément porteur reçoit une couche de protection formée :

- Soit d'un revêtement monocouche en bitume modifié, faisant l'objet d'un DTA en tant que revêtement d'étanchéité visant la pose directe sur supports à base de bois.
La feuille monocouche est mise en œuvre sur un enduit d'imprégnation à froid (EIF) par soudage au chalumeau à flamme en pleine adhérence, avec une largeur de recouvrement des lés conforme à son DTA.
- Soit d'un revêtement d'étanchéité bicouche en bitume modifié, utilisé sans autoprotection, faisant l'objet d'un DTA visant les supports à base de bois.
Le revêtement bicouche est mis en œuvre sur EIF en adhérence totale par auto-adhésivité ou par soudage au chalumeau à flamme (avec une largeur minimale de recouvrement des lés de 6 cm).

Cette couche de protection fait office de pare-vapeur.

La couche de protection est relevée aux acrotères et aux points singuliers, selon les prescriptions de son DTA, jusqu'au revêtement d'étanchéité bicouche en bitume modifié, en respectant un recouvrement minimum de 6 cm.

12.2 Support isolant thermique

Sont admis les panneaux isolants thermiques faisant l'objet d'un DTA pour l'emploi en pose libre sur éléments porteurs en maçonnerie, en terrasses accessibles avec protection par dalles sur plots en béton, à base de :

- polyuréthane de type PUR/PIR parementé ;
- perlite expansée fibrée ;
- polystyrène expansé ;
- verre cellulaire.

Dans le cas d'un panneau isolant en verre cellulaire, la mise en œuvre est réalisée en pose collée à l'EAC conformément à son DTA, avec une finition de la couche de protection, définie ci-dessus, grésée ou sablée.

12.3 Revêtement d'étanchéité

Sont admis les procédés d'étanchéité faisant l'objet d'un DTA pour l'emploi sur élément porteur en maçonnerie, sur support isolant défini ci-dessus, en terrasses accessibles avec protection par dalles sur plots, à base de :

- revêtements bicouches en bitume modifié ;
- revêtements monocouches en bitume modifié ;
- revêtements monocouches en PVC-P, tout en conservant une couche de protection en bitume selon le § 12.1.

12.4 Dispositions particulières d'évacuation des eaux pluviales

Les descentes d'eaux pluviales doivent être visibles par l'occupant, permettant ainsi de les alerter d'une infiltration d'eau éventuelle.

Elles sont traitées par un manchon relié à la couche de protection soudée aux panneaux et par une descente reliée au revêtement d'étanchéité sous les dalles sur plots.

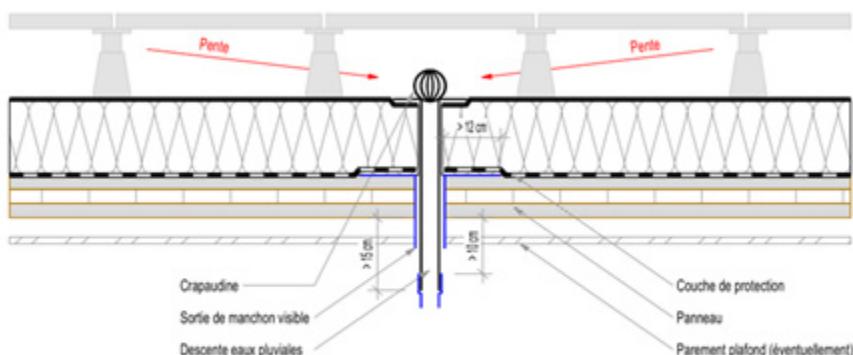


Figure 12.2 – Principe d'évacuation des eaux pluviales en terrasses accessibles aux piétons (DSP)
(coupe perpendiculaire à la pente)

12.5 Protections par dalles sur plots en béton ou en bois

Sont admises les protections en dalles sur plots définies dans l'Avis Technique ou le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

13 Reliefs

Le charpentier réalise les reliefs en continuité des panneaux de toiture (élément porteur de partie courante). L'Avis Technique de l'élément porteur indique la constitution des reliefs qui doivent être créés solidaires de l'élément porteur (ex. bois massif ou contreplaqué NF Extérieur CTB-X conformément au NF DTU 43.4, panneaux CLT). Les reliefs peuvent être réalisés en panneaux structuraux dimensionnés selon l'annexe A.

La hauteur des reliefs est conforme au NF DTU 43.4 P1, complété lorsque la protection est réalisée par un complexe de végétalisation par l'Avis Technique du procédé de végétalisation des terrasses et toitures végétalisées.

Le relief d'acrotère peut également assurer la fonction de garde-corps s'il justifie de sa résistance selon les normes NF P 01-012 et NF P 01-013 en cas de terrasses accessibles sans dépasser la déformation maximale en tête donnée en annexe A.

Aucune pièce telle qu'équerre métallique et tête de fixation ne doit être présente en saillie du plancher sous le complexe d'étanchéité.

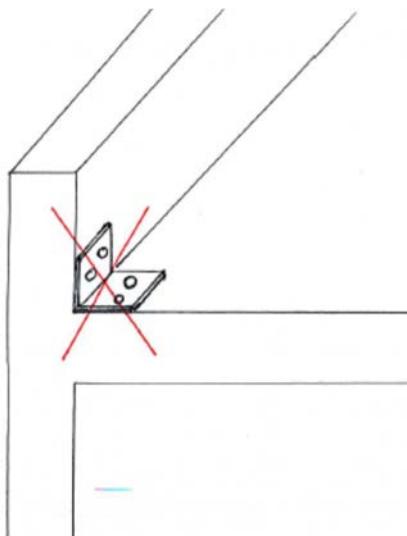


Figure 14.1 – Absence d'équerre métalliques et tête de fixation en saillie du plancher structurel

14 Traitement des relevés

Le pare-vapeur ou la couche de protection (cf. § 12.1) est relevée pour permettre un recouvrement avec le revêtement d'étanchéité d'au moins 6 cm.

Selon le NF DTU 43.4, les reliefs doivent comporter à leur partie supérieure un ouvrage étanche qui écarte l'eau ruisselant sur les éléments placés au-dessus d'eux afin d'éviter l'introduction d'eau derrière le relevé d'étanchéité. La partie du dispositif formant larmier doit présenter un recouvrement d'au moins 0,04 m par rapport à la partie haute du relevé d'étanchéité, et être en saillie de 0,04 m minimum par rapport au support d'étanchéité.

Le relevé étanché est placé derrière un bardage étanche à l'eau (cf. § 2) ou un couronnement métallique façonné suivant les prescriptions du cahier des clauses techniques des DTU des Travaux de Couverture (cf. DTU série 40).

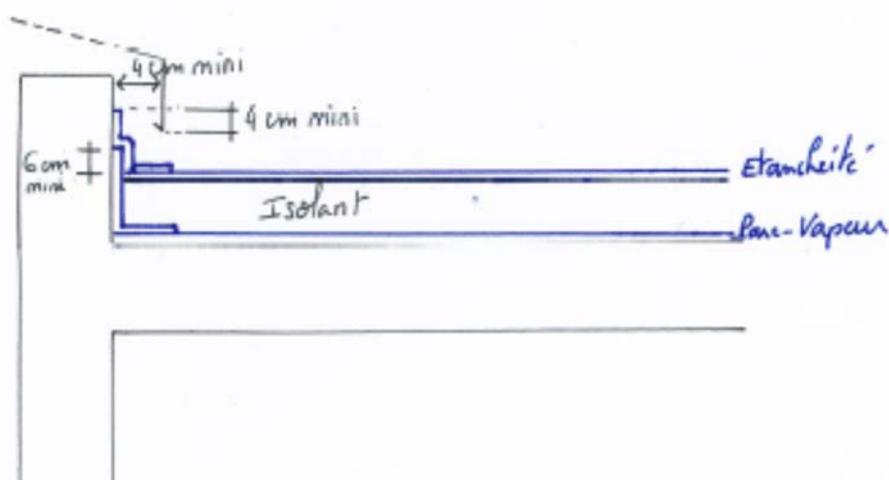


Figure 15.1 – Relevé

15 Joints de dilatation

15.1 Terrasses inaccessibles, techniques et végétalisées

Les dispositions sont définies dans le NF DTU 43.4, complétées par le DTA du revêtement d'étanchéité de toitures.

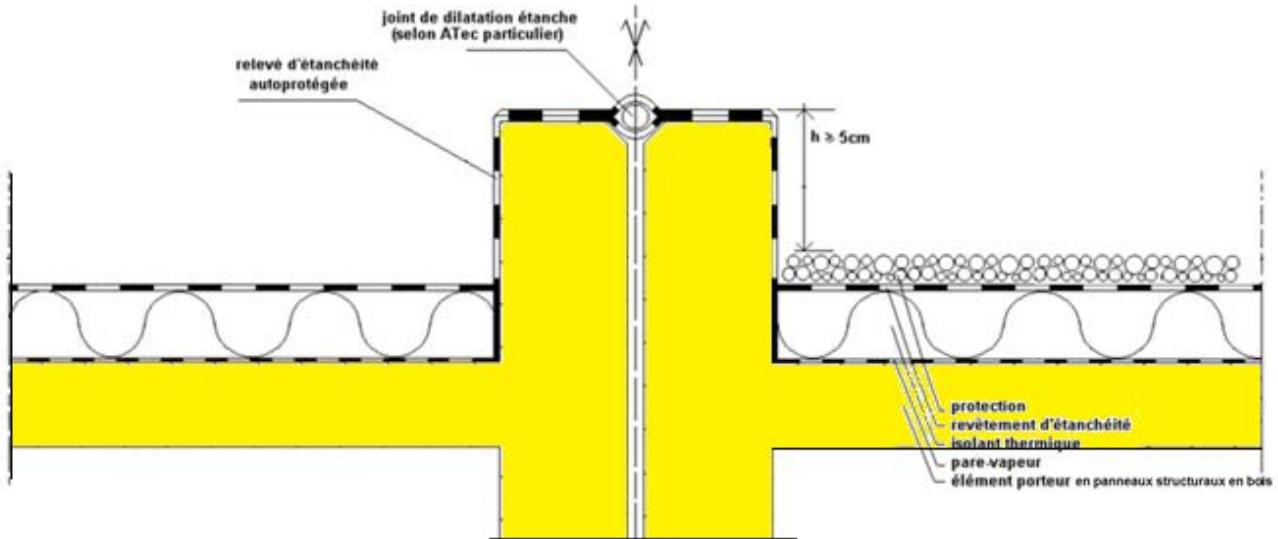


Figure 15.1 – Principe de joint de dilatation en toitures terrasses inaccessibles, techniques
Section perpendiculaire à la pente

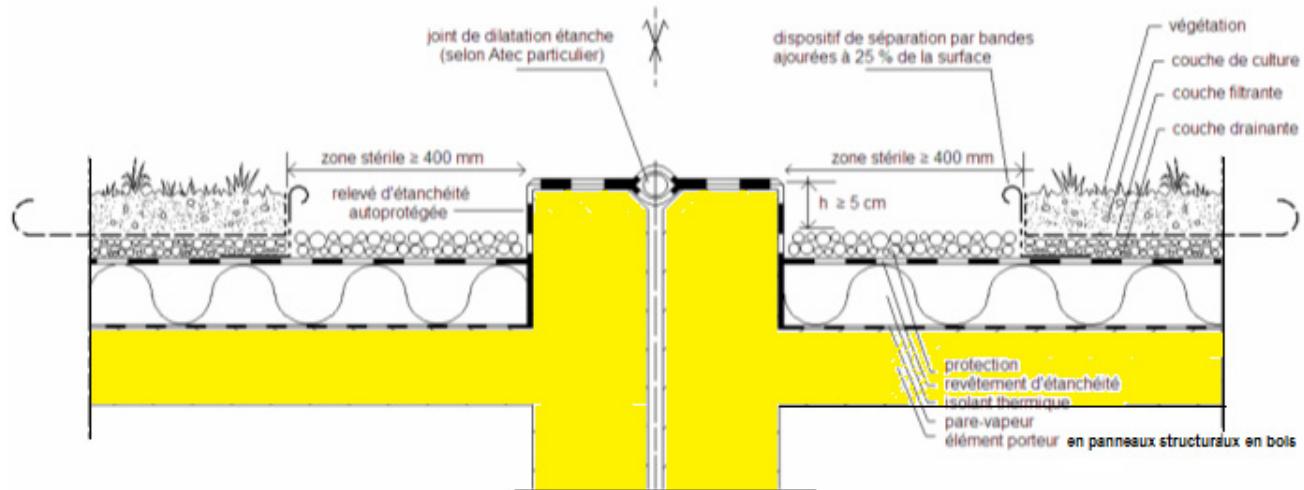


Figure 15.2 – Principe de joint de dilatation en toitures terrasses végétalisées

15.2 Terrasses accessibles aux piétons avec protection par dalle sur plots

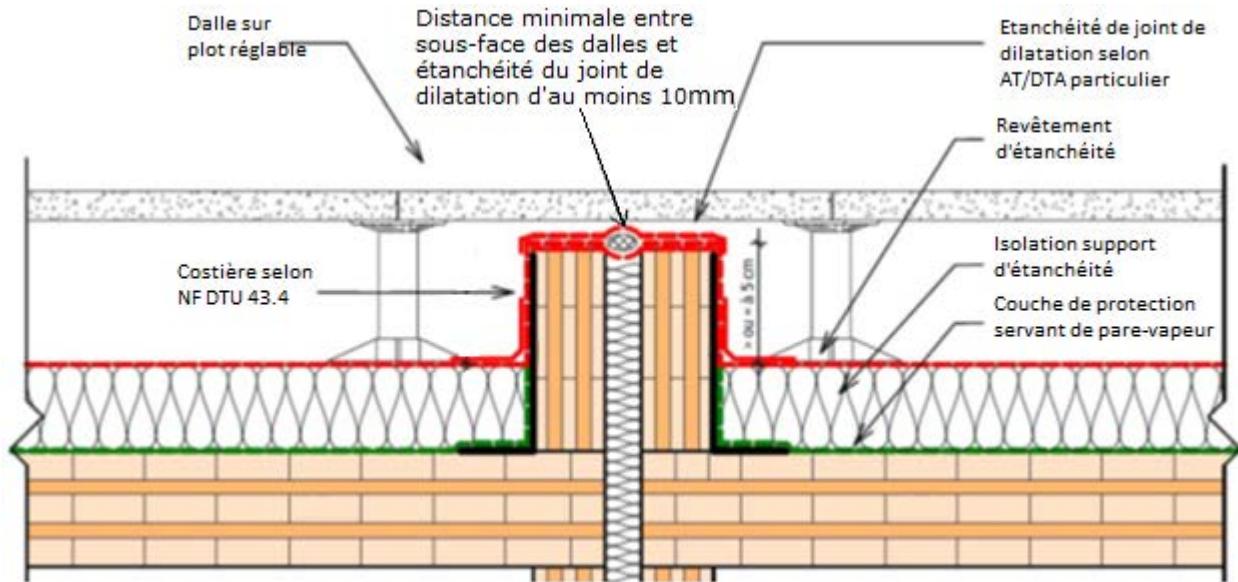


Figure 15.3 – Principe de joint de dilatation en toitures accessibles piétons et séjour – Protection par dalles sur plots
Section perpendiculaire à la pente

Note : L'entretien comporte la remise en place des dalles éventuellement déplacées au niveau du joint de dilatation.

16 Noues, faîtages et arêtiers

Les dispositions sont définies dans le NF DTU 43.4, dans le Document Technique d'Application des panneaux isolants éventuels et du revêtement d'étanchéité, et l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

17 Seuils

L'annexe C définit le traitement des seuils selon différentes configurations de parois.

18 Evacuation des eaux pluviales

L'annexe D définit l'implantation des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales selon les principes de la norme NF DTU 43.3.

19 Entretien

L'entretien des toitures est celui prescrit par le NF DTU 43.4 P1-1.

Dans le cas des terrasses et toitures végétalisées, il conviendra de se reporter également à l'Avis Technique de la protection végétalisée.

Dans le cas des toitures terrasses accessibles avec dalles sur plots, il conviendra de se reporter également :

- au paragraphe 5 de la norme FD P 84-208-3 (référence DTU 43.1) ;
- aux Documents Techniques d'Application particuliers des revêtements d'étanchéité.

ANNEXE A

Hypothèses à prendre en compte pour les panneaux structuraux

A0 Préambule

Dans le cas où les panneaux participent à la stabilité de l'ouvrage de gros œuvre (en bois notamment), ils doivent être conformes aux dispositions de la NF EN 1995-1-1, amendement et AN en particulier aux chapitres 9 et 10, ou, le cas échéant aux dispositions correspondantes de leur AT/DTA.

A1 Panneaux en partie courante

Tous les panneaux structuraux sont assemblés mécaniquement entre eux (cf. § Préambule).

Les percements et réservations définis par les DPM sont pris en compte dans le dimensionnement. Ils ne sont réalisés que par le charpentier.

L'élément porteur est dimensionné selon son Document Technique d'Application en tenant compte de l'effort de vent agissant sur la toiture, calculé selon l'Eurocode 1 partie 1-4 (NF EN 1991-1-4 d'octobre 2010) et son annexe nationale NF EN 1991-1-4/NA de septembre 2012 (vent caractéristique calculé pour une période de retour de 50 ans) et des charges d'accumulation de neige définies selon l'Eurocode 1 partie 1-3 (NF EN 1991-1-3 d'octobre 2015) et son annexe nationale NF EN 1991-1-3/NA de juillet 2011.

Le dimensionnement prend en compte le poids propre des constituants (notamment de la protection lourde rapportée sur l'étanchéité) et les charges d'exploitation sont définies selon la destination de la toiture-terrasse selon l'annexe nationale NF EN 1991-1-1.

La charge à prendre en compte peut ne pas être la même sur toute la toiture : elle peut être plus forte dans certaines zones localisées (par exemple à l'aplomb de plots, longrines, massifs...). Dans le cas où les équipements techniques sont positionnés sur un dallage en béton armé, protection du revêtement d'étanchéité, la charge de cet équipement transmise à l'élément porteur par le complexe d'étanchéité, doit être prise en compte.

L'élément porteur support du système d'étanchéité, reprend en phase provisoire les actions due au poids des matériaux nécessaires aux travaux d'étanchéité à stocker sur la toiture ;

Les flèches sont calculées en tenant compte du fluage au travers du coefficient k_{def} défini dans la norme NF EN 1995-1-1 : 2005 ou l'AT/DTA du procédé de panneau structural bois.

Pour les toitures inaccessibles, techniques ou accessibles aux piétons et au séjour, la pente minimale assurée par l'élément porteur seul doit être de :

- $\geq 3\%$, lorsque les panneaux sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final $w_{net, fin}$ dû à toutes les charges, limité au 1/250^e de la portée ;
- $\geq 1,8\%$, lorsque les panneaux sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final $w_{net, fin}$ dû à toutes les charges, limité au 1/400^e de la portée (hors TTV) ;
- $\geq 1,6\%$, lorsque les panneaux sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final $w_{net, fin}$ dû à toutes les charges, limité au 1/500^e de la portée (hors TTV) ;

La pente minimale assurée par l'élément porteur seul est de 3 % en toitures terrasses végétalisées (TTV).

A2 Panneaux en noue

En cas de noue de rive, les panneaux structuraux sont assemblés mécaniquement aux reliefs. En cas de noue centrale, les panneaux sont assemblés entre eux.

En complément du dimensionnement ci-dessus, il y a lieu de vérifier les panneaux structuraux sous accumulation d'eau selon le § D4 en annexe.

A3 Panneaux en relief

Les reliefs peuvent être réalisés en panneaux structuraux dimensionnés pour résister aux effets du vent et des charges d'accumulation de neige définies selon l'Eurocode 1 partie 1-4 (NF EN 1991-1-4 d'octobre 2010) et son annexe nationale NF EN 1991-1-4/NA de septembre 2012 (vent caractéristique calculé pour une période de retour de 50 ans) et l'Eurocode 1 partie 1-3 (NF EN 1991-1-3 d'octobre 2015) et son annexe nationale NF EN 1991-1-3/NA de juillet 2011.

Quelle que soit la sollicitation appliquée, les panneaux de relief doivent présenter une déformation maximale de 2 mm à une hauteur de porte-à-faux de 30 cm (mesurée à la surface du panneau bois structurel).

Lorsque le panneau structurel bois remplit la fonction de garde-corps, il doit être dimensionné en respectant les actions et les critères de la norme NF P 01-013 et de l'Eurocode 1.

A4 Collecteur d'eaux pluviales

Les descentes des évacuations d'eaux pluviales peuvent être reliées à un collecteur fixé en sous-face des panneaux structuraux. Dans ce cas, le dimensionnement des panneaux structuraux devra prendre en compte la charge représentant le collecteur rempli d'eau. Les ancrages du collecteur dans le panneau structurel devront être dimensionnés également avec cette même charge.

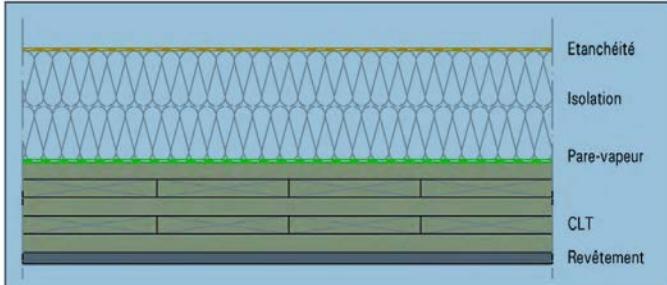
ANNEXE B

Exemples de vérification de la règle du 1/3-2/3

La résistance thermique des panneaux isolants support d'étanchéité et des panneaux structuraux est donnée par leur Avis Technique ou Document Technique d'Application.

La résistance thermique des isolants placés sur les plafonds suspendus ou placés dans les caissons est donnée pour l'épaisseur donnée dans le certificat ACERMI de l'isolant. A défaut de certificat ACERMI, il y aura lieu de se reporter aux Règles Th-U. A défaut de certificat ACERMI, il y aura lieu de se reporter aux Règles Th-U.

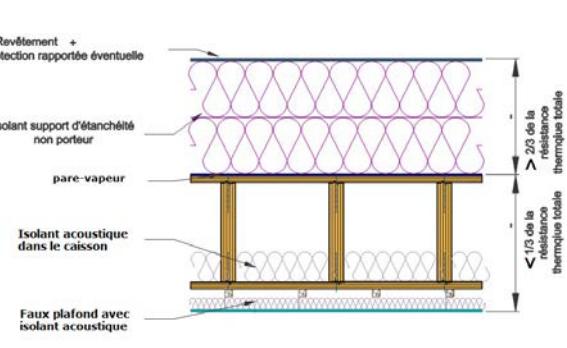
B1 Exemple 1 - panneau porteur plan sans isolation acoustique intérieure :

	Configuration sous le pare-vapeur	Résistance thermique en m².K/W
Panneau CLT 150 mm ($\lambda=0,130 \text{ W/m.K}$)	1,15	
Plaque de plâtre BA13 ($\lambda=0,250 \text{ W/m.K}$)	0,04	
Résistance thermique superficielle intérieure	0,13	
Somme des résistances sous le pare-vapeur	1,32	

Le complexe d'étanchéité composé d'un pare-vapeur bitumineux, d'une isolation support et d'un revêtement bitumineux doit présenter une résistance thermique au moins 2 fois supérieure à la somme des résistances calculées ci-dessus, soit au moins 2,64 W/(m.K).

	Configuration au-dessus du pare-vapeur
Résistance thermique superficielle extérieure	0,04 m².K/W
Revêtement et pare-vapeur bitumineux ép. totale 8 mm	0,05 m².K/W
Isolant thermique support d'étanchéité	2,64-0,04-0,05 soit 2,53 m².K/W
laine de verre (toitures inaccessibles uniquement)	Au moins 100 mm d'épaisseur
laine de roche	Au moins 100 mm d'épaisseur
perlite expansée fibrée	Au moins 140 mm d'épaisseur
polyuréthane de type PUR et PIR	Au moins 60 mm d'épaisseur
polystyrène expansé	Au moins 90 mm d'épaisseur
verre cellulaire	Au moins 110 mm d'épaisseur

B2 Exemple 2 - Caissons partiellement remplis d'isolant acoustique + plafond suspendu avec isolant acoustique

	Configuration sous le pare-vapeur	Résistance thermique en m².K/W
Panneau supérieur LVL 25 mm ($\lambda=0,130 \text{ W/m.K}$)	0,19	
Lame d'air non ventilée 60 mm	0,16	
Isolant acoustique LR 60 mm ($\lambda= 0,042 \text{ W/(m.K)}$)	1,43	
Panneau inférieur LVL 25 mm ($\lambda=0,130 \text{ W/m.K}$)	0,19	
Lame d'air non ventilée 20 mm	0,15	
Isolant acoustique LR 40 mm ($\lambda= 0,042 \text{ W/(m.K)}$)	0,95	
Plaque de plâtre BA13 ($\lambda=0,250 \text{ W/m.K}$)	0,04	
Résistance thermique superficielle intérieure	0,13	
Somme des résistances sous le pare-vapeur	3,24	

Le complexe d'étanchéité composé d'un pare-vapeur bitumineux, d'une isolation support et d'un revêtement bitumineux doit présenter une résistance thermique au moins 2 fois supérieure à la somme des résistances calculées ci-dessus, soit au moins 6,48 W/(m.K).

Résistance thermique superficielle extérieure	0,04 m ² .K/W
Revêtement et pare-vapeur bitumineux ép. totale 8 mm	0,05 m ² .K/W
Isolant thermique support d'étanchéité	6,48-0,04-0,05 soit 6,37 m².K/W
laine de verre (toitures inaccessibles uniquement)	Au moins 250 mm d'épaisseur
laine de roche	Au moins 250 mm d'épaisseur
perlite expansée fibrée	Au moins 320 mm d'épaisseur
polyuréthane de type PUR et PIR	Au moins 140 mm d'épaisseur
polystyrène expansé	Au moins 230 mm d'épaisseur
verre cellulaire	Au moins 270 mm d'épaisseur

B3 Exemple 3 - Caissons complètement remplis d'isolant acoustique

	Configuration sous le pare-vapeur	Résistance thermique en m ² .K/W
	Panneau supérieur LVL 25 mm ($\lambda=0,130$ W/m.K)	0,19
	Isolant acoustique LR 130 mm ($\lambda= 0,042$ W/(m.K))	3,09
	Panneau inférieur LVL 25 mm ($\lambda=0,130$ W/m.K)	0,19
	Résistance thermique superficielle intérieure	0,13
	Somme des résistances sous le pare-vapeur	3,60

Le complexe d'étanchéité composé d'un pare-vapeur bitumineux, d'une isolation support et d'un revêtement bitumineux doit présenter une résistance thermique au moins 2 fois supérieure à la somme des résistances calculées ci-dessus, soit au moins 7,20 W/(m.K).

Résistance thermique superficielle extérieure	0,04 m ² .K/W
Revêtement et pare-vapeur bitumineux ép. Totale 8 mm	0,05 m ² .K/W
Isolant thermique support d'étanchéité	7,20-0,04-0,05 soit 7,11 m².K/W
perlite expansée fibrée	Au moins 360 mm d'épaisseur
polyuréthane de type PUR et PIR	Au moins 160 mm d'épaisseur
polystyrène expansé	Au moins 240 mm d'épaisseur
verre cellulaire	Au moins 300 mm d'épaisseur

ANNEXE C

Toitures inaccessibles, techniques et végétalisées

Traitement des seuils de porte

Bardage rapporté

Le relevé d'étanchéité est réalisé selon l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité.

Le bardage rapporté est réalisé selon son Avis Technique. Le traitement de la baie est réalisé selon les dispositions prévues pour une Construction Bois (COB).

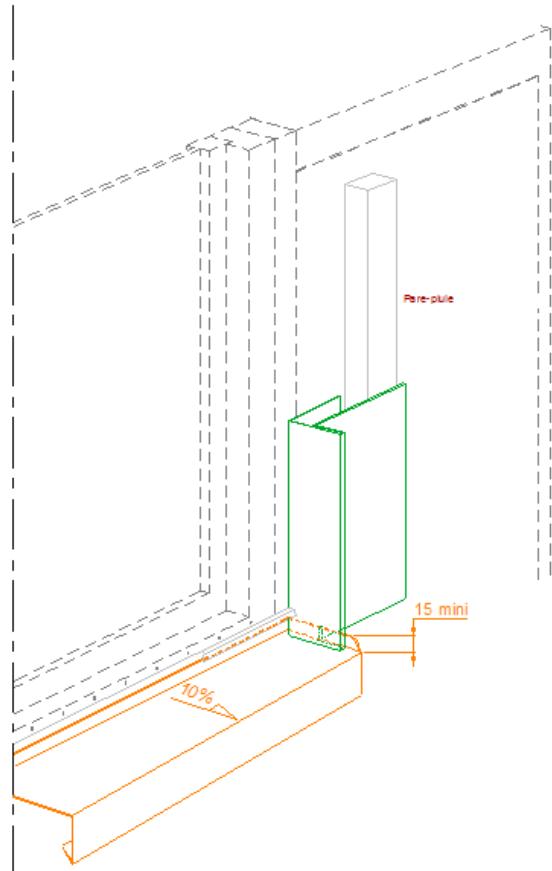


Figure C1 – Exemple avec une menuiserie positionnée en tunnel

C1 Paroi avec bardage rapporté – paroi isolée par l'intérieur

Principe d'une bande solin filante de part et d'autre et sous l'appui de baie

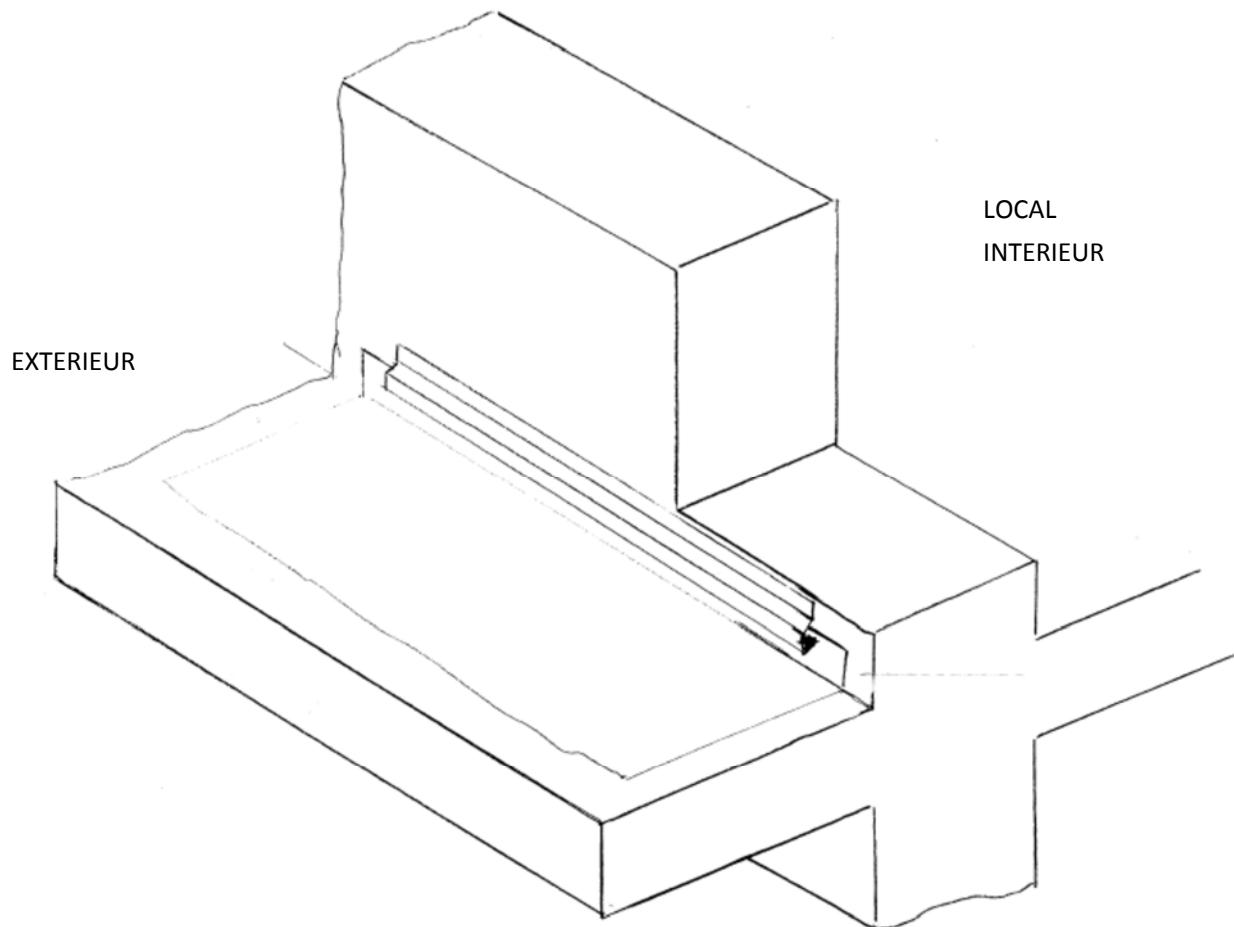


Figure C2 – Solin filant

De part et d'autre de la baie, le film pare-pluie vient recouvrir le dispositif d'écartement des eaux de ruissellement. Le pied de bardage réalise la goutte d'eau. Un profil perforé, en pied de chevrons, permet la ventilation du bardage.

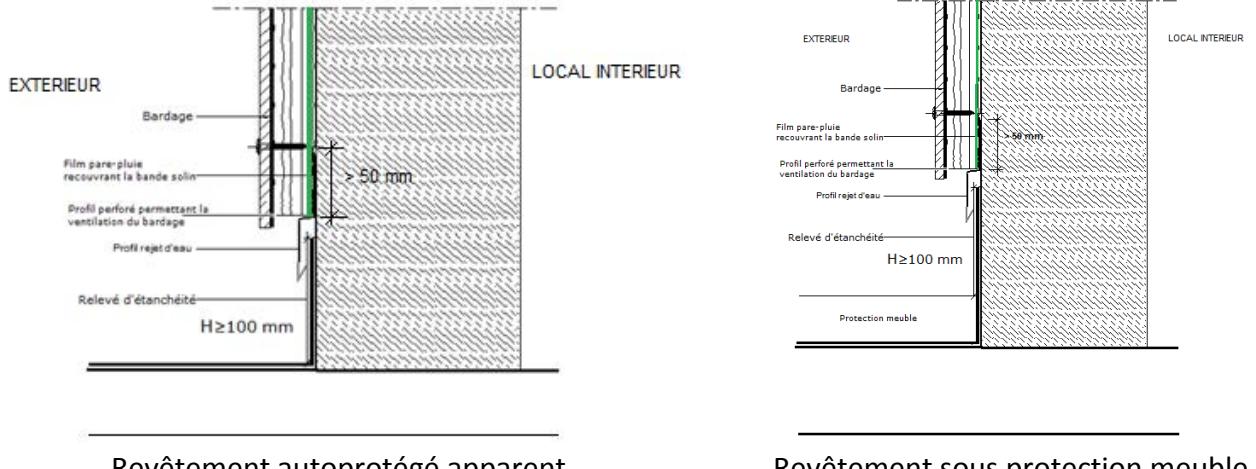


Figure C3 – Pied de bardage non isolé (toiture inaccessible et technique)
Le relevé est augmenté à 150 mm en climat de montagne

C2 Paroi avec bardage rapporté – paroi isolée par l'extérieur

De part et d'autre de la baie, le film pare-pluie vient recouvrir le relevé d'étanchéité. Le pied de bardage réalise la goutte d'eau. Un profil perforé, en pied de chevrons, permet la ventilation du bardage.

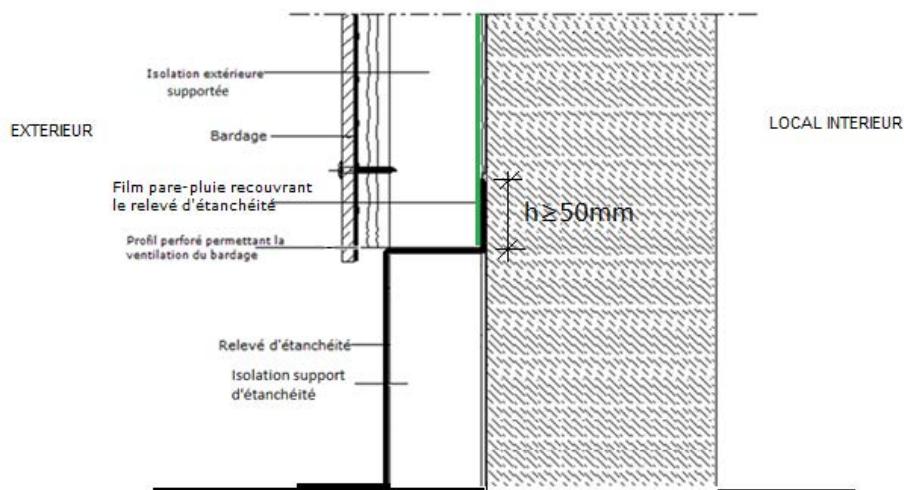


Figure C4 – Pied de bardage isolé (isolant support d'étanchéité)
Toiture inaccessible et technique

ANNEXE D

Implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales

En aggravation du NF DTU 43.4, les dimensions, surfaces collectées, implantations, etc., des EEP en noues sont définies dans la présente annexe qui découle des principes de l'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008.

Les EEP sont régulièrement positionnées en respectant une surface de collecte maximale :

- En toitures inaccessibles, techniques ou végétalisées : de 700 m² par EEP « en fond de noue » ou 350 m² par EEP « en déversoir »,
- En toitures accessibles avec protection par dalles sur plots : de 200 m² par EEP, et un nombre minimal d'EEP par noue de 3 à section non majorée ou de 2 à section majorée.

Le tableau ci-après synthétise les différentes configurations illustrées dans les § D1 à D3.

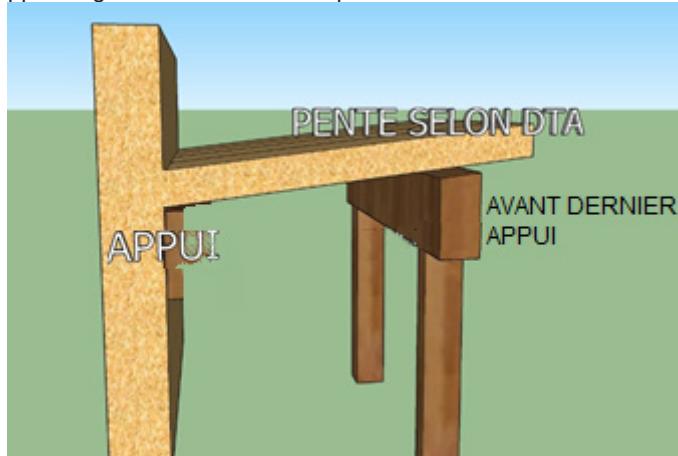
Noue	Panneaux structuraux	Appui	Largeur travée ou longueur de portée	Position EEP par rapport aux appuis	Nb de travée ou portée par noue	Figure	Calcul sous accumulation d'eau selon § D.4 *
Noue de pente nulle	Perpendiculaires à la noue	Continu contre mur et pannes	-	« Milieu » de travée	1	19.1 à 19.3	Vérification de l'avant-dernière panne
					2	19.4	
					3 et +	19.5	
		Continu contre mur	-	-	1	19.6 à 19.7	-
		Pannes	Travée ≤ 8 m	« Milieu » de travée	1	19.8 à 19.10	Vérification des pannes
					2	19.11	
					3 et +	19.12	
				Près des appuis	1	19.13	
					2	19.14	
					3 et +	19.15	
	Parallèles à la noue et Fléchissement final des panneaux $w_{net, fin} \leq 1/400^{\text{ème}}$ de la portée	Fermes ou mur	Travée > 8 m	« Milieu » de travée	1	19.16 à 19.18	-
					2	19.19	
					3 et +	19.20	
				Près des appuis	1	19.21	
					2	19.22	
					3 et +	19.23	
	Parallèles à la noue et Fléchissement final des panneaux $w_{net, fin} \leq 1/250^{\text{ème}}$ de la portée	Fermes ou mur	-	« Milieu » de portée	1	19.24 à 19.26	-
					2	19.27	
					3 et +	19.28	
				Près des appuis	1	19.29	
					2	19.30	
					3 et +	19.31	
	Parallèles à la noue et Fléchissement final des panneaux $w_{net, fin} \leq 1/250^{\text{ème}}$ de la portée	Fermes ou mur	-	« Milieu » de portée	1	19.32 à 19.34	-
					2	19.35	
					3 et +	19.36	
				Près des appuis	Configuration non visée par le présent document		
Noue en pente $\geq 0,5\%$ et $< 1,5\%$	Perpendiculaires à la noue (Longueur maxi 15 m)	Continu contre mur et pannes	-	En point bas EEP doublées	1, 2, 3, ≥ 3	19.37 à 19.38	-
		Pannes	Travée ≤ 8 m	En point bas EEP doublées	1, 2, 3, ≥ 3	19.39 à 19.40	
	Parallèles à la noue	Fermes ou mur	Configuration non visée par le présent document				
Noue en pente $\geq 1,5\%$	Perpendiculaires à la noue	Continu contre mur et pannes	-	En point bas EEP doublées	1, 2, 3, ≥ 3	19.41 à 19.42	-
		Pannes	Travée ≤ 8 m	En point bas EEP doublées	1, 2, 3, ≥ 3	19.43 à 19.44	
	Parallèles à la noue	Fermes ou mur	-	En point bas EEP doublées	1, 2, 3, ≥ 3	19.45	-

* Lorsque la pente de la toiture est inférieure à 3%, les panneaux structurels doivent faire l'objet d'une vérification de stabilité sous le phénomène d'accumulation d'eau selon le § D.4. § D.4 : « Le Document Technique d'Application des panneaux structurels indiquera la méthode de vérification de la structure vis-à-vis du risque d'effondrement sous le poids des eaux : - Soit accumulées en flaques formées en raison des flèches des éléments de structure ; - Soit retenues par la neige. »

D1 Noues à pente nulle

D1.1 Panneaux structuraux perpendiculaires (ou biaisés) par rapport à la noue,

D1.1.1 Panneaux posés sur appui longitudinal contre mur et pannes



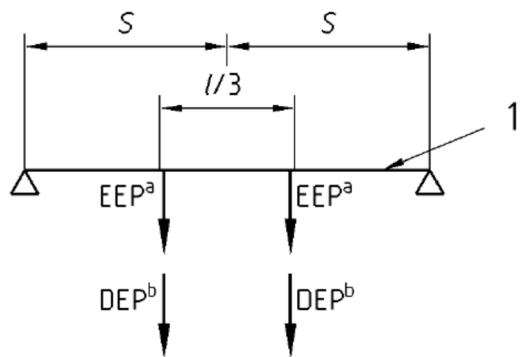
**Figure 19.1 - Panneaux structuraux perpendiculaires par rapport à la noue
Appui longitudinal continu – Noue à pente nulle**

Le pénultième appui support des panneaux structuraux est vérifié sous le phénomène d'accumulation d'eau selon le § D4.

Les EEP sont régulièrement positionnées en respectant un nombre minimal d'EEP par noue de 3 à section non majorée ou de 2 à section majorée :

- Cas d'une travée du pénultième appui en amont de la noue :

Deux EEP (section majorée) en « milieu » de travée (figure 19.2), éventuellement regroupées sur une seule DEP (section majorée) (figure 19.3).



Légende

a EEP Section majorée (pour S)

b DEP Section majorée (pour S)

1 Noue

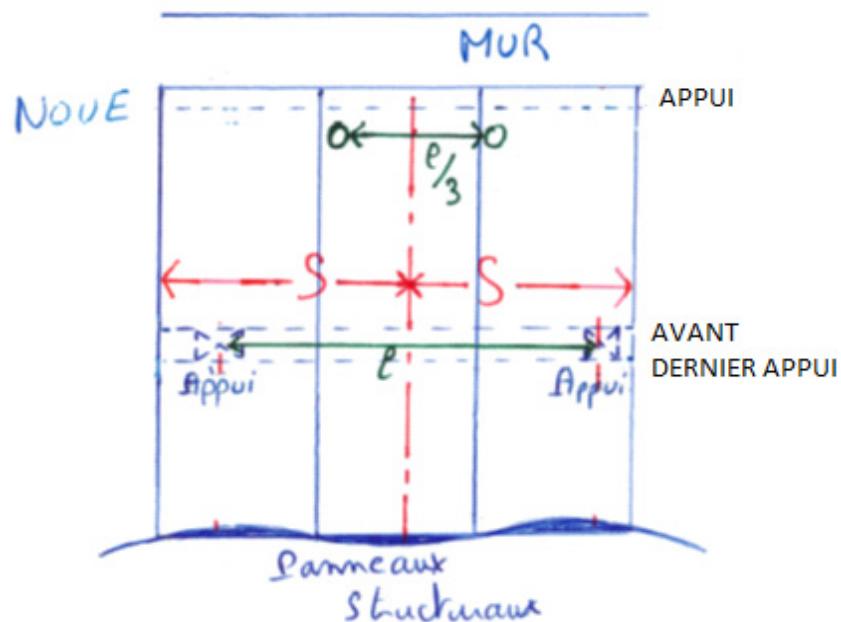
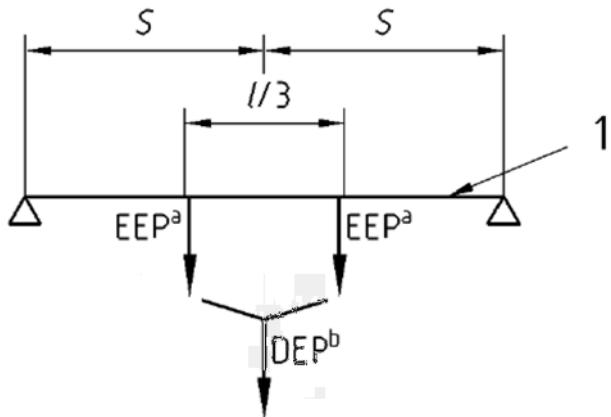


Figure 19.2 - Cas d'une travée du pénultième appui en amont de la noue



Légende

a EEP Section majorée (pour S)

b DEP Section majorée (pour 2S)

1 Noue

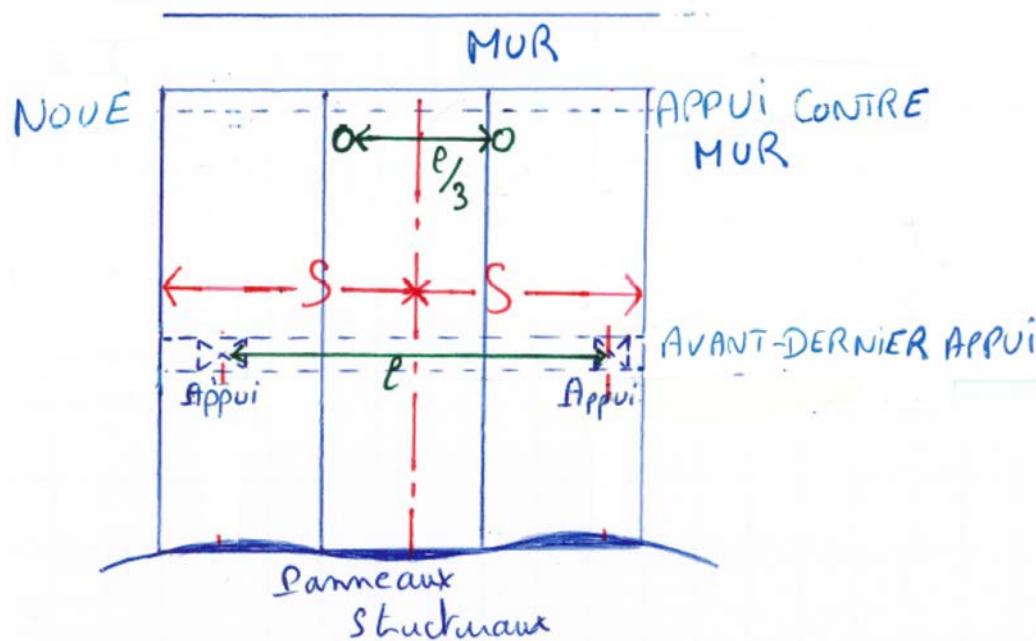
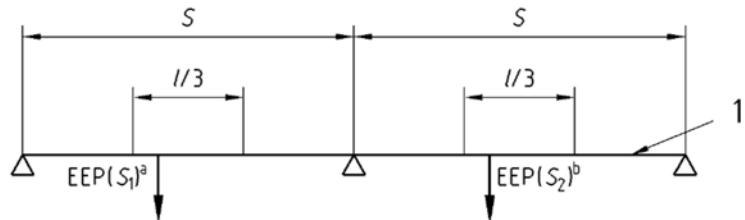


Figure 19.3 - Cas d'une travée du pénultième appui en amont de la noue

- Cas de deux travées du pénultième appui en amont de la noue :
Une EEP (section majorée) en « milieu » de chaque travée (figure 19.4).



Légende

a EEP Section majorée (pour S1) si deux EEP par noue

b DEP Section majorée (pour S2) si deux EEP par noue

1 Noue

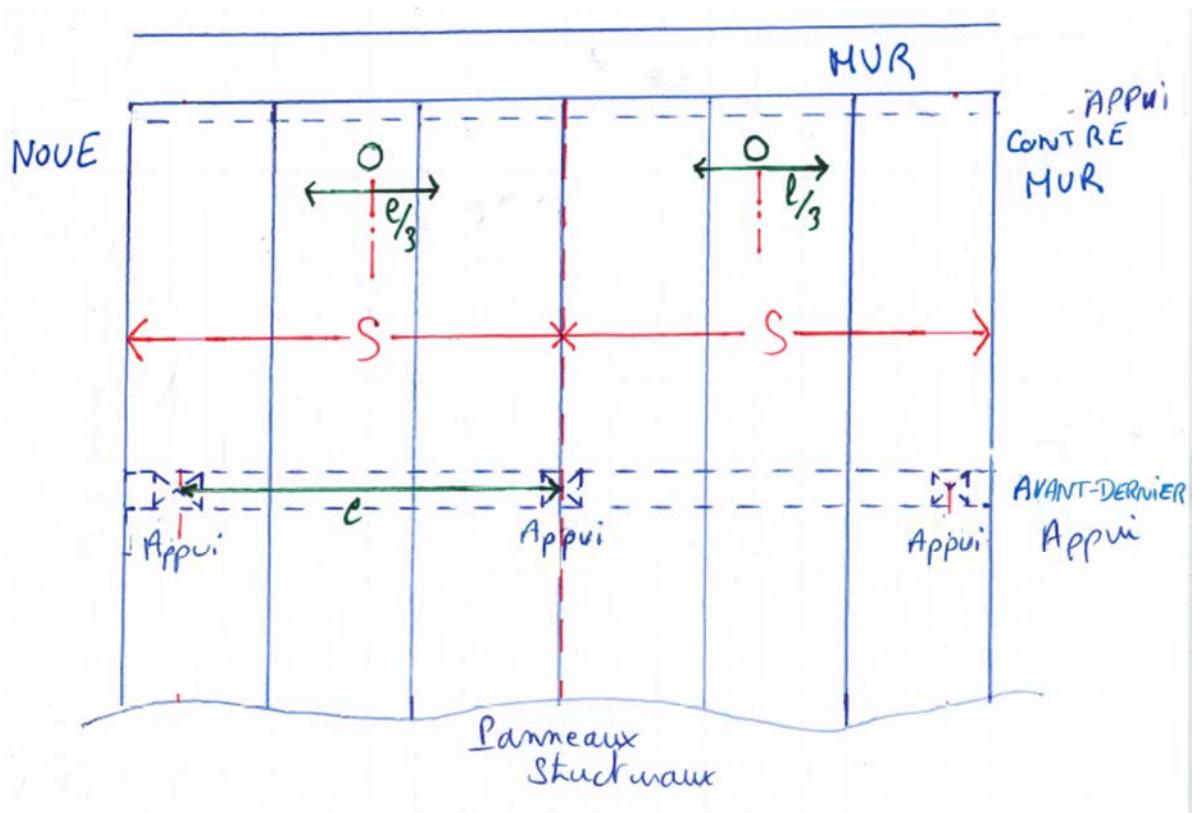
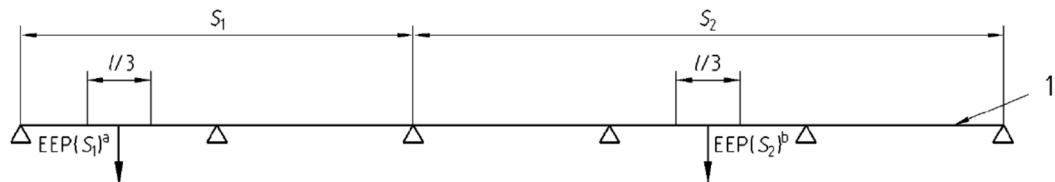


Figure 19.4 - Cas de deux travées du pénultième appui en amont de la noue

- Cas de trois travées ou plus du pénultième appui en amont de la noue :
Une EEP en « milieu » de travée avec possibilité de travées sans EEP à condition que ces travées sans EEP soient attenantes sur au moins un côté à une travée avec EEP (figure 19.4).



Légende

- a EEP → Section majorée (pour S_1) si deux EEP par noue
- b EEP → Section majorée (pour S_2) si deux EEP par noue
- 1 Noue

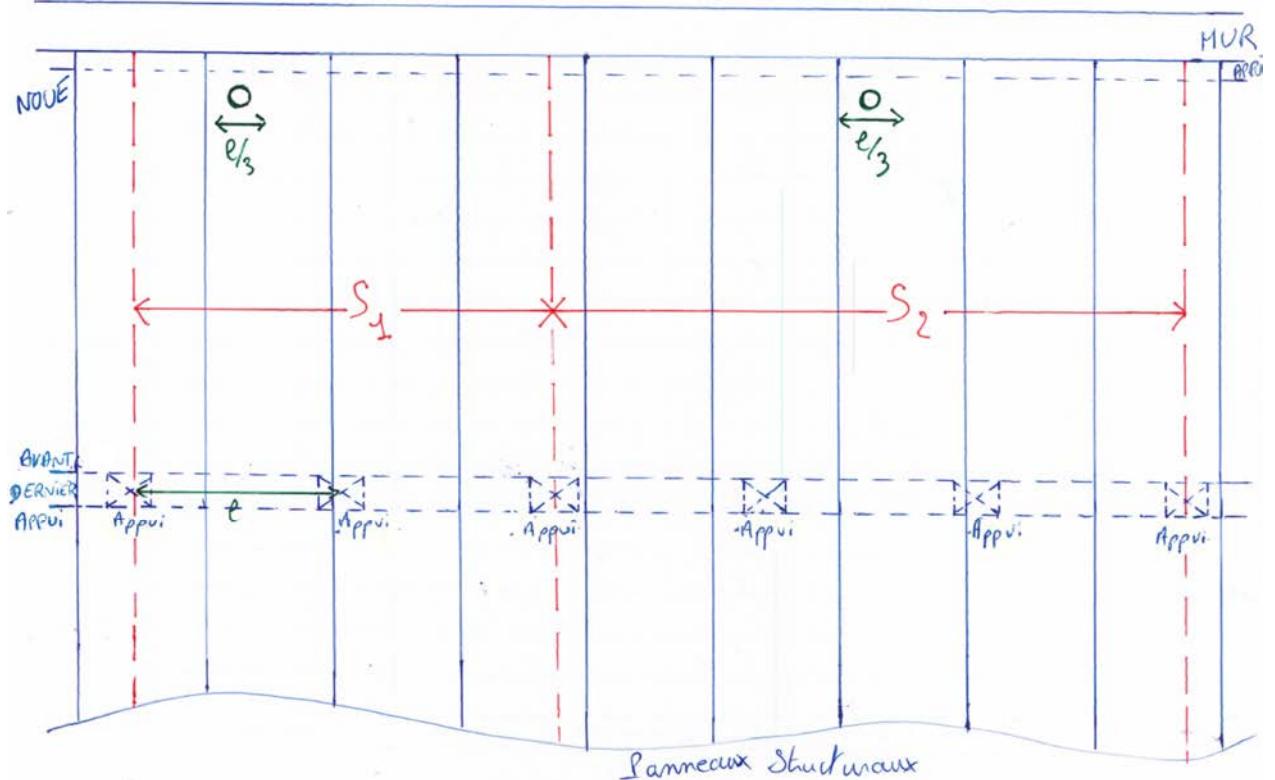


Figure 19.5 - Cas de trois travées ou plus du pénultième appui en amont de la noue

D1.1.2 Panneaux posés sur 2 appuis continus constitués de murs (1 travée)

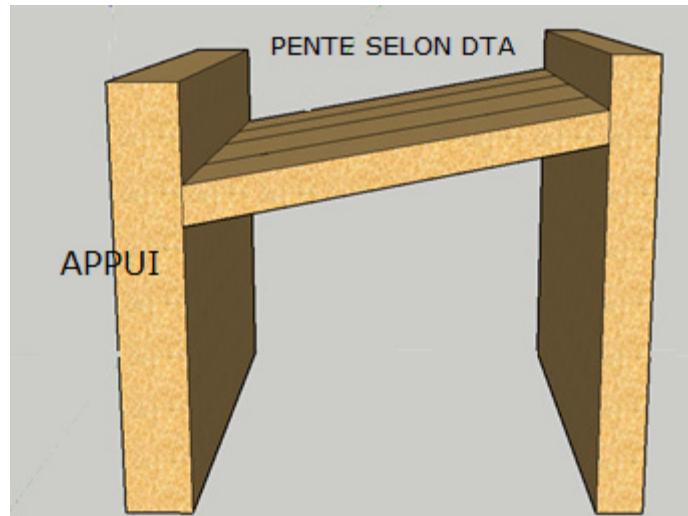


Figure 19.6 – Appui continu aux extrémités des panneaux (1 travée)

La distance entre une entrée d'eau et l'extrémité de la noue est inférieure ou égale à :

- 20 m dans le cas de protection par dalles sur plots ;
- 30 m dans les autres cas.

La distance entre deux entrées d'eau est inférieure ou égale à 30 m.

Ces implantations doivent être réparties, de manière à limiter le parcours des eaux de pluie à 30 m entre tout point de la toiture et l'ouvrage de collecte.

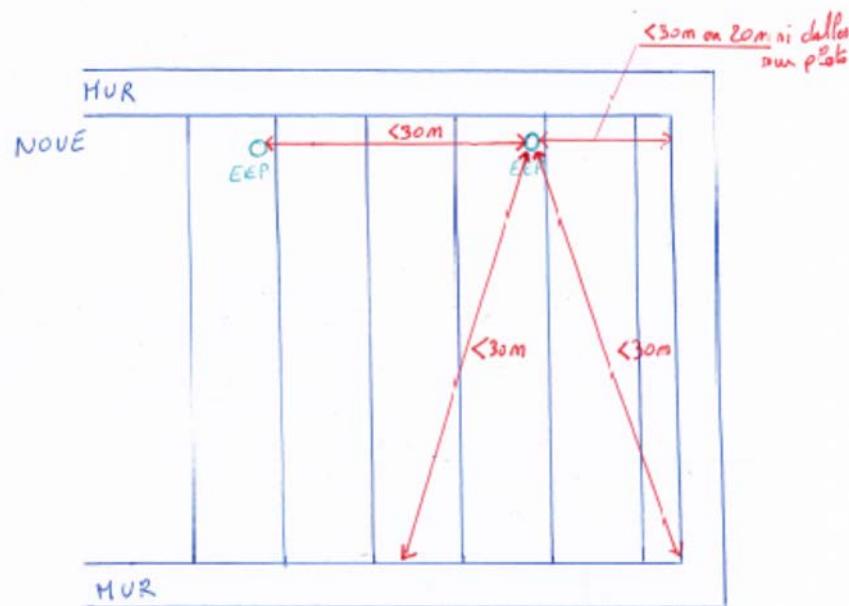


Figure 19.7 – Une travée (vue de dessus)

D1.1.3 Panneaux posés sur pannes - travées ≤ 8 m

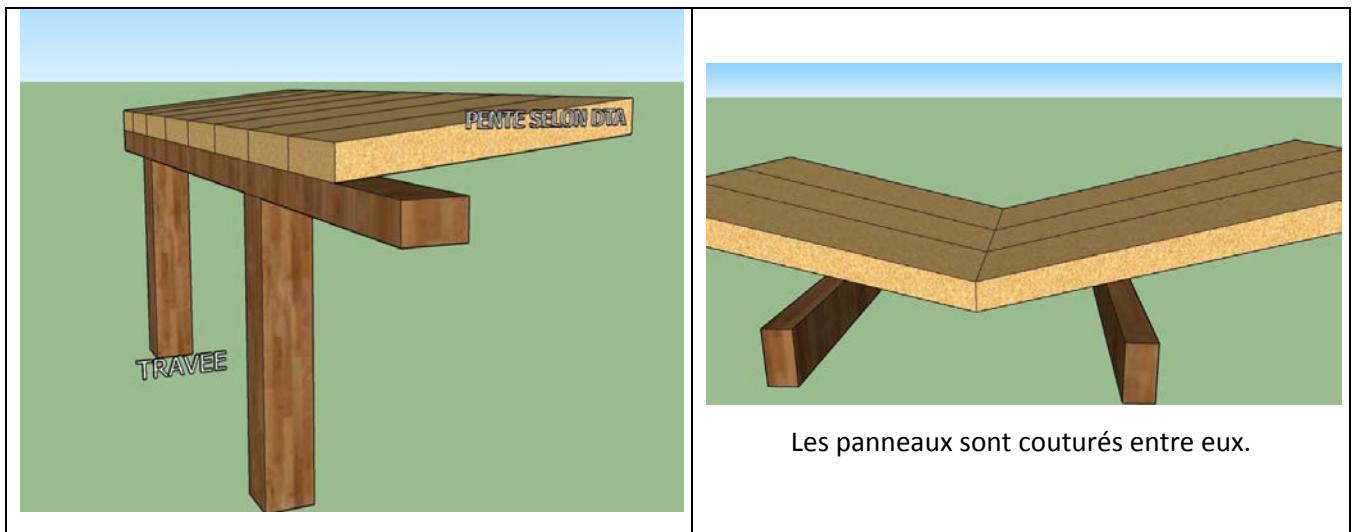


Figure 19.8 - Noue à pente nulle

La panne et les panneaux structuraux sont vérifiés sous le phénomène d'accumulation d'eau selon le § D4.

Dans le cas où les panneaux structuraux présentent une pente $\geq 3\%$, alors seule la panne est vérifiée sous le phénomène d'accumulation d'eau selon le § D4.

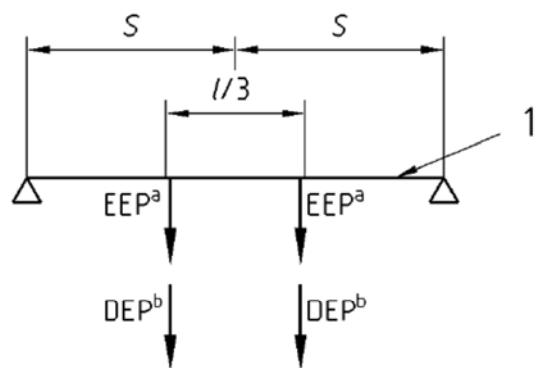
Les EEP sont positionnées en respectant un nombre minimal d'EEP par noue de 3 à section non majorée ou de 2 à section majorée :

- Soit en « milieu » de travée : § E1.1.3.1 ;
- Soit près des appuis : § E1.1.3.2.

D1.1.3.1 En « milieu » de travée

- Cas d'une travée par noue :

Deux EEP (section majorée) en « milieu » de travée (figure 19.9), éventuellement regroupées sur une seule DEP (section majorée) (figure 19.10).



Légende

- a EEP → Section majorée (pour S)
- b DEP → Section majorée (pour S)
- 1 Noue

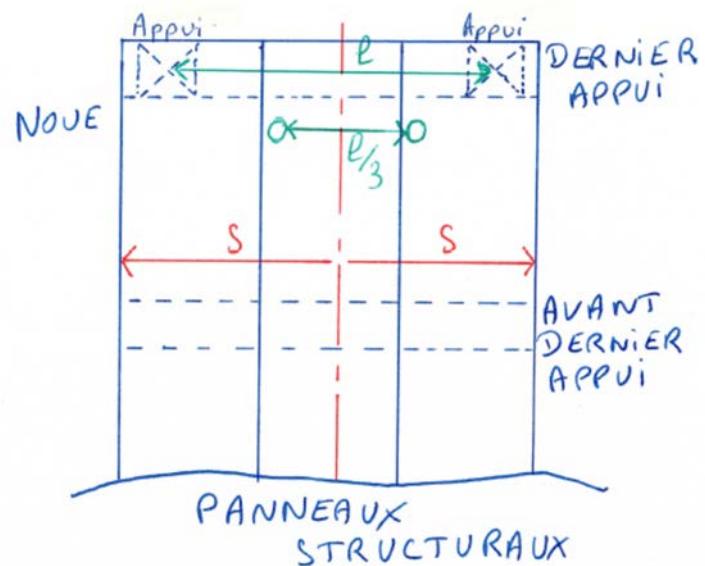
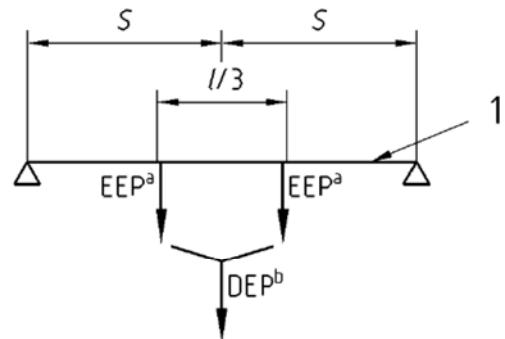


Figure 19.9 - Cas d'une travée par noue



Légende

- a EEP → Section majorée (pour S)
- b DEP → Section majorée (pour 2S)
- 1 Noue

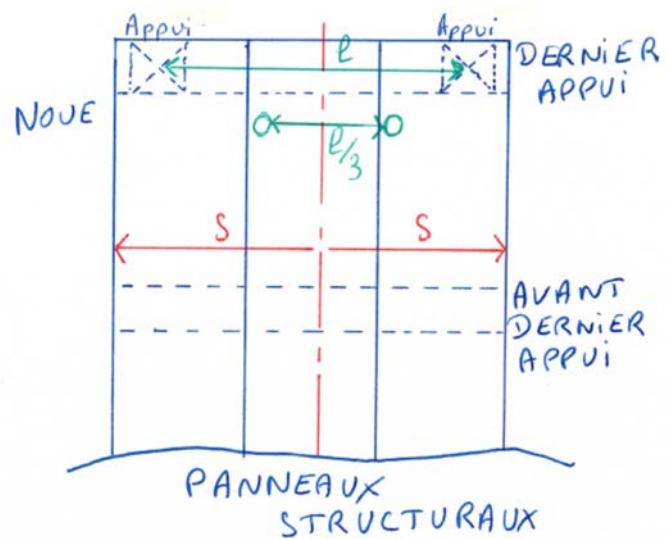
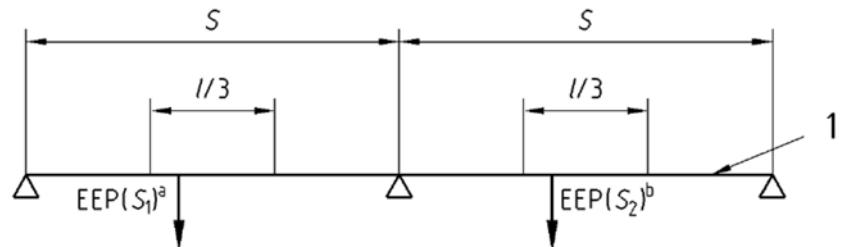


Figure 19.10 - Cas d'une travée par noue

- Cas de deux travées par noue :

Une EEP (section majorée) en « milieu » de chaque travée (figure 19.11).



Légende

- a EEP → Section majorée (pour S1) si deux EEP par noue
- b EEP → Section majorée (pour S2) si deux EEP par noue
- 1 Noue

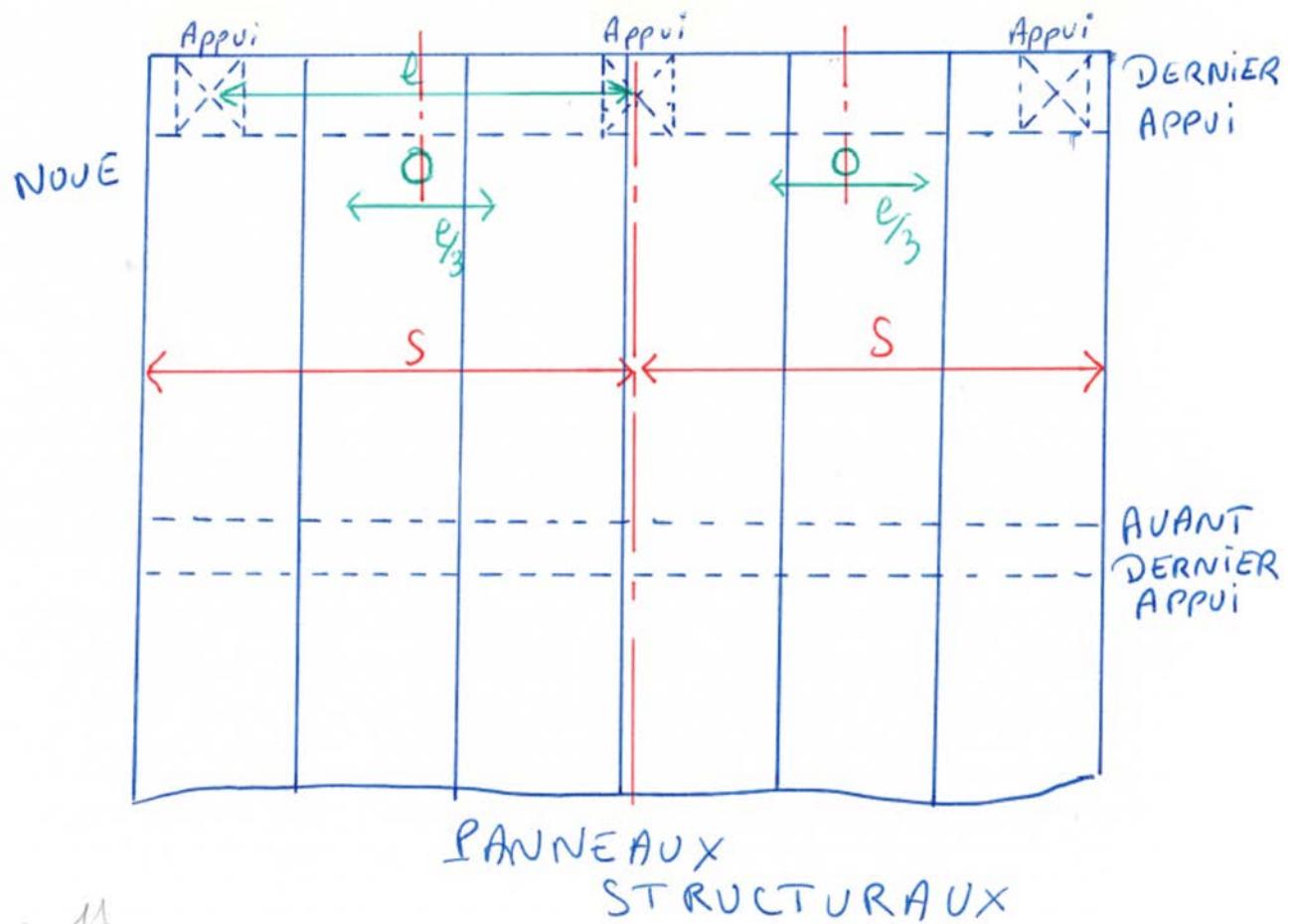
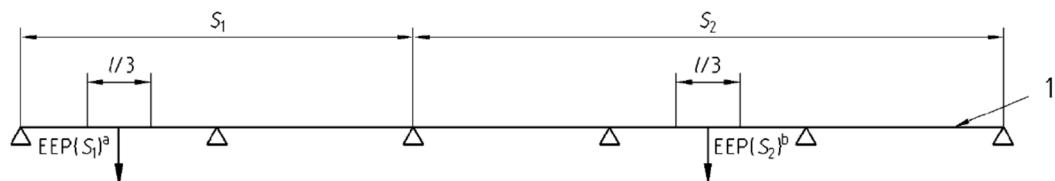


Figure 19.11 - Cas de deux travées par noue

- Cas de trois travées ou plus par noeud :

Une EEP en « milieu » de travée avec possibilité de travées sans EEP à condition que ces travées sans EEP soient attenantes sur au moins un côté à une travée avec EEP (figure 19.12).



Légende

- a EEP → Section majorée (pour S_1) si deux EEP par noeud
- b EEP → Section majorée (pour S_2) si deux EEP par noeud
- 1 Noue

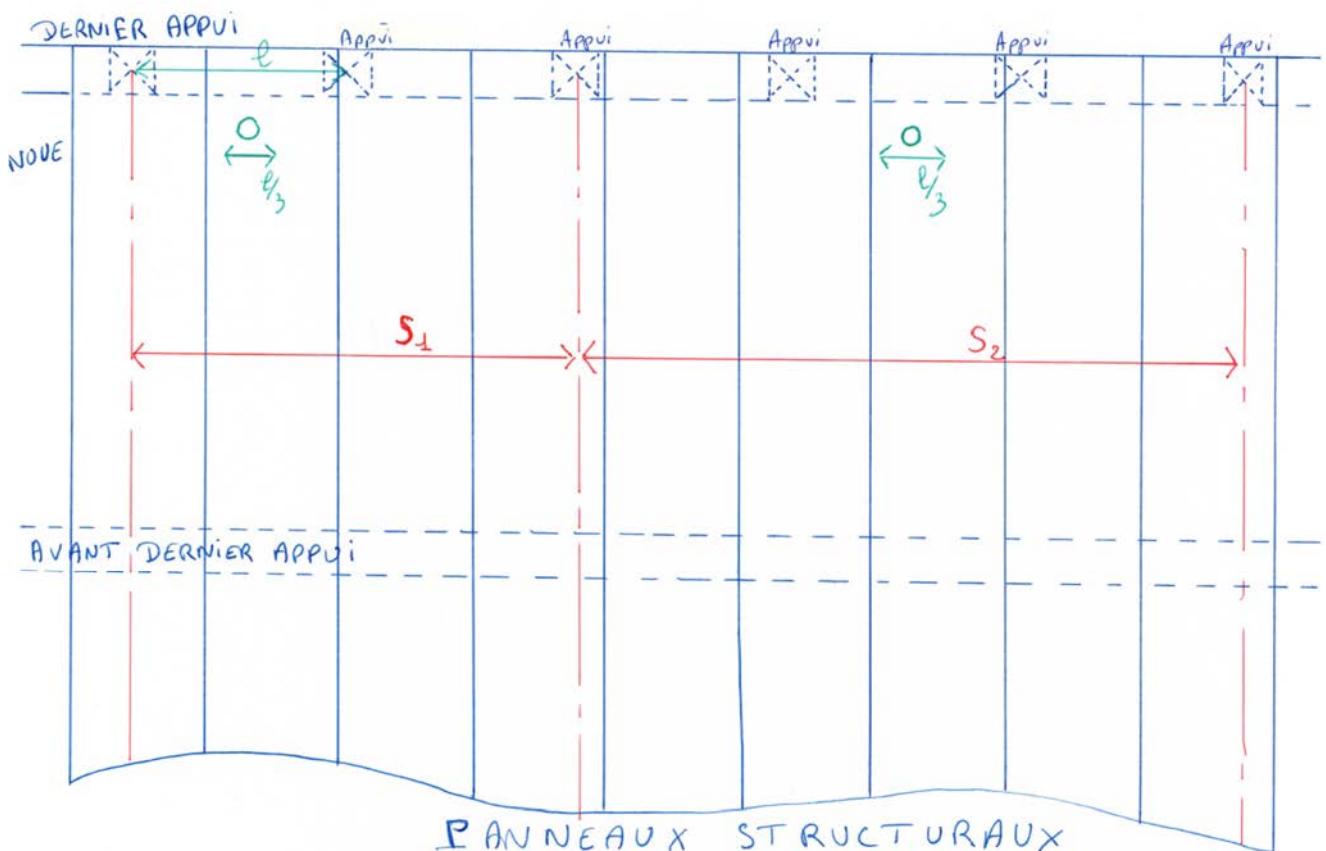
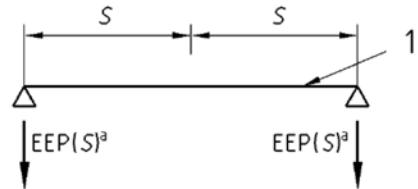


Figure 19.12 - Cas de trois travées ou plus par noeud

D1.1.3.2 Près des appuis

- Cas d'une travée par noue :

Une EEP (section majorée) près de chaque appui (figure 19.13)



Légende

a EEP → Section majorée (pour S)

1 Noue

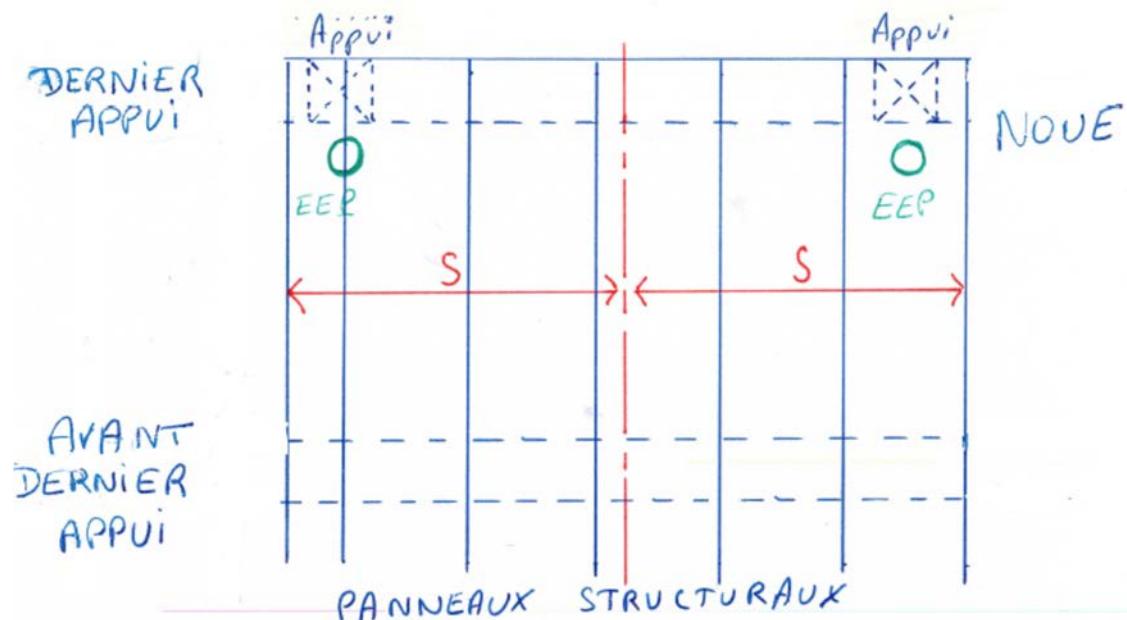
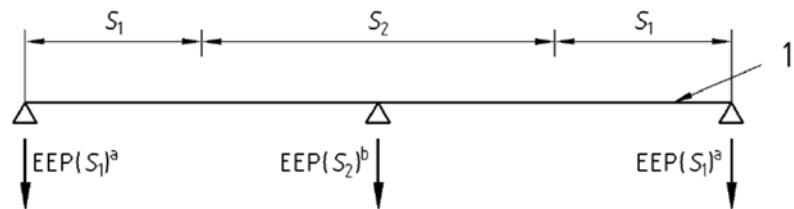


Figure 19.13 - Cas d'une travée par noue

- Cas de deux travées par noue :
- Une EEP (section normale) près de chaque appui (figure 19.14)



Légende

a EEP → Section normale (pour S_1)

b EEP → Section normale (pour S_2)

1 Noue

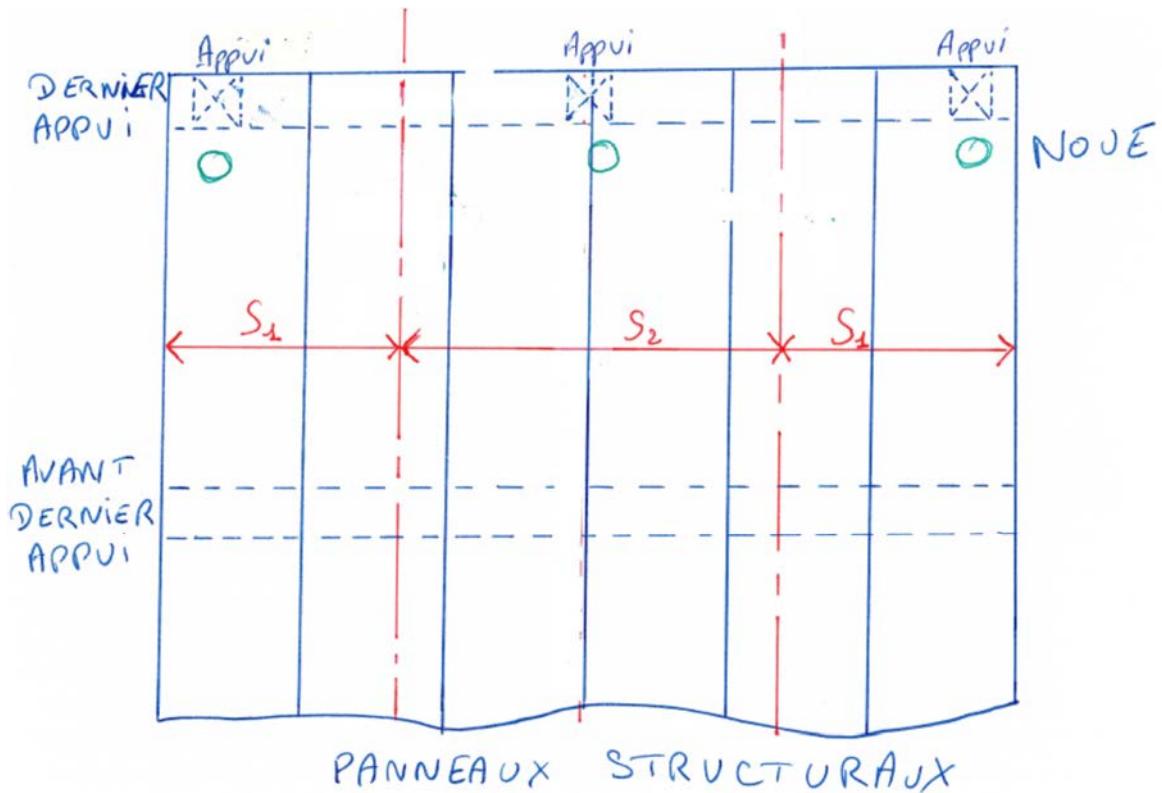
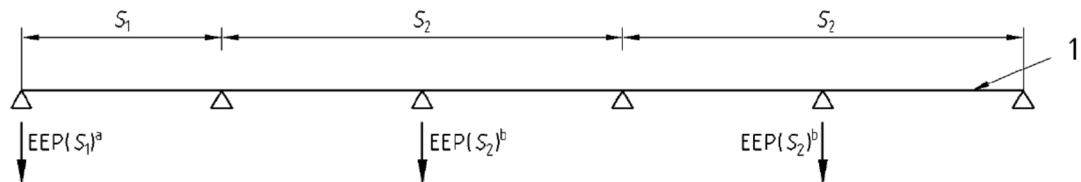


Figure 19.14 - Cas de deux travées par noue

- Cas de trois travées ou plus par noeud :

Une EEP près des appuis avec possibilité d'appui sans EEP à condition qu'il y ait une EEP sur les appuis voisins (figure 19.15).



Légende

- a EEP → Section normale (pour S1) si au moins trois EEP par noeud
- b EEP → Section normale (pour S2) si au moins trois EEP par noeud
- 1 Nœud

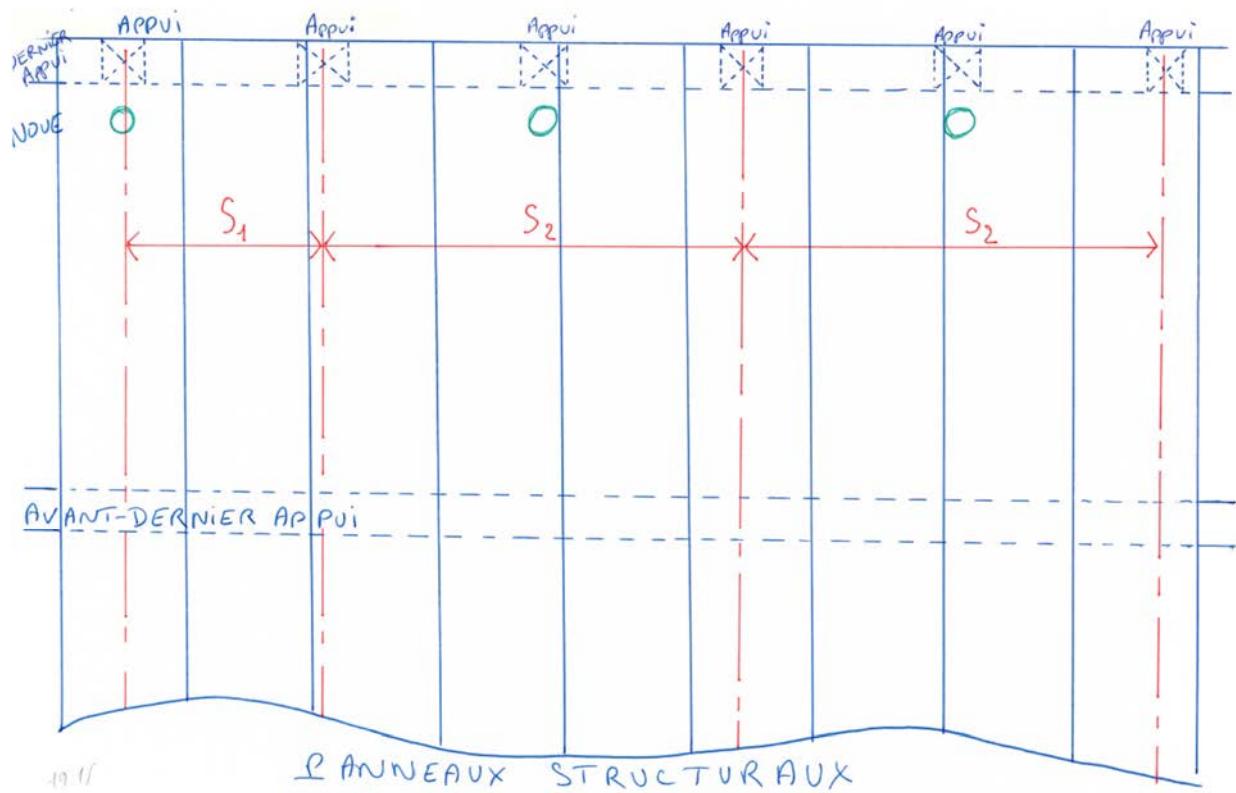


Figure 19.15 - Cas de trois travées ou plus par noeud

D1.1.4 Panneaux posés sur pannes - travées > 8 m



Figure 19.16 - Noue à pente nulle

La panne et les panneaux structuraux sont vérifiés sous le phénomène d'accumulation d'eau selon le § D4.

Dans le cas où les panneaux structuraux présentent une pente $\geq 3\%$, alors seule la panne est vérifiée sous le phénomène d'accumulation d'eau selon le § D4.

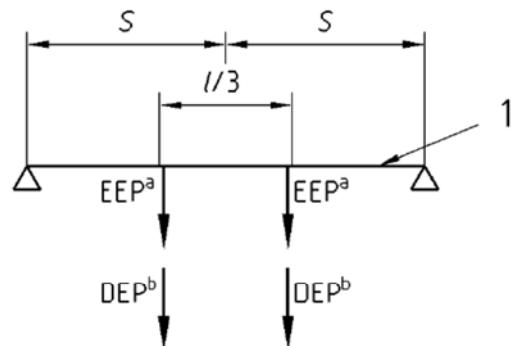
Les EEP sont positionnées en respectant un nombre minimal d'EEP par noue de 3 à section non majorée ou de 2 à section majorée :

- Soit en « milieu » de travée : § E1.1.4.1 ;
- Soit près des appuis : § E1.1.4.2.

D1.1.4.1 En « milieu » de travée

- Cas d'une travée par noue :

Deux EEP (section majorée) en « milieu » de travée (figure 19.17), éventuellement regroupées sur une seule DEP (section majorée) (figure 19.18).



Légende

- a EEP → Section majorée (pour S)
- b DEP → Section majorée (pour S)
- 1 Noue

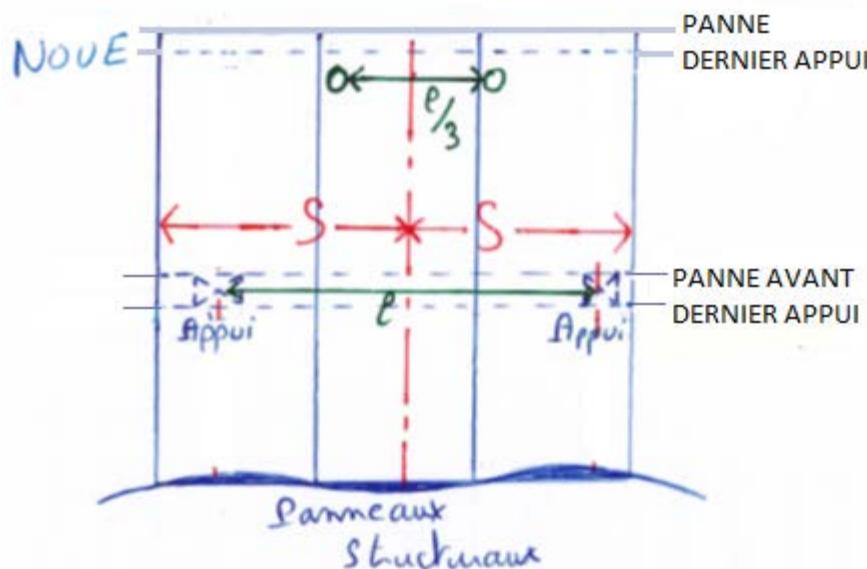
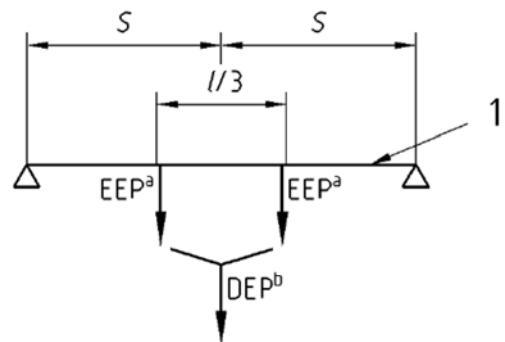


Figure 19.17 - Cas d'une travée par noue



Légende

- a EEP → Section majorée (pour S)
- b DEP → Section majorée (pour 2S)
- 1 Noue

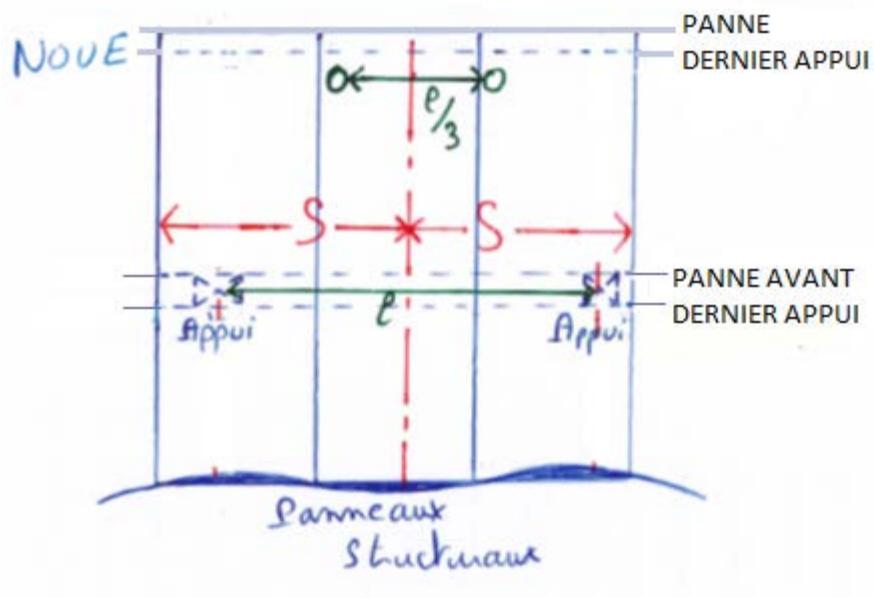
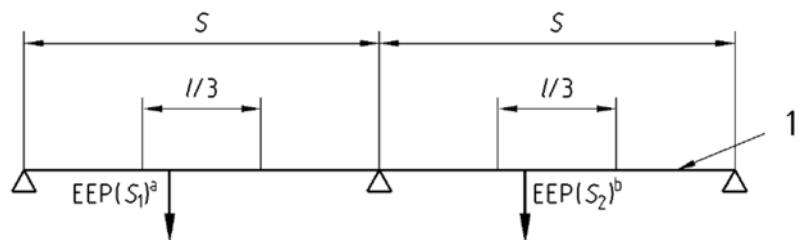


Figure 19.18 - Cas d'une travée par noue

- Cas de deux travées par noue :

Une EEP (section majorée) en « milieu » de chaque travée (figure 19.19).



Légende

- a EEP → Section majorée (pour S1) si deux EEP par noue
- b EEP → Section majorée (pour S2) si deux EEP par noue
- 1 Noue

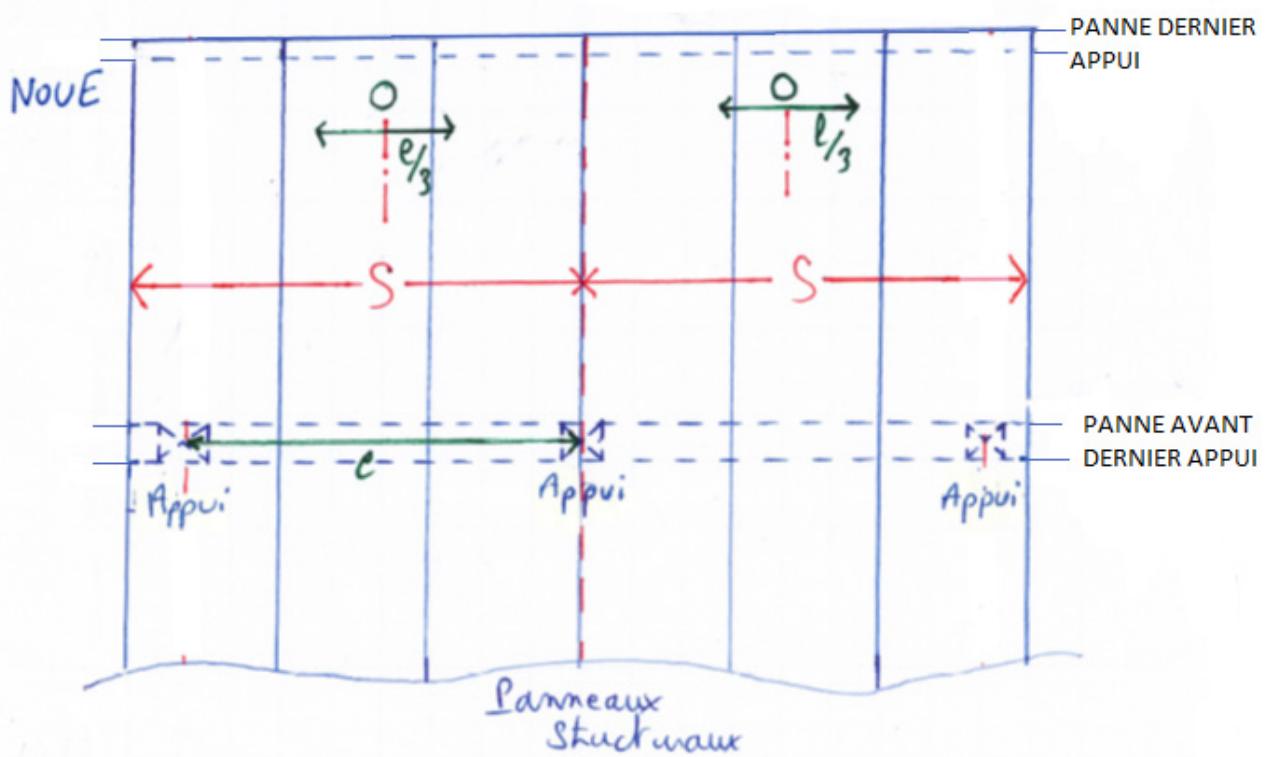
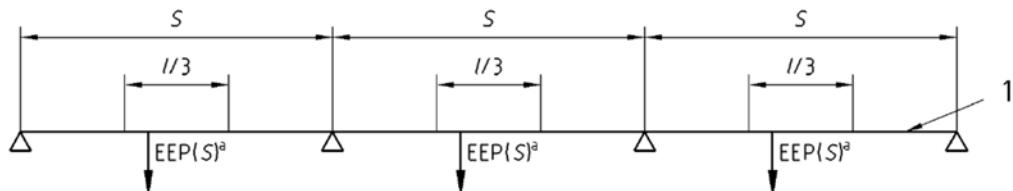


Figure 19.19 - Cas de deux travées par noue

- Cas de trois travées ou plus par noeud :

Une EEP (section normale) en « milieu » de chaque travée (figure 19.20).



Légende

a EEP → Section normale (pour S)

1 Noue

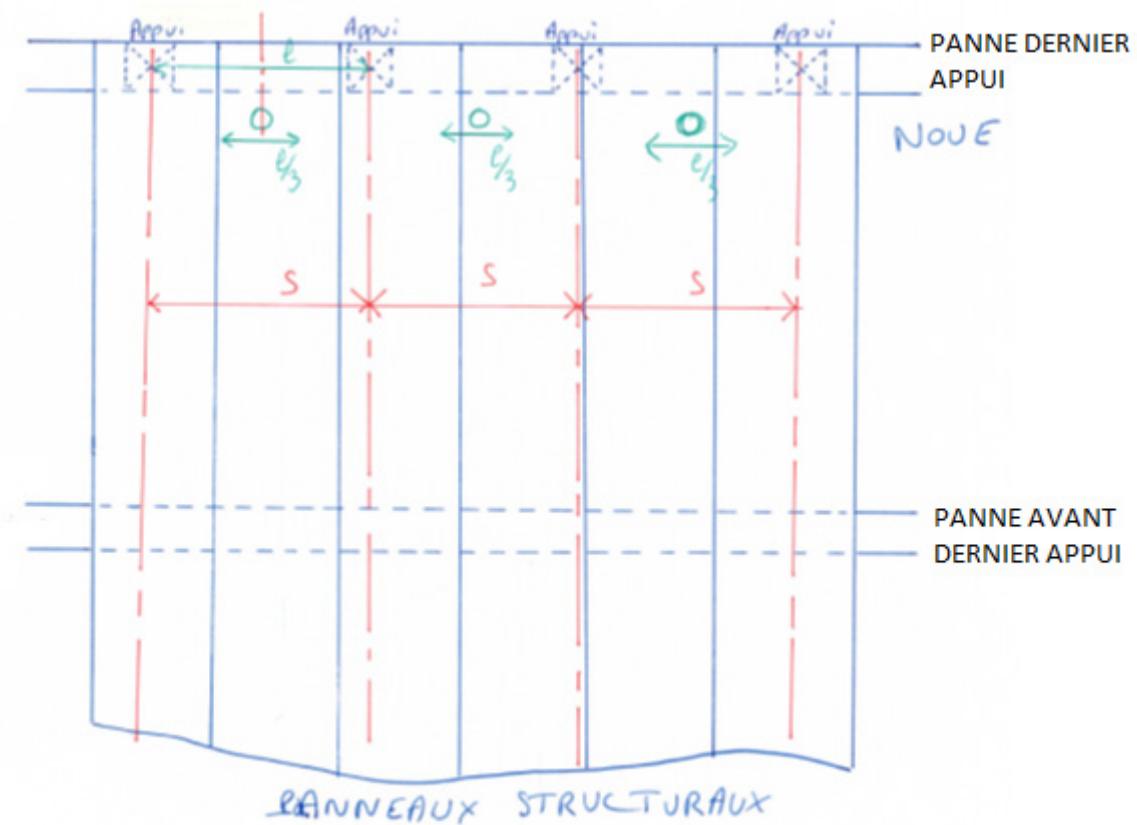
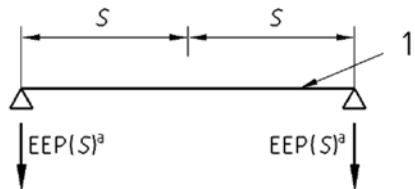


Figure 19.20 - Cas de trois travées ou plus par noeud

D1.1.4.2 Près des appuis

- Une EEP près de chaque appui (figure 19.21 à 19.23).



Légende

a EEP → Section majorée (pour S)

1 Noue

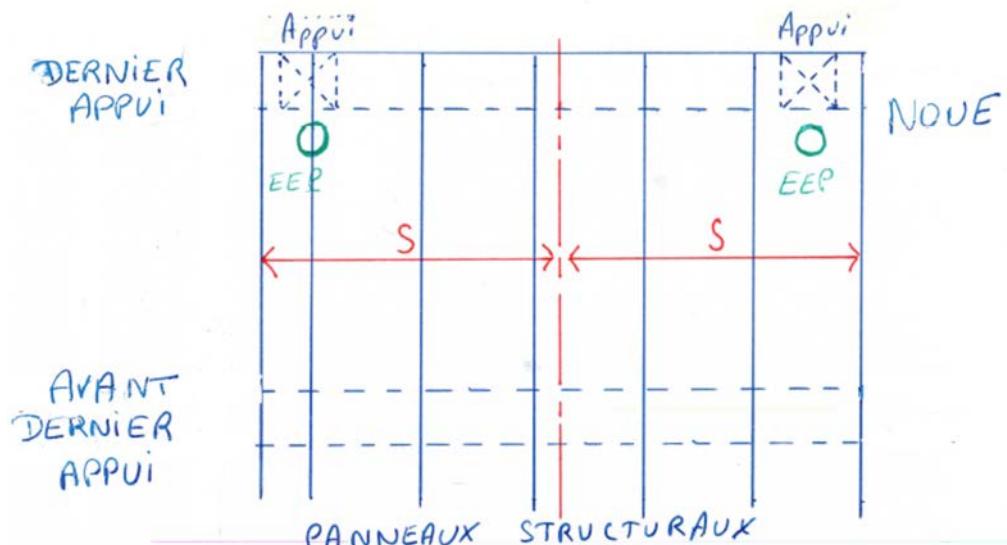
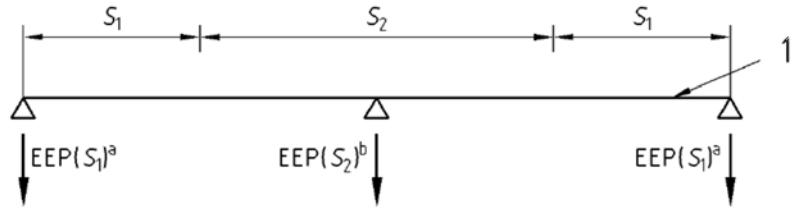


Figure 19.21 - Cas d'une travée par noue



Légende

a EEP → Section normale (pour S1)

b EEP → Section normale (pour S2)

1 Nœu

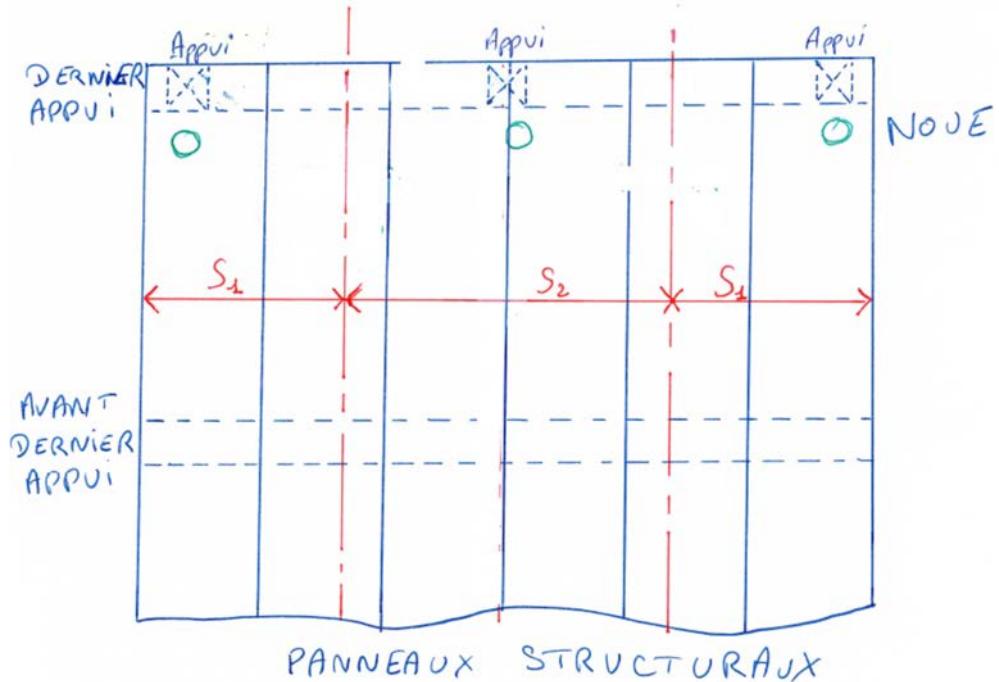
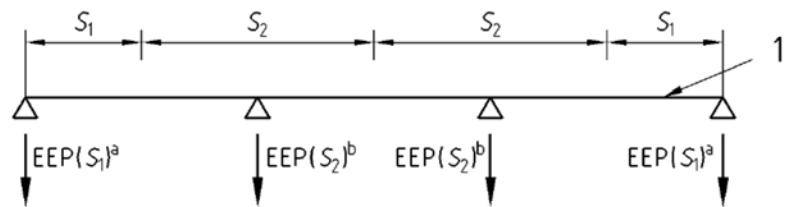


Figure 19.22 - Cas de deux travées par nœu



Légende

- a EEP → Section normale (pour S1) si au moins trois EEP par noue
- b EEP → Section normale (pour S2) si au moins trois EEP par noue
- 1 Noue

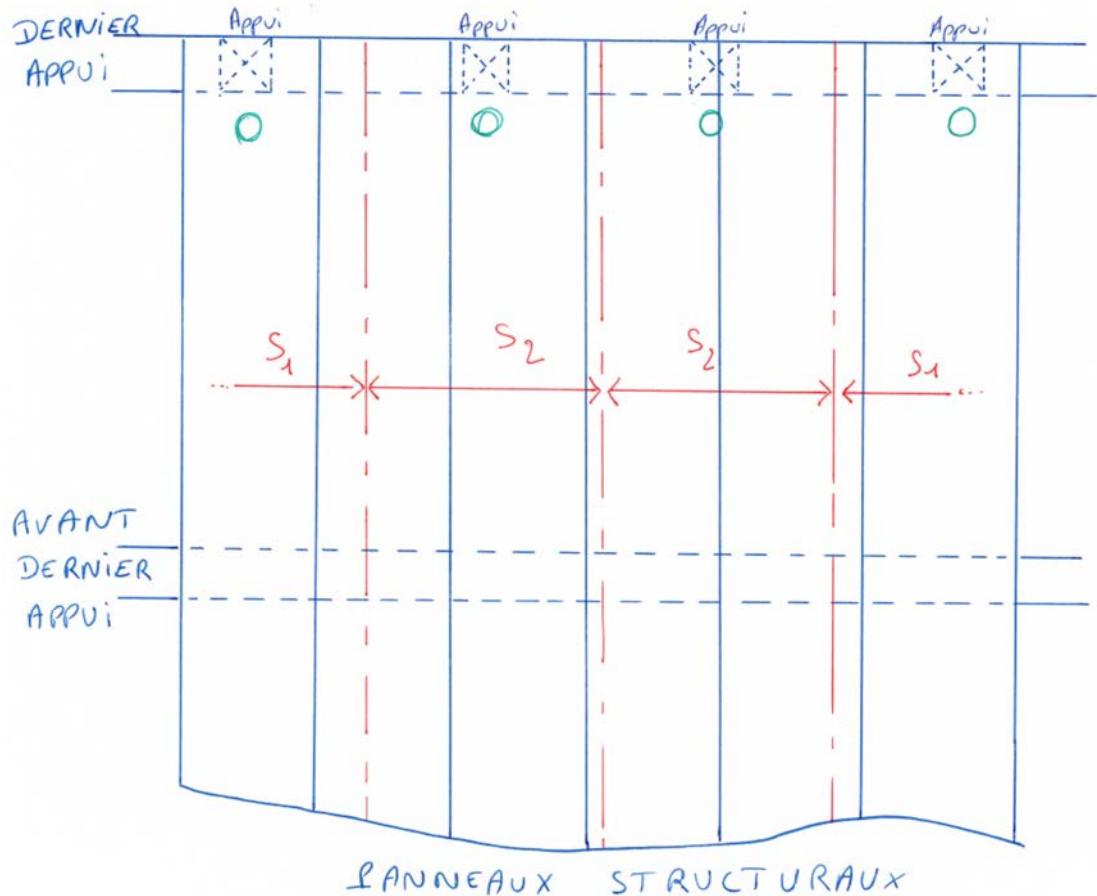
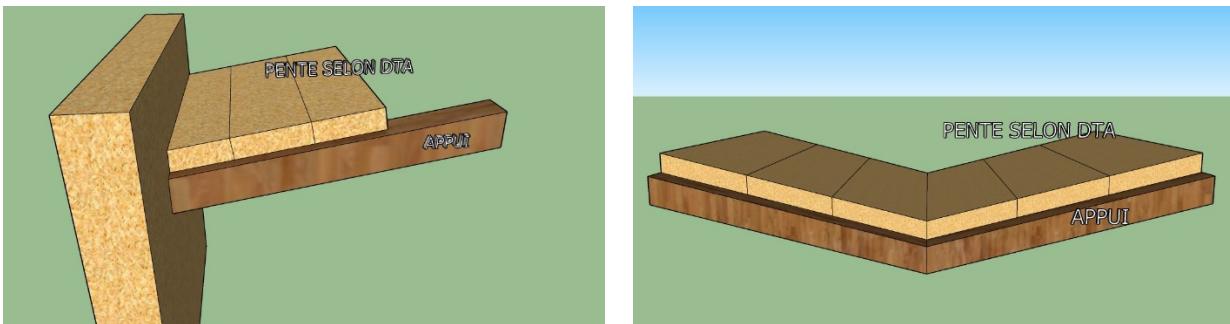


Figure 19.23 - Cas de trois travées ou plus par noue

D1.2 Panneaux structuraux parallèles par rapport à la noue - Panneaux dimensionnés pour un fléchissement final $w_{net, fin}$ dû à toutes les charges $\leq 1/400^{\circ}$ de la portée



**Figure 19.24 - Panneaux structuraux parallèles par rapport à la noue
Noue à pente nulle**

Dans le cas où les EEP ne sont pas positionnées au milieu de chaque portée, les panneaux structuraux sont vérifiés sous le phénomène d'accumulation d'eau selon le § D4.

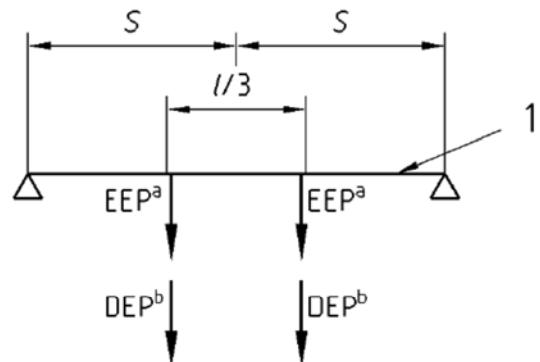
Les EEP sont positionnées en respectant un nombre minimal d'EEP par noue de 3 à section non majorée ou de 2 à section majorée :

- Soit en « milieu » de travée : § E1.2.1 ;
- Soit près des appuis : § E1.2.2.

D1.2.1 En « milieu » de portée

- **Cas de pose des panneaux structuraux sur 2 appuis :**

Deux EEP (section majorée) en « milieu » de portée (figure 19.25), éventuellement regroupées sur une seule DEP (section majorée) (figure 19.26).



Légende

a EEP → Section majorée (pour S)

b DEP → Section majorée (pour S)

1 Noue

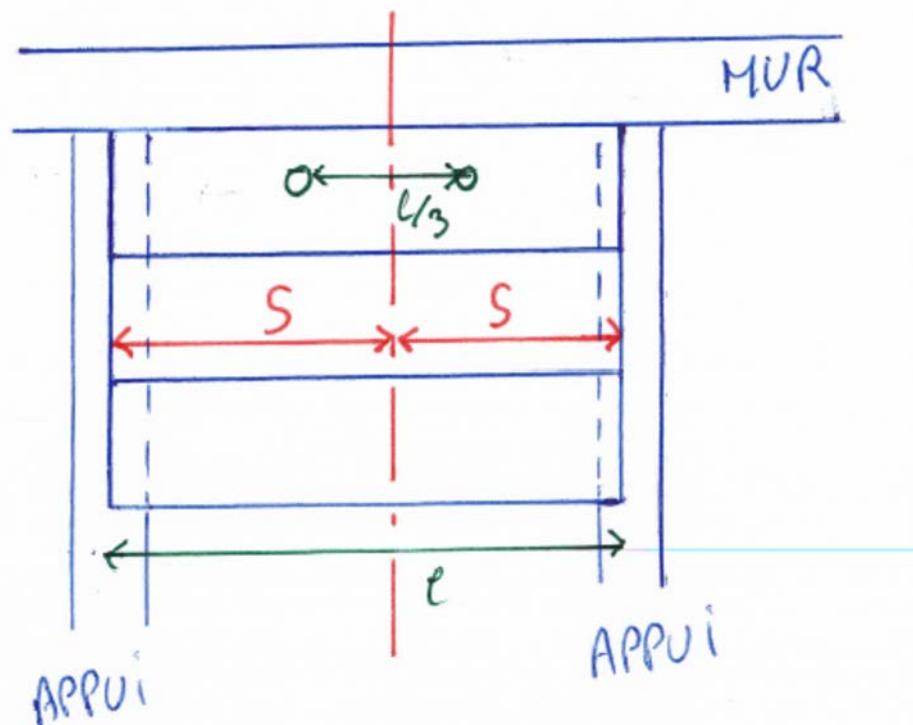
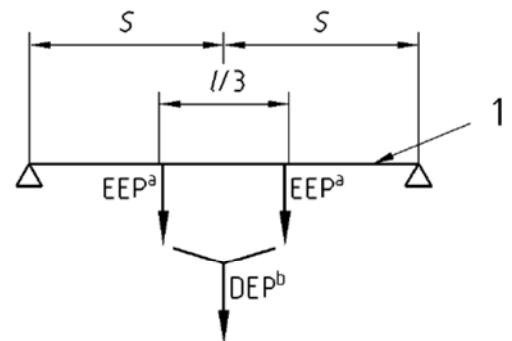


Figure 19.25 - Cas de pose des panneaux structuraux sur 2 appuis



Légende

- a EEP → Section majorée (pour S)
- b DEP → Section majorée (pour $2S$)
- 1 Noue

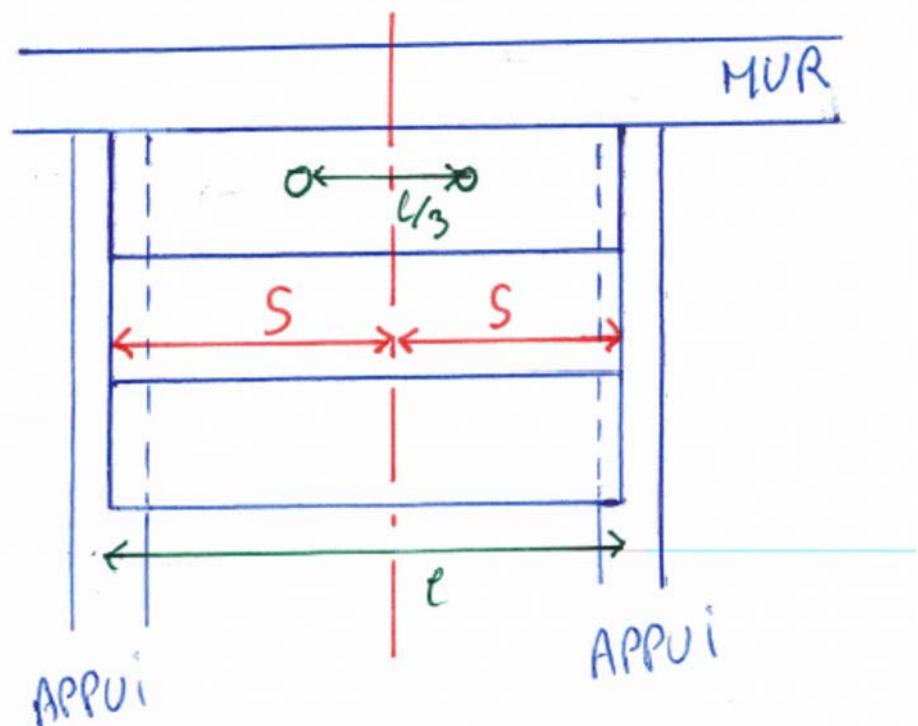
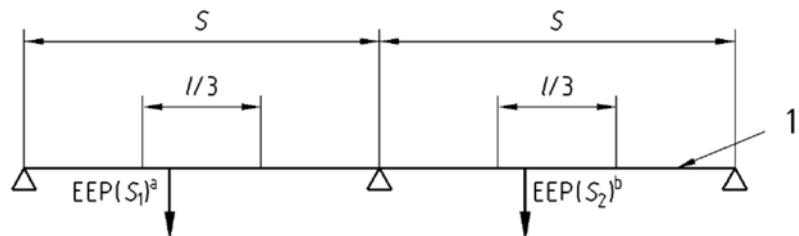


Figure 19.26 - Cas de pose des panneaux structuraux sur 2 appuis

- **Cas de pose des panneaux structuraux sur 3 appuis :**

Une EEP (section majorée) en « milieu » de chaque portée (figure 19.27).



Légende

a EEP → Section majorée (pour S1) si deux EEP par noue

b EEP → Section majorée (pour S2) si deux EEP par noue

1 Noue

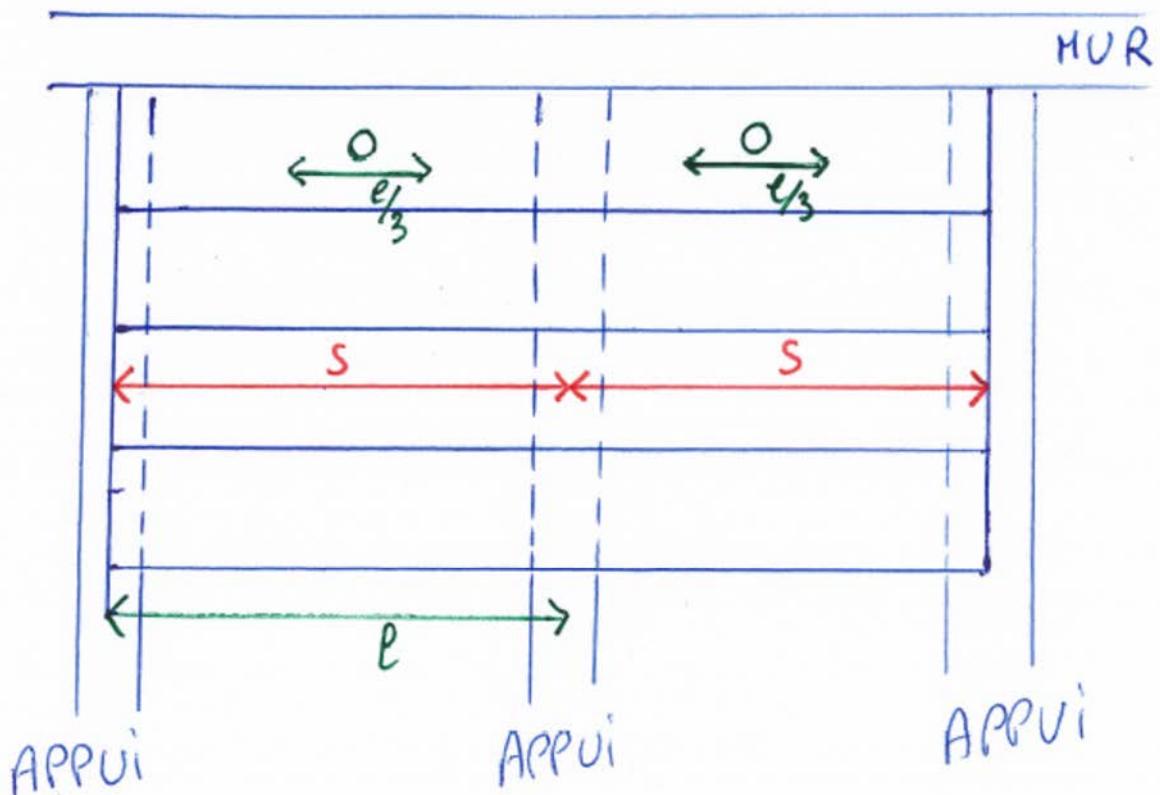
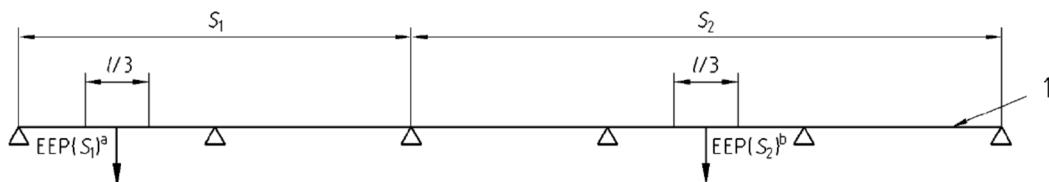


Figure 19.27 - Cas de pose des panneaux structuraux sur 3 appuis

- Cas de pose des panneaux structuraux sur 4 appuis et plus :**

Une EEP en « milieu » de portée avec possibilité de portées sans EEP à condition que ces portées sans EEP soient attenantes sur au moins un côté à une portée avec EEP (figure 19.28).



Légende

- a EEP → Section majorée (pour S₁) si deux EEP par noue
- b EEP → Section majorée (pour S₂) si deux EEP par noue
- 1 Noue

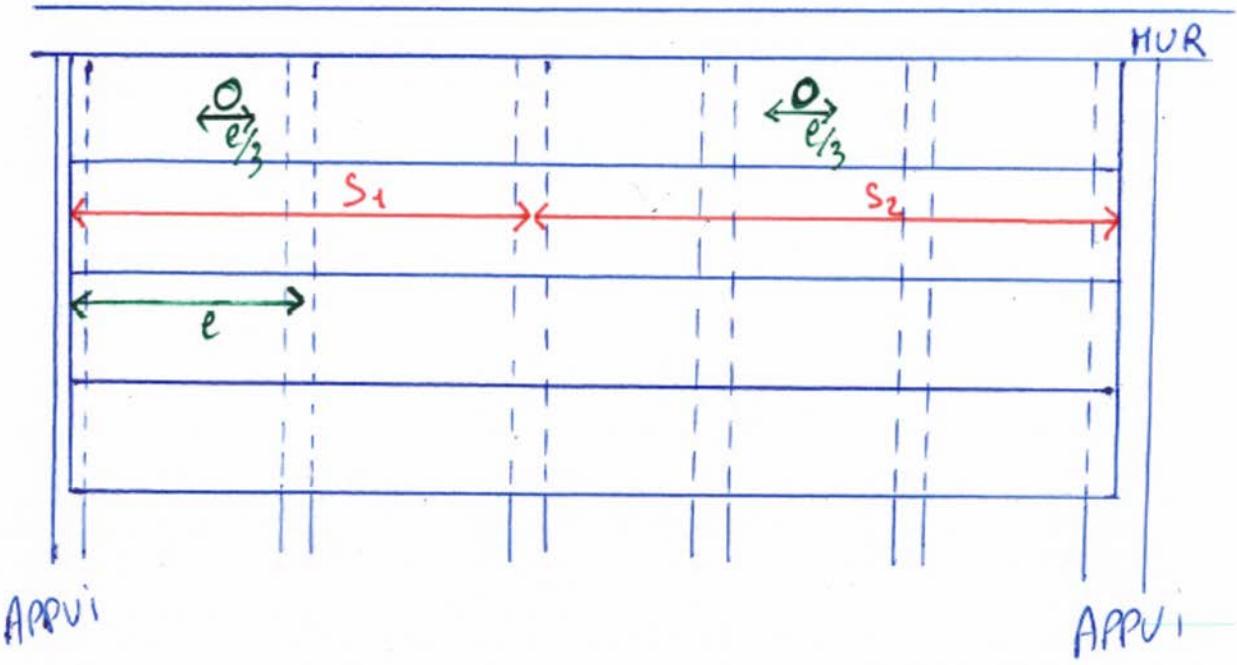
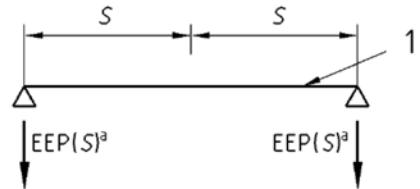


Figure 19.28 - Cas de pose des panneaux structuraux sur 4 appuis et plus

D1.2.2 Près des appuis

- **Cas de pose des panneaux structuraux sur 2 appuis :**

Une EEP (section majorée) près de chaque appui (figure 19.29)



Légende

a EEP → Section majorée (pour S)

1 Nœu

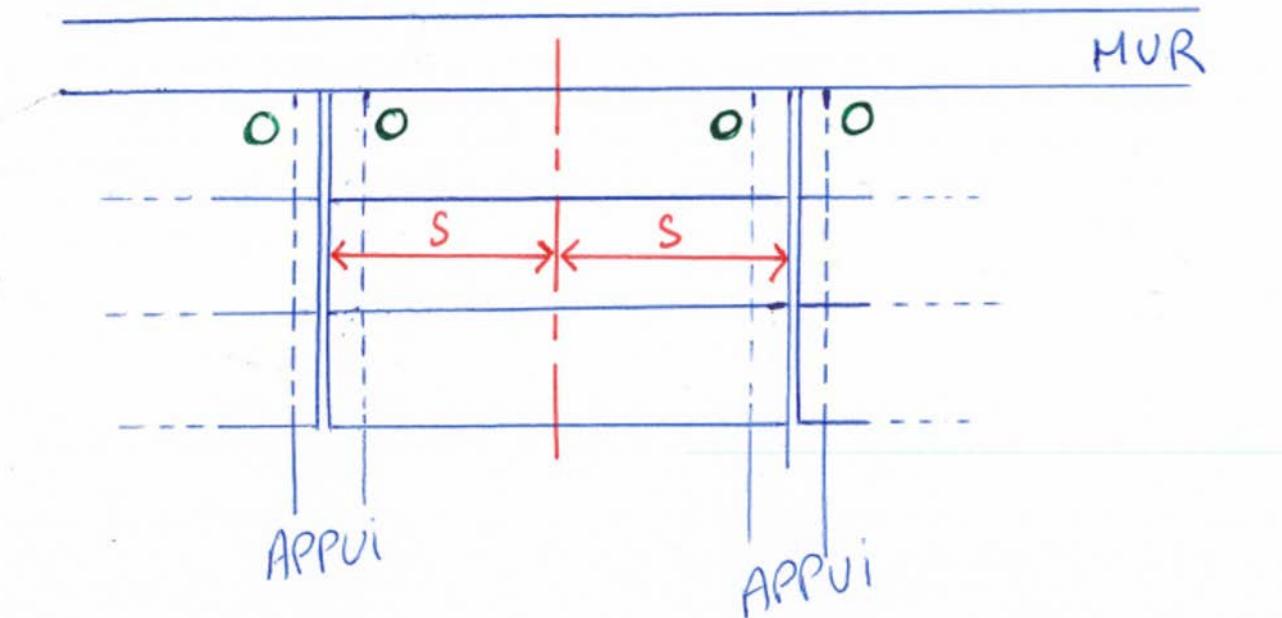
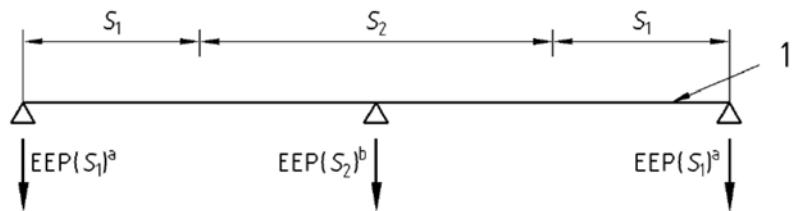


Figure 19.29 - Cas de pose des panneaux structuraux sur 2 appuis

- **Cas de pose des panneaux structuraux sur 3 appuis :**

Une EEP (section normale) près de chaque appui (figure 19.30)



Légende

a EEP → Section normale (pour S1)

b EEP → Section normale (pour S2)

1 Noue

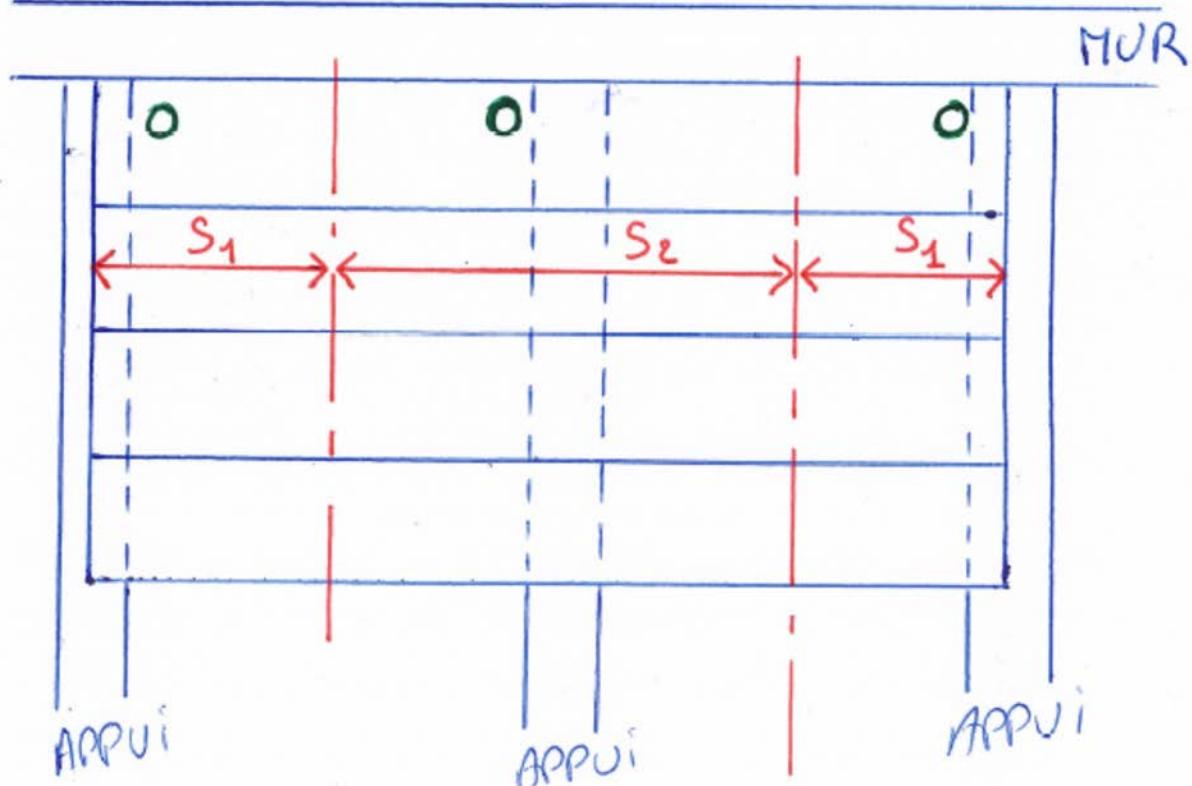
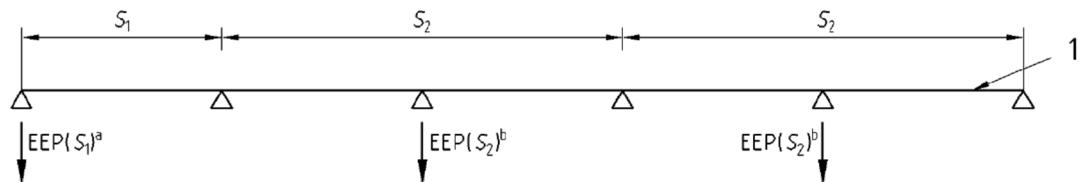


Figure 19.30 - Cas de pose des panneaux structuraux sur 3 appuis

- **Cas de pose des panneaux structuraux sur 4 appuis et plus :**

Une EEP près des appuis avec possibilité d'appui sans EEP à condition qu'il y ait une EEP sur les appuis voisins (figure 19.31).



Légende

a EEP → Section normale (pour S_1) si au moins trois EEP par noe

b EEP → Section normale (pour S_2) si au moins trois EEP par noe

1 Nœu

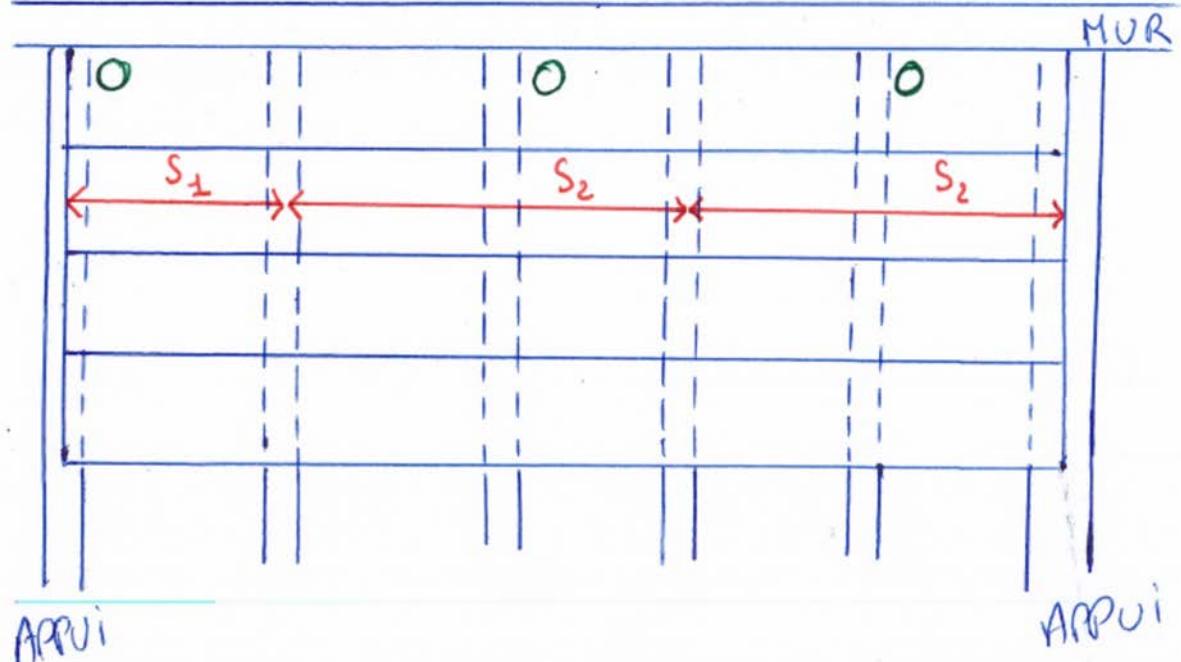
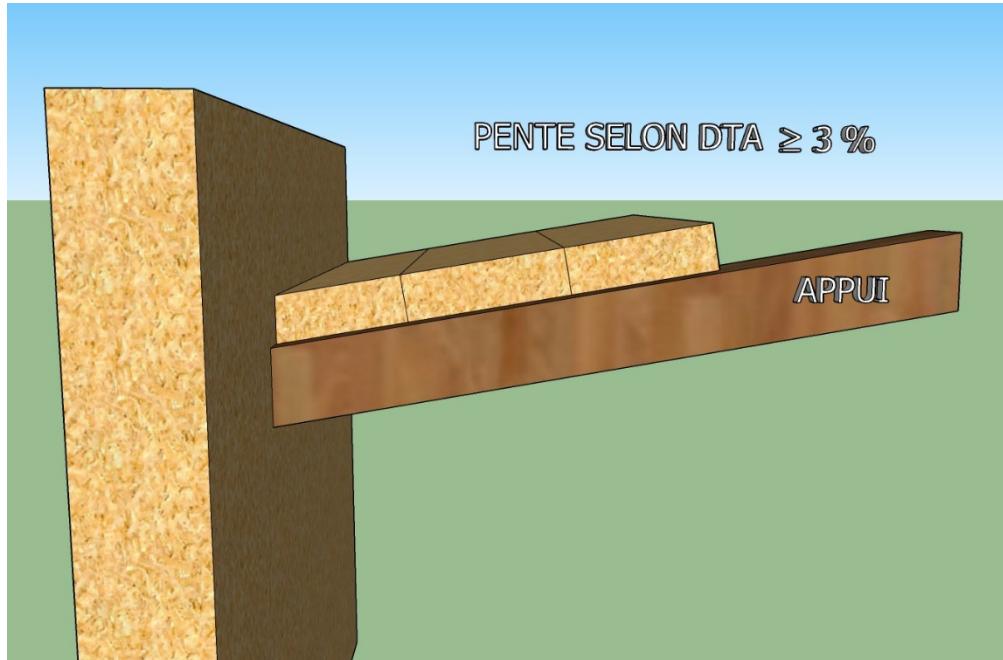


Figure 19.31 - Cas de pose des panneaux structuraux sur 4 appuis et plus

D1.3 Panneaux structuraux parallèles à la noue - Panneaux dimensionnés pour un fléchissement final $w_{net, fin}$ dû à toutes les charges au 1/250^e de la portée (pente $\geq 3\%$)

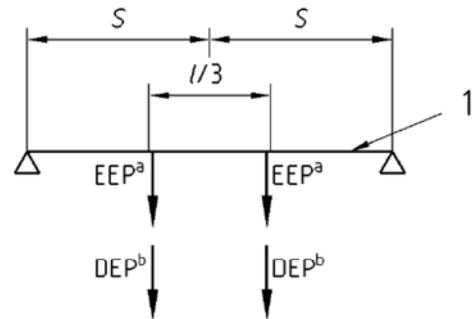


**Figure 19.32 - Panneaux structuraux parallèles à la noue
Noue à pente nulle**

Les EEP sont positionnées en « milieu » de portée, en respectant un nombre minimal d'EEP par noue de 3 à section non majorée ou de 2 à section majorée :

- **Cas de pose des panneaux structuraux sur 2 appuis :**

Deux EEP (section majorée) en « milieu » de portée (figure 19.33), éventuellement regroupées sur une seule DEP (section majorée) (figure 19.34).



Légende

- a EEP → Section majorée (pour S)
- b DEP → Section majorée (pour S)
- 1 Noue

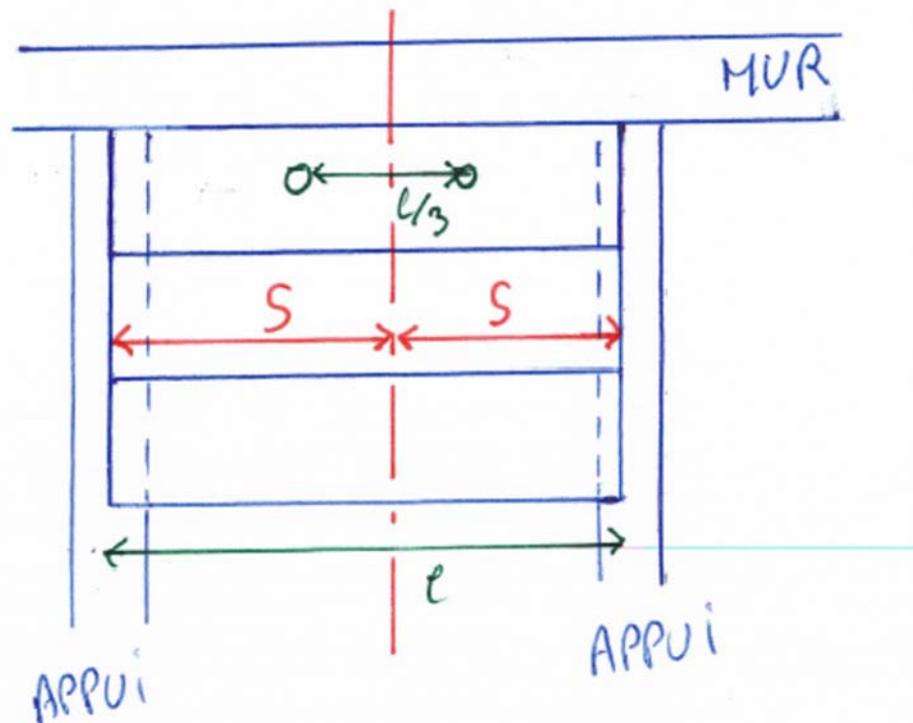
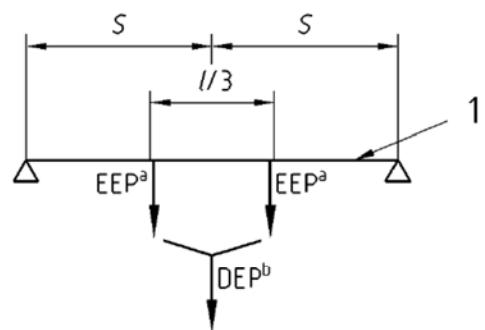


Figure 19.33 - Cas de pose des panneaux structuraux sur 2 appuis



Légende

- a EEP → Section majorée (pour S)
- b DEP → Section majorée (pour 2S)
- c Noue

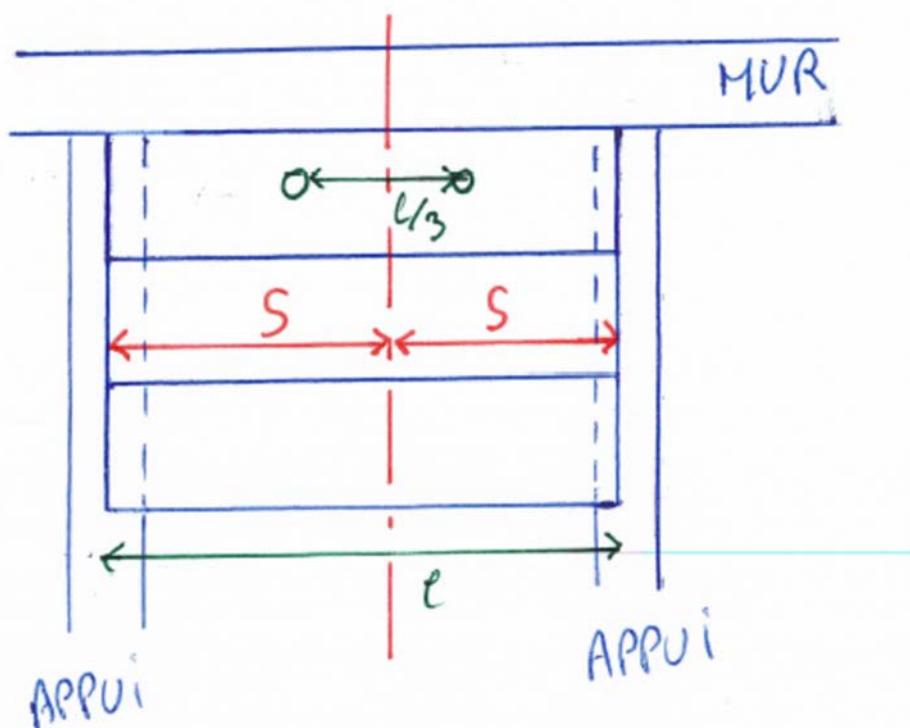
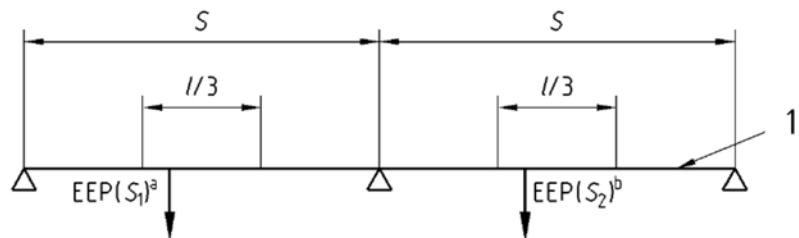


Figure 19.34 - Cas de pose des panneaux structuraux sur 2 appuis

- Cas de pose des panneaux structuraux sur 3 appuis :**

Une EEP (section majorée) en « milieu » de chaque portée (figure 19.35).



Légende

a EEP → Section majorée (pour S1) si deux EEP par noue

b EEP → Section majorée (pour S2) si deux EEP par noue

1 Noue

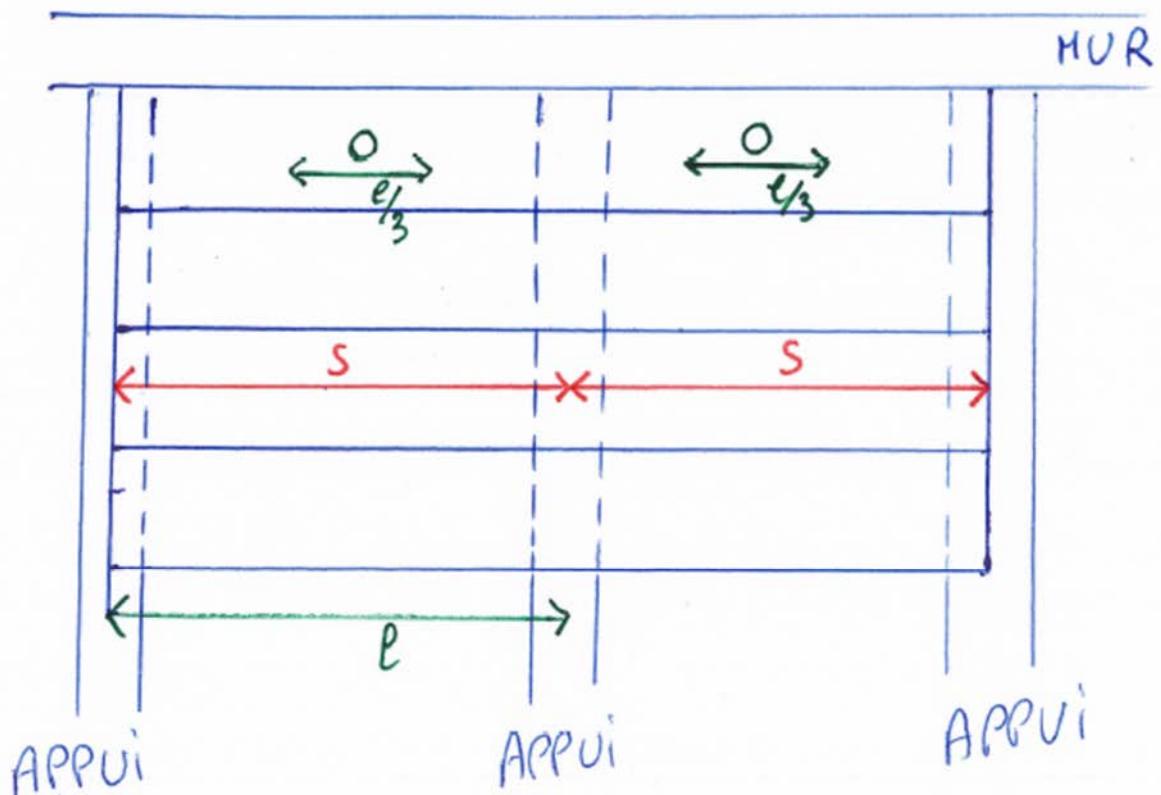
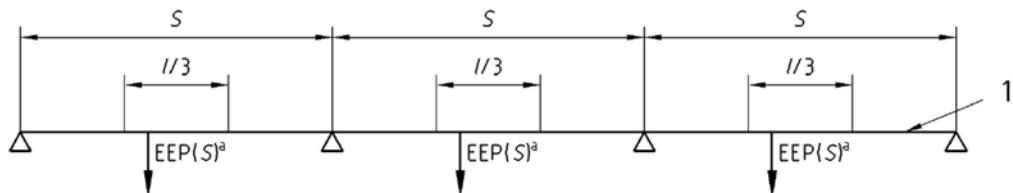


Figure 19.35 - Cas de pose des panneaux structuraux sur 3 appuis

- Cas de pose des panneaux structuraux sur 4 appuis et plus :**

Une EEP (section normale) en « milieu » de chaque travée (figure 19.36).



Légende

a EEP → Section normale (pour S)

1 Noue

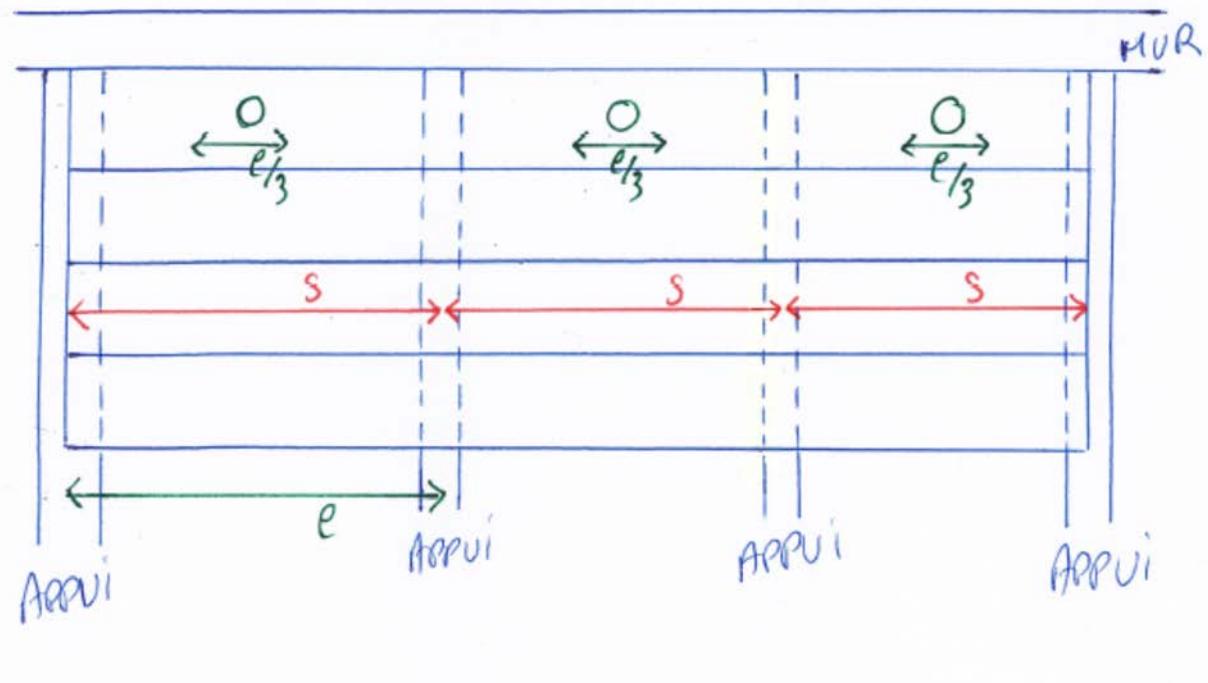
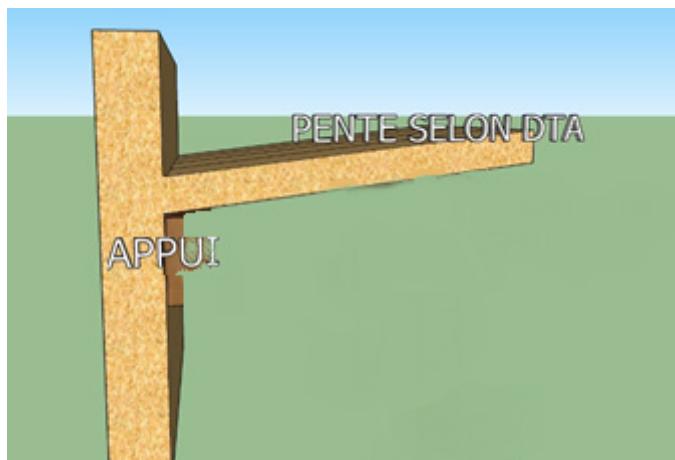


Figure 19.36 - Cas de pose des panneaux structuraux sur 4 appuis et plus

D2 Noues à pente $\geq 0,5\%$ et $< 1,5\%$

D2.1 Panneaux structuraux perpendiculaires (ou biaisés) par rapport à la noue

D2.1.1 Panneaux posés sur appui continu contre-mur et pannes



**Figure 19.37 - Panneaux structuraux perpendiculaires par rapport à la noue
Appui longitudinal continu – Noue à pente $\geq 0,5\%$ et $< 1,5\%$**

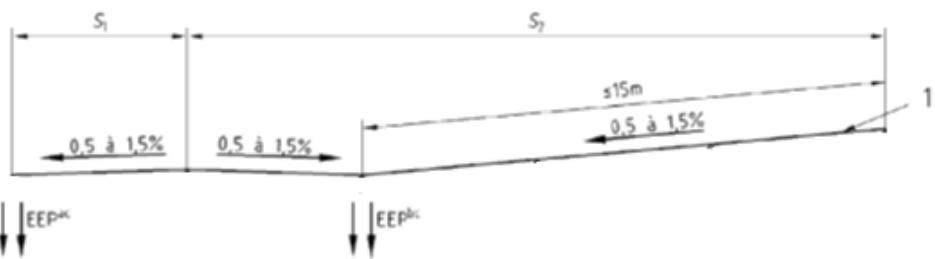
Les EEP sont régulièrement positionnées en respectant un nombre minimal d'EEP par noue de 3 à section non majorée ou de 2 à section majorée.

La longueur maximale de noue entre point bas et point haut est de 15 m.

Les EEP sont positionnées en point bas de noue.

Elles sont doublées (EEP situées dans le fil d'eau de la noue et distantes de moins d'un mètre), chaque EEP étant à section majorée pour une surface collectée $S/2$ (figure 19.38).

Les deux EEP peuvent éventuellement être regroupées sur une seule DEP (section majorée).



Légende

- a EEP doublée → Section majorée (pour $S_1/2$)
- b EEP doublée → Section majorée (pour $S_2/2$)
- c Les deux éléments de l'EEP doublée peuvent être regroupés sur une seule DEP, de section majorée (pour S_1 ou S_2)
- 1 Nœud

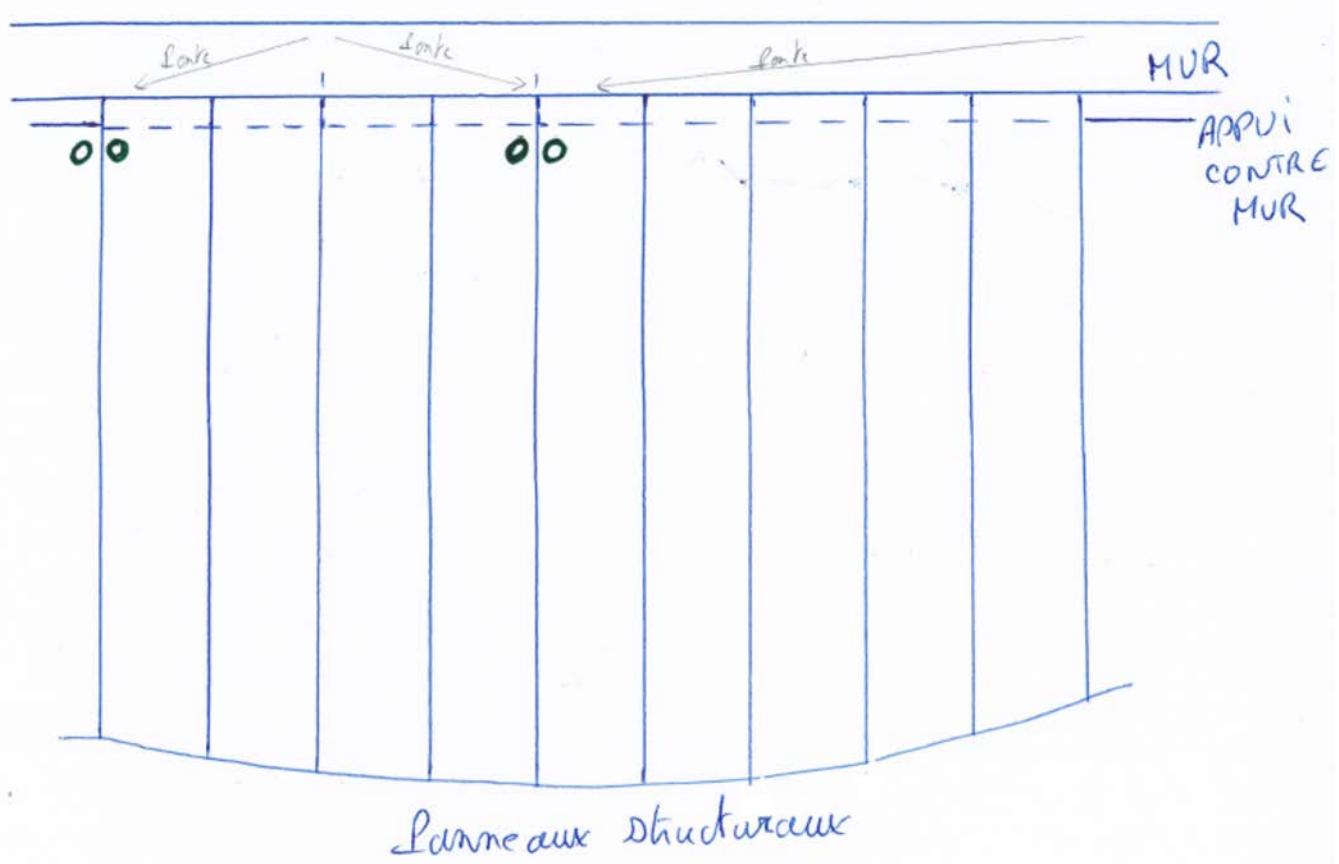


Figure 19.38 – Implantation EEP

D2.1.2 Panneaux posés sur pannes - travées \leq 8 m



Figure 19.39 - Noue à pente $\geq 0,5\%$ et $< 1,5\%$

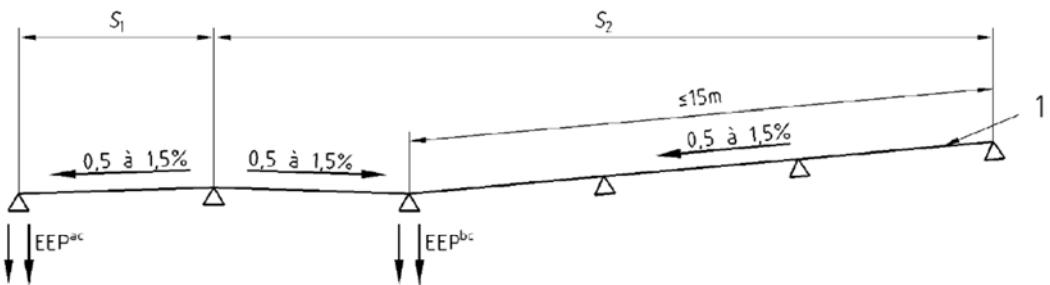
Les éléments de pannes adjacents aux EEP sont vérifiés sous le phénomène d'accumulation d'eau selon le § D4.

La longueur maximale de noue entre point bas et point haut est de 15 m.

Les EEP sont positionnées en respectant un nombre minimal d'EEP par noue de 3 à section non majorée ou de 2 à section majorée, près des appuis situés en point bas de noue.

Elles sont doublées (EEP situées dans le fil d'eau de la noue et distantes de moins d'un mètre), chaque EEP étant à section majorée pour une surface collectée $S/2$ (figure 19.40).

Les deux EEP peuvent éventuellement être regroupées sur une seule DEP (section majorée).



Légende

- a EEP doublée → Section majorée (pour $S_1/2$)
- b EEP doublée → Section majorée (pour $S_2/2$)
- c Les deux éléments de l'EEP doublée peuvent être regroupés sur une seule DEP, de section majorée (pour S_1 ou S_2)
- 1 Noye

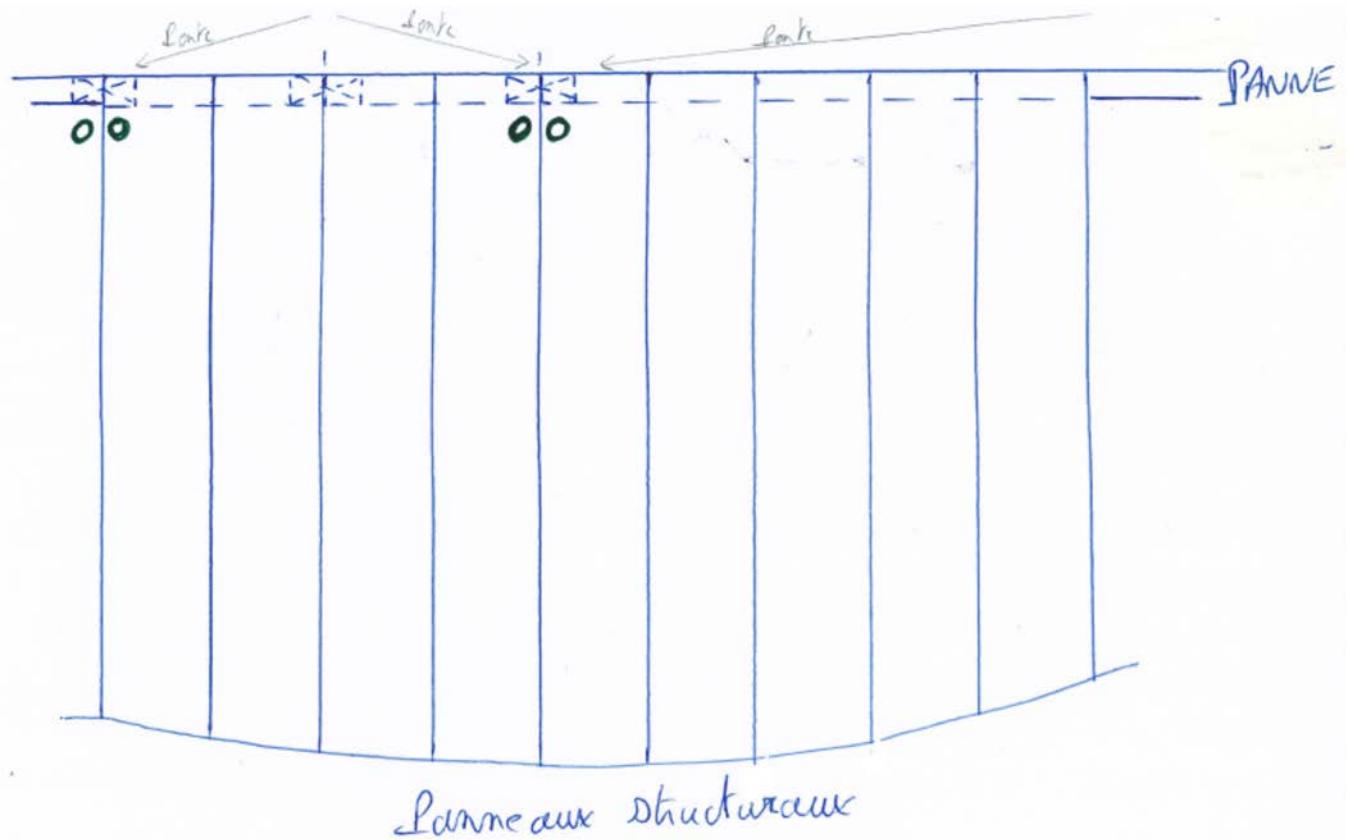


Figure 19.40

Dans le cas de déversoir, ce dernier est unique et de section majorée pour la surface collectée S.

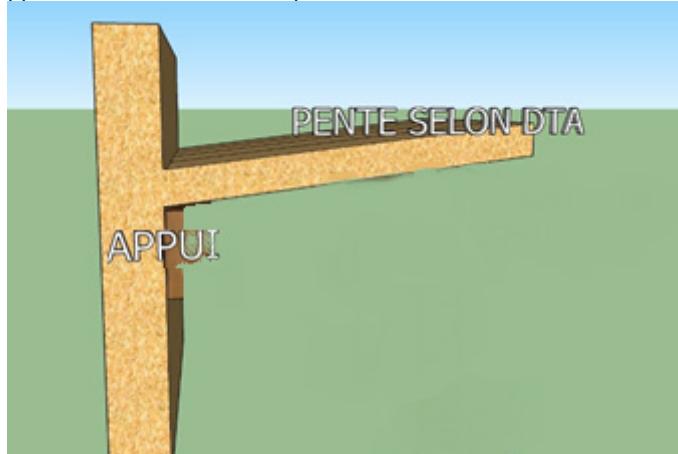
D2.2 Panneaux structuraux parallèles par rapport à la noue

Cette configuration n'est pas visée par le présent document.

D3 Noues à pente $\geq 1,5\%$

D3.1 Panneaux structuraux perpendiculaires (ou biaisés) par rapport à la noue

D3.1.1 Panneaux posés sur appui continu contre-mur et pannes



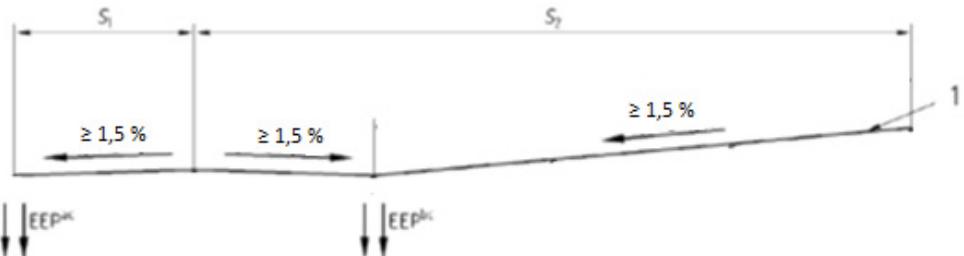
**Figure 19.41 - Panneaux structuraux perpendiculaires par rapport à la noue
Appui longitudinal continu – Noue à pente $\geq 1,5\%$**

Les EEP sont régulièrement positionnées en respectant un nombre minimal d'EEP par noue de 3 à section non majorée ou de 2 à section majorée.

Les EEP sont positionnées en point bas de noue.

Elles sont doublées (EEP situées dans le fil d'eau de la noue et distantes de moins d'un mètre), chaque EEP étant à section majorée pour une surface collectée S/2 (figure 19.42).

Les deux EEP peuvent éventuellement être regroupées sur une seule DEP (section majorée).



Légende

- a EEP doublée → Section majorée (pour $S_1/2$)
- b EEP doublée → Section majorée (pour $S_2/2$)
- c Les deux éléments de l'EEP doublée peuvent être regroupés sur une seule DEP, de section majorée (pour S_1 ou S_2)
- 1 Nœud

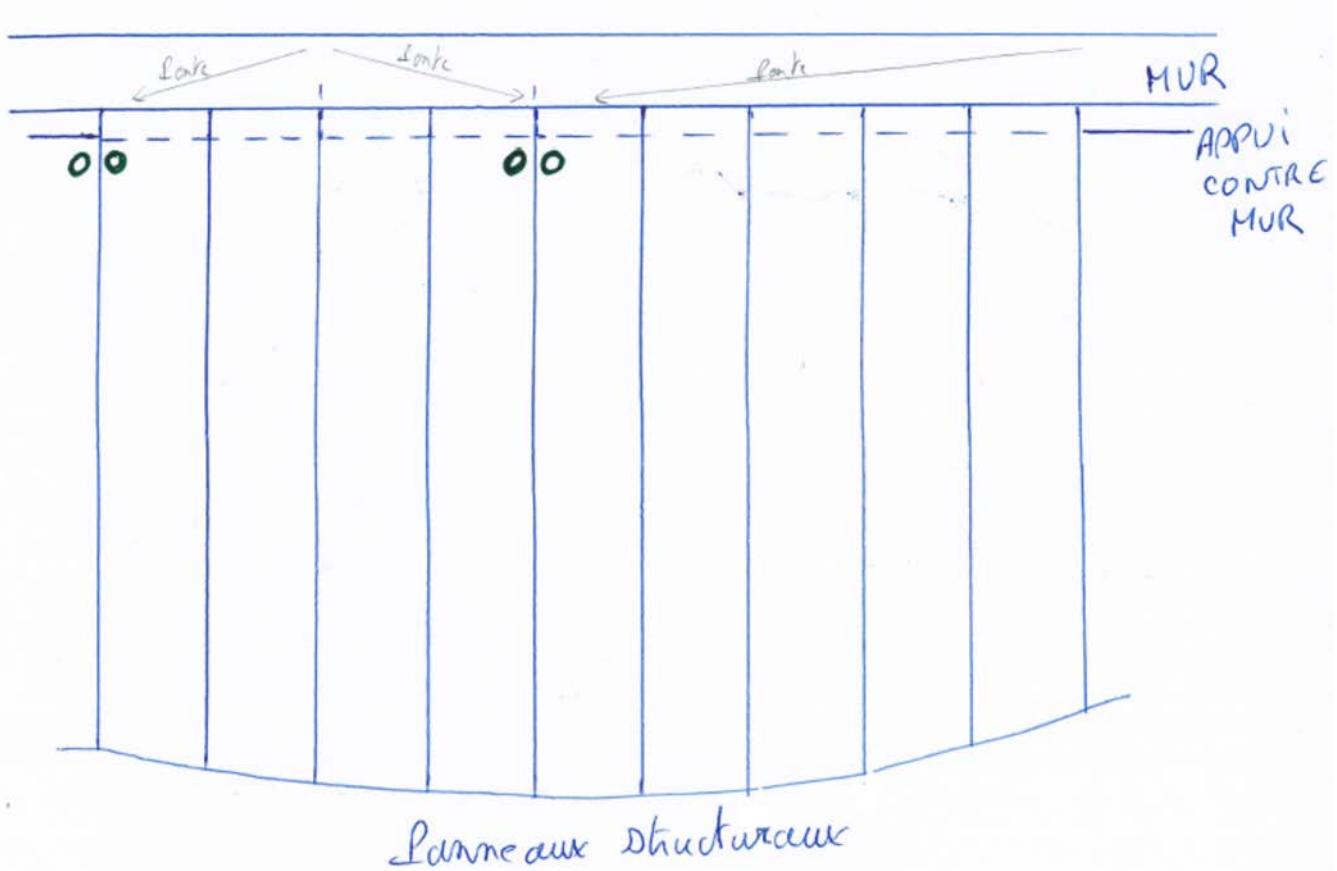


Figure 19.42 – Implantation EEP

D3.1.2 Panneaux posés sur pannes - travées \leq 8 m

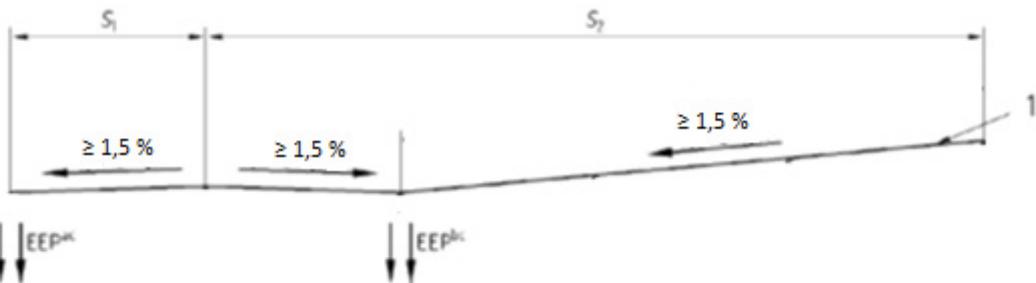


Figure 19.43 - Noue à pente $\geq 1,5\%$

Les EEP sont positionnées en respectant un nombre minimal d'EEP par noue de 3 à section non majorée ou de 2 à section majorée, près des appuis situés en point bas de noue.

Elles sont doublées (EEP situées dans le fil d'eau de la noue et distantes de moins d'un mètre), chaque EEP étant à section majorée pour une surface collectée $S/2$ (figure 19.44).

Les deux EEP peuvent éventuellement être regroupées sur une seule DEP (section majorée).



Légende

- a EEP doublée → Section majorée (pour $S_1/2$)
- b EEP doublée → Section majorée (pour $S_2/2$)
- c Les deux éléments de l'EEP doublée peuvent être regroupés sur une seule DEP, de section majorée (pour S_1 ou S_2)
- 1 Noue

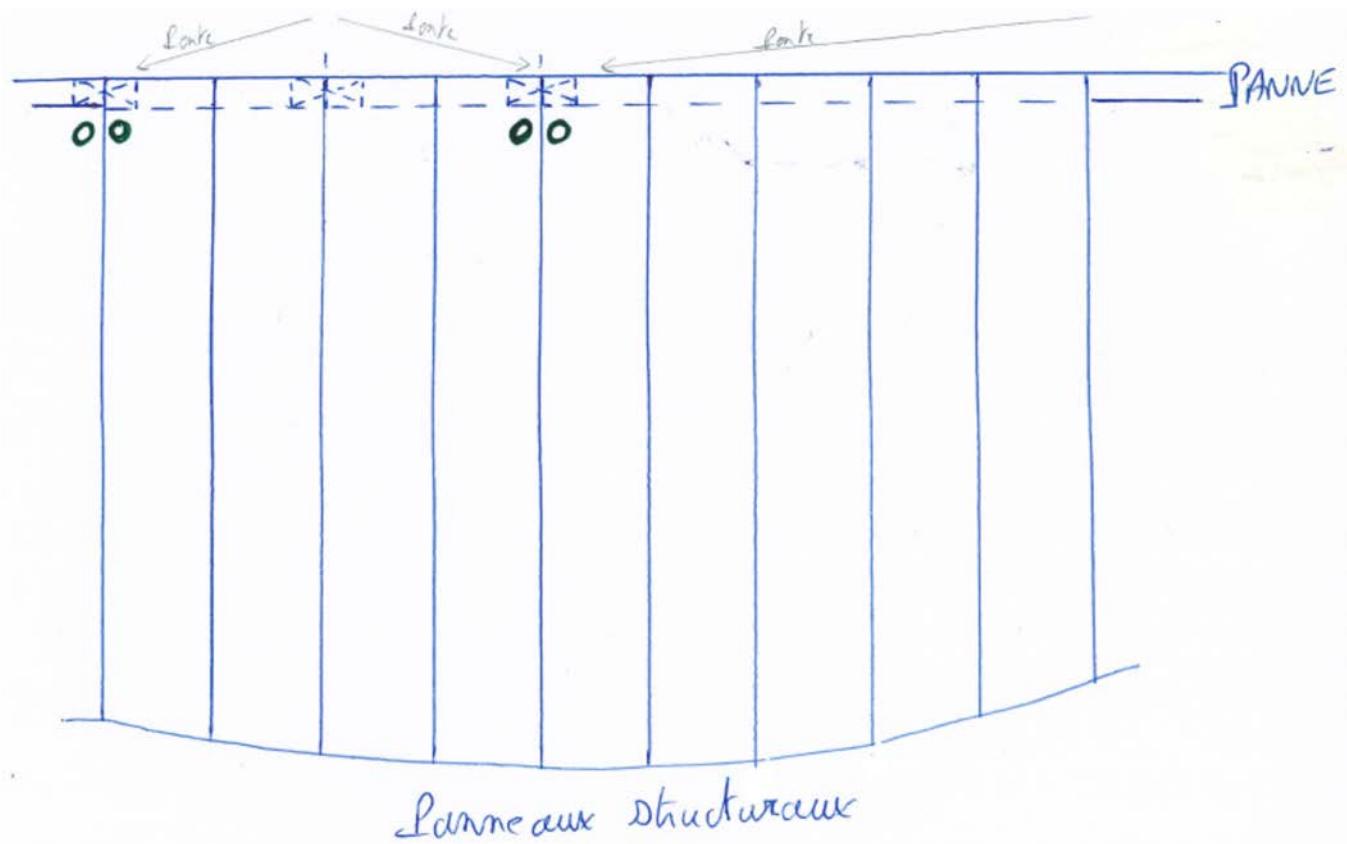


Figure 19.44 - Noue à pente $\geq 1,5\%$

Dans le cas de déversoir, ce dernier est unique et de section majorée pour la surface collectée S.

D3.2 Panneaux structuraux parallèles par rapport à la noue

Les EEP sont positionnées en respectant un nombre minimal d'EEP par noue de 3 à section non majorée ou de 2 à section majorée, près des appuis situés en point bas de noue.

Elles sont doublées (EEP situées dans le fil d'eau de la noue et distantes de moins d'un mètre), chaque EEP étant à section majorée pour une surface collectée $S/2$ (figure 19.45).

Les deux EEP peuvent éventuellement être regroupées sur une seule DEP (section majorée).

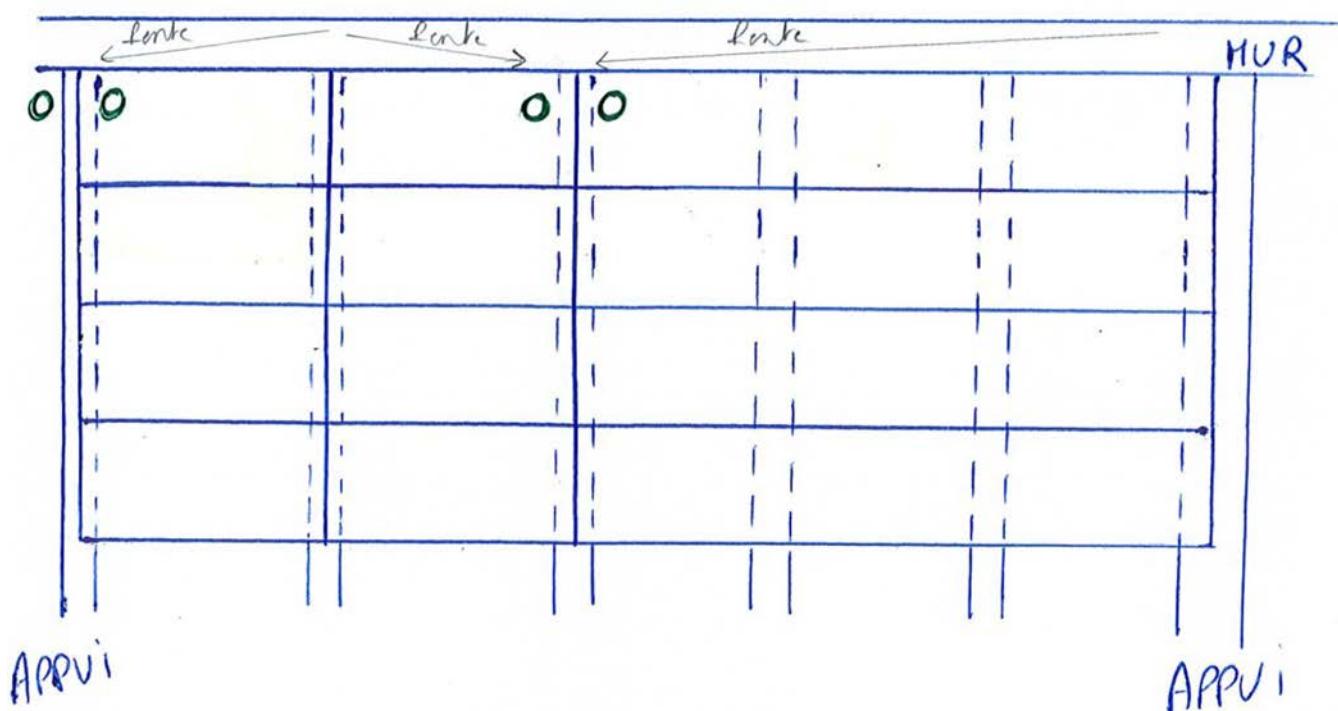
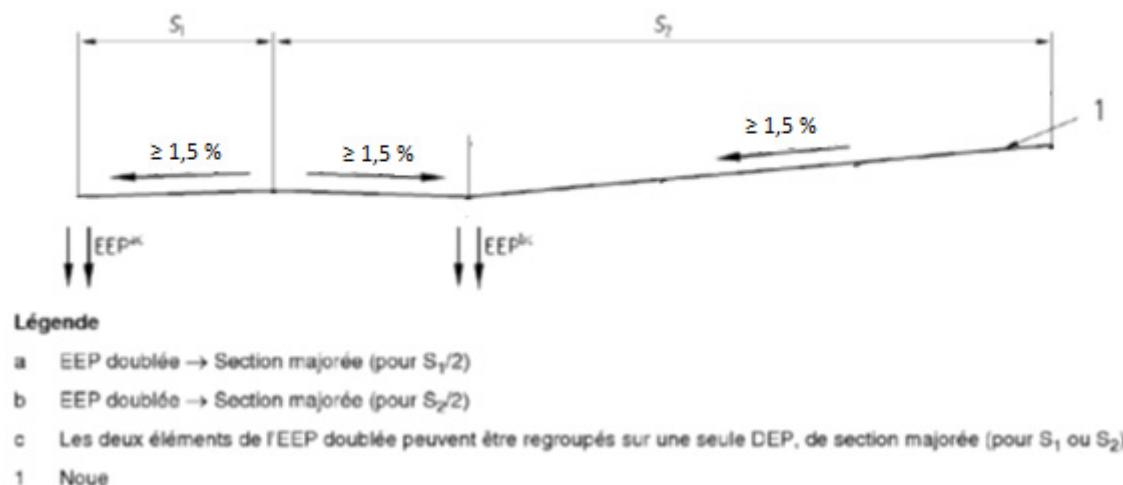


Figure 19.45 – Implantation EEP

Dans le cas de déversoir, ce dernier est unique et de section majorée pour la surface collectée S.

D4 Méthode de vérification des panneaux structuraux sous accumulation d'eau

Le Document Technique d'Application des panneaux structurels indiquera la méthode de vérification de la structure vis-à-vis du risque d'effondrement sous le poids des eaux :

- Soit accumulées en flaques formées en raison des flèches des éléments de structure ;
- Soit retenues par la neige.

SIÈGE SOCIAL

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | www.cstb.fr

CSTB
le futur en construction