Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉTUDES ET ÉCONOMIE DE LA CONSTRUCTION

ÉPREUVE E5 : ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS

Sous-épreuve U51 : Études techniques

SESSION 2019

Durée : 4 heures
Coefficient : 3

Document et matériel :

- aucun document autorisé ;
- l'usage de la calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Documents à rendre avec la copie :

- Document réponse DR A1 — Page 15/17
- Documents réponses : DR B1, DR B2, DR B3 — Page 16/17
- Documents réponses : DR C1, DR C2, DR C3 — Page 17/17

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 17 pages, numérotées de 1/17 à 17/17.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

COMPOSITION DU SUJET

DOSSIER TECHNIQUE	Pages
DT 1 : Vue en plan du RDC	3
DT 2 : Coupes et façades	4
DOSSIER SUJET	
Sujet – Étude A : Structures / Étude des pannes en bois massif	**5**
Annexe A1 : Formulaire de RDM	6
Annexe A2 : Extraits de l'EUROCODE 5	6 et 7
Sujet - Étude B : Plomberie	**8**
Annexe B1 : Plan de plomberie	9
Annexe B2 : Extrait du CCTP Plomberie	10
Annexe B3 : Extrait du DTU 60.11	11 et 12
Sujet - Étude C : Vérification vis-à-vis de la RT 2012	**13**
Annexe C : Extraits de l'arrêté du 26 octobre 2010 « RT 2012 »	14
DOCUMENTS RÉPONSE	
DR A1 : Tracé des diagrammes	15
DR B1 : Alimentation de la nourrice 2	16
DR B2 : Débits attendus des nourrices	16
DR B3 : Alimentation générale de plomberie	16
DR C1 : Coupe sur Toiture Terrasse	17
DR C2 : Déperditions thermiques du bâti	17
DR C2 : Consommation en énergie primaire du bâtiment	17

DURÉES INDICATIVES ET BARÈME

Lecture	30 min	
Sujet - Étude A : Structures	1 h 30	8 points
Sujet - Étude B : Plomberie	1 h 00	6 points
Sujet - Étude C : Thermique	1 h 00	6 points

RENDU DE VOTRE TRAVAIL :

Vous rendrez 3 chemises, une pour chaque partie.
La numérotation des pages sera de la forme 1 / n ……. n / n.
Toute partie non traitée fera l'objet d'une copie vierge convenablement repérée et portant la mention « NON TRAITÉE ».
Les documents à rendre complétés seront joints dans les copies.
Vous regrouperez les 3 chemises dans une chemise générale.

NOTES AUX CANDIDATS :

Les études A, B et C sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre à votre convenance.

Toute donnée manquante fera l'objet d'un choix par le candidat, qui mettra clairement en évidence ce choix sur la copie.

Toutes les réponses devront être justifiées par des références explicites et précises aux informations données dans le sujet.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET

Construction d'une crèche

Le projet étudié concerne la construction d'une crèche dans une commune rurale, d'une capacité de 27 enfants et 10 adultes.

Le bâtiment est constitué de 3 grandes zones :

- une zone d'accueil des enfants et parents avec local à poussettes ;
- la zone « crèche », avec pièces d'activités, pièces de change, biberonnerie et dortoirs ;
- une zone « personnel » avec buanderie, local détente, coin repas, vestiaires et sanitaires.

Système constructif :

Fondations : superficielles.

Structure : plancher en béton armé ;
murs en briques.

Charpente : traditionnelle 2 pentes.

Enveloppe : enveloppe extérieure en béton avec Isolation Thermique par l'Extérieur (I.T.E.), toiture-terrasse étanchée et façades vitrées aluminium.

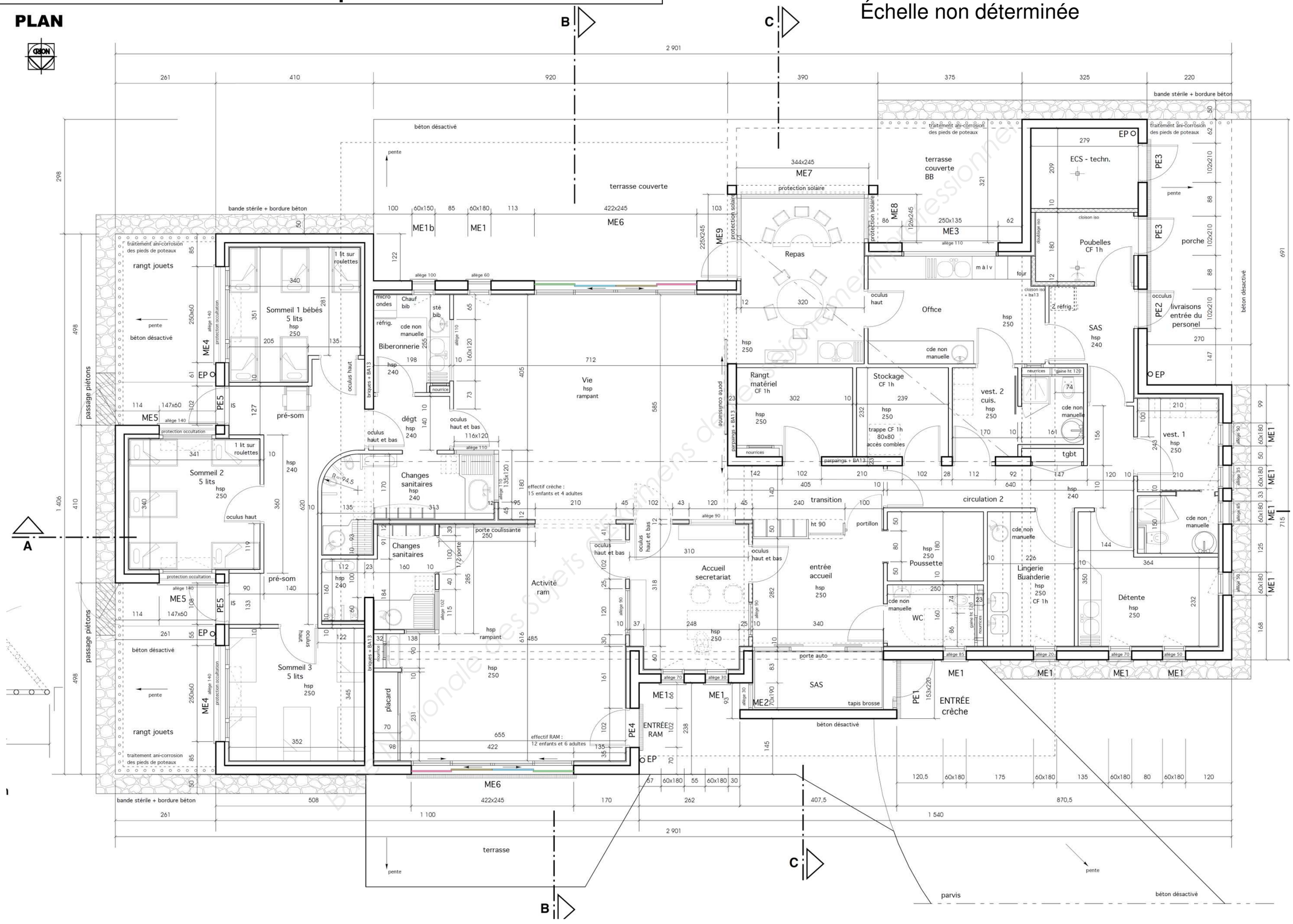
Équipements : chauffage par Pompe À Chaleur (P.A.C.) Air/eau électrique.



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DT 1 : Vue en plan du RDC

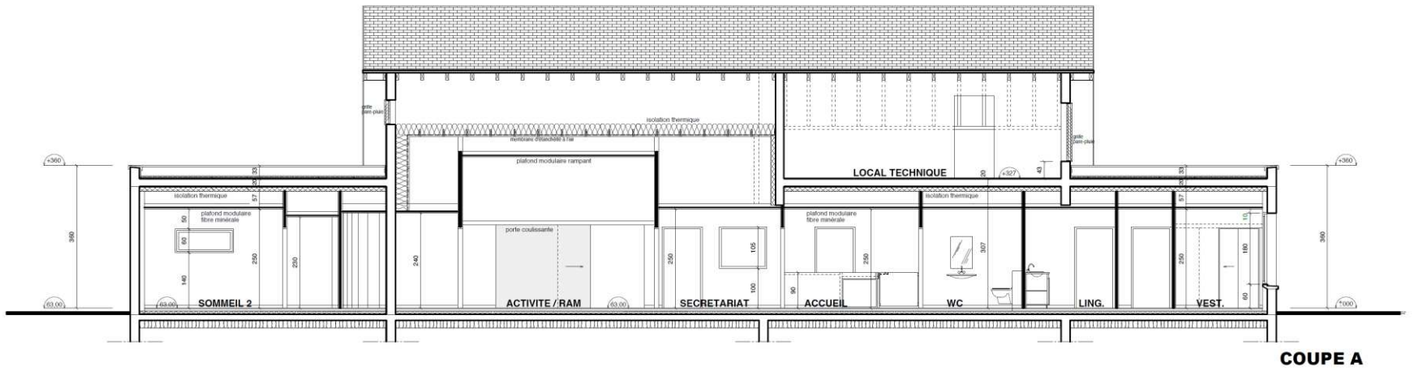
Échelle non déterminée



Bien entendu, les sujets de concours ne sont pas officiels

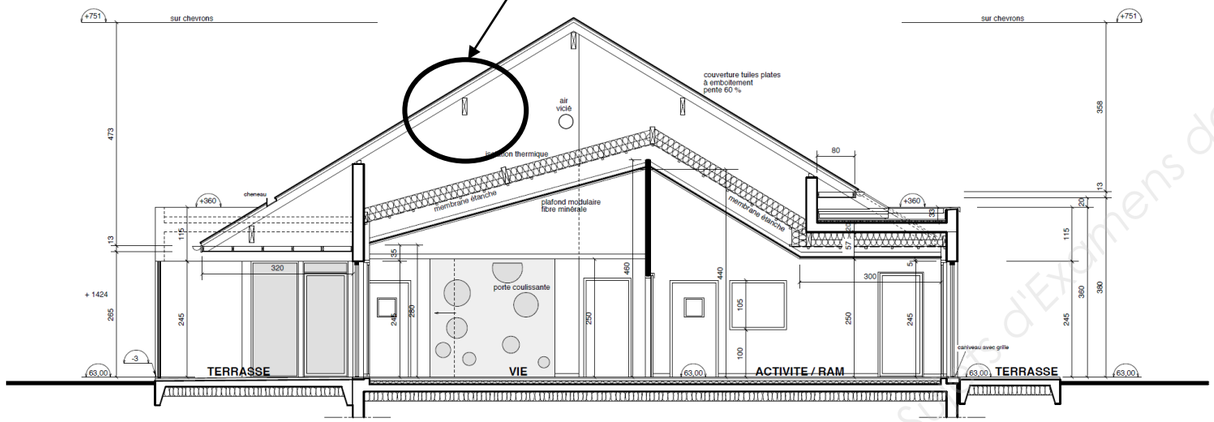
DT 2 : Coupes et façades

Échelles non déterminées

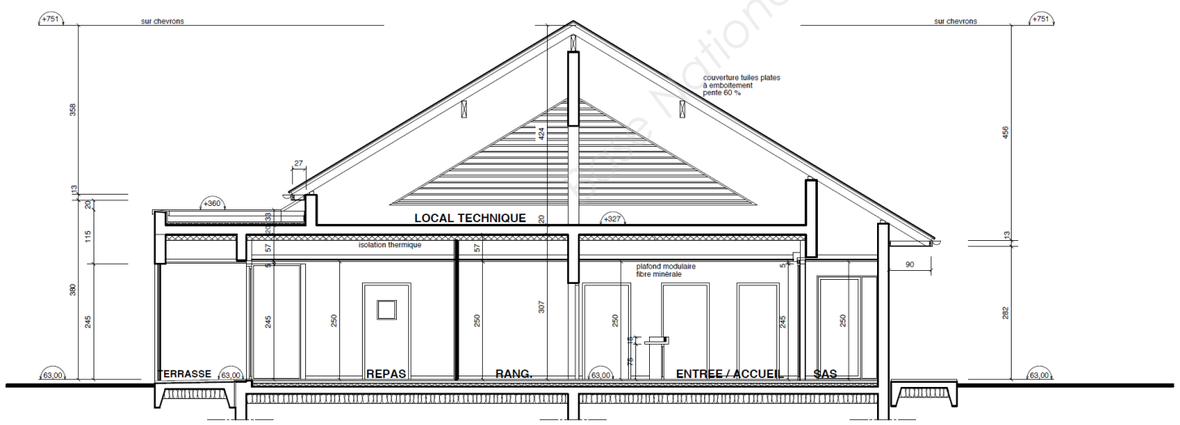


COUPE A

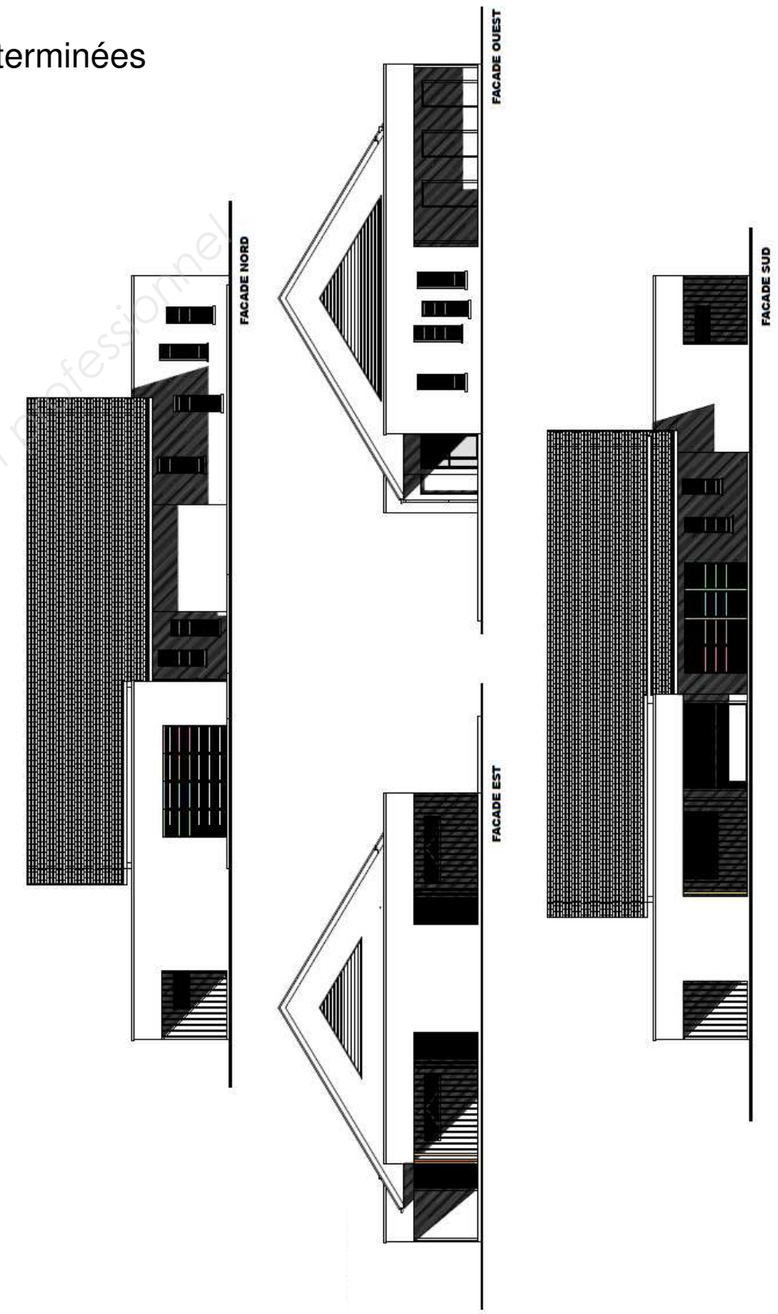
Étude A



COUPE B



COUPE C



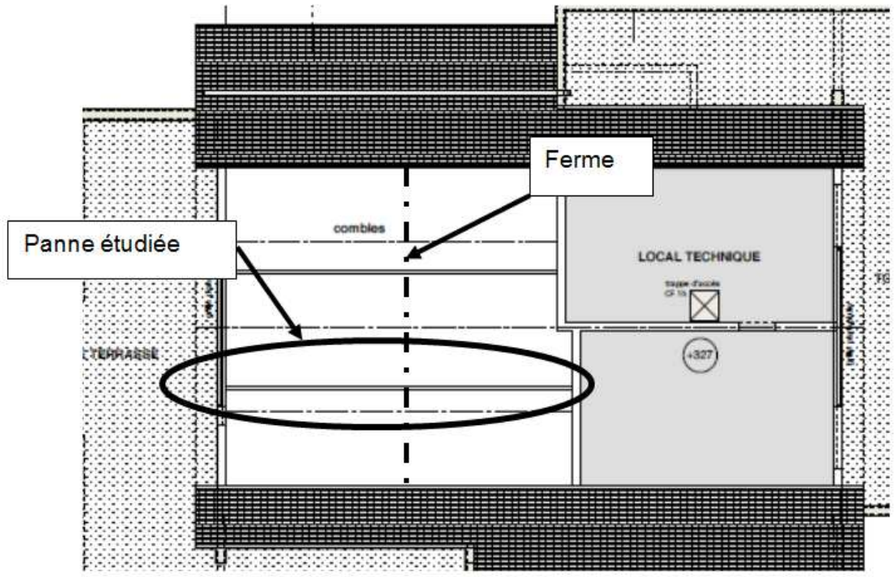
Propriété Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

SUJET

Étude A : Structures / Étude des pannes en bois massif

A-1/ Étude mécanique de la panne de section 100 x 220 mm

- **<u>Données nécessaires à la réalisation de l'étude :</u>**
  - **Localisation et description de la panne intermédiaire :**



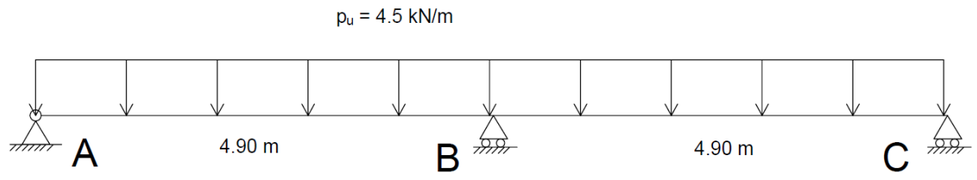
- la panne étudiée repose sur 3 appuis : un mur extérieur, un mur de refend et une ferme pour l'appui central,
- les travées, de longueurs identiques, sont fixées à 4,90 m,
- la panne reprend une largeur de toiture de 3,15 m, cote horizontale,
- la pente de la toiture est de 60 %.

  - **Charges à considérer :**
    - Panne en bois massif : 6,0 kN/m^3,
    - Chevrons (charge à répartir uniformément sur la panne) :
      - Chevrons en bois massif : 6,0 kN/m^3,
      - Section : 60 x 80 (mm x mm),
      - Espacement : 60 cm,
    - Couverture en tuiles plates à emboitement sur liteaux : 0,45 kN/m^2,
    - Neige : 0,36 kN/m^2 horizontal.
  - **Annexe A1 : Formulaire de RDM.**

A-1.1/ Déterminer les charges réparties permanentes g et variables q appliquées sur la panne.

A-1.2/ Déterminer la charge répartie p_u à l'ELU appliquée sur la panne.

Pour la suite, on prendra comme modélisation de la panne :



A-1.3/ En appliquant le théorème des trois moments, déterminer le moment fléchissant sur l'appui central.

A-1.4/ **Sur le Document Réponse DR A1**, tracer les diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissants, en donnant les valeurs caractéristiques.
Vous prendrez comme actions de liaison :

- $Y_A = Y_C = 8{,}27$ kN ;
- $Y_B = 27{,}56$ kN.

A-2/ Vérification de la section de la panne

- **<u>Données nécessaires à la réalisation de l'étude</u> :**
  - **Altitude du projet : 53 m,**
  - **Caractéristiques de la panne :**
    - Classe de résistance de la panne en bois : C27,
    - Durée d'application des charges à considérer : court terme,
    - Classe de service : 2,
    - Panne sans contreflèche : $W_c = 0$,
  - **Moment à l'ELU sur appui intermédiaire : Med= - 13,5 kN.m,**
  - **Annexe A1 : Formulaire de RDM,**
  - **Annexe A2 : Extraits de l'EUROCODE 5.**

Vérification de la résistance

A-2.1/ À partir des données fournies et de l'extrait de l'EC5, vérifier que la panne est correctement dimensionnée à l'ELU vis-à-vis des contraintes normales.

Vérification des déformations

- **Déformations instantanées**

Une étude a permis de déterminer la flèche (en valeur absolue) en travée engendrée par les charges de neige : $W_{inst}(S) = 4{,}0$ mm.

A-2.2/ Vérifier que la panne est correctement dimensionnée vis-à-vis des déformations instantanées dues à la neige.

- **Déformations à long terme**

Pour la suite, une étude a permis de déterminer la flèche (en valeur absolue) à mi-travée engendrée par les charges permanentes : $W_{inst}(G) = 7{,}2$ mm.

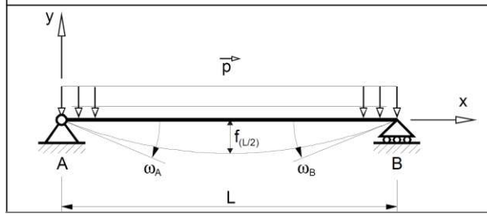
A-2.3/ Calculer la flèche à mi-travée à long terme : $W_{net,fin.}$

A-2.4/ Vérifier que la panne est correctement dimensionnée vis-à-vis des déformations à long terme.

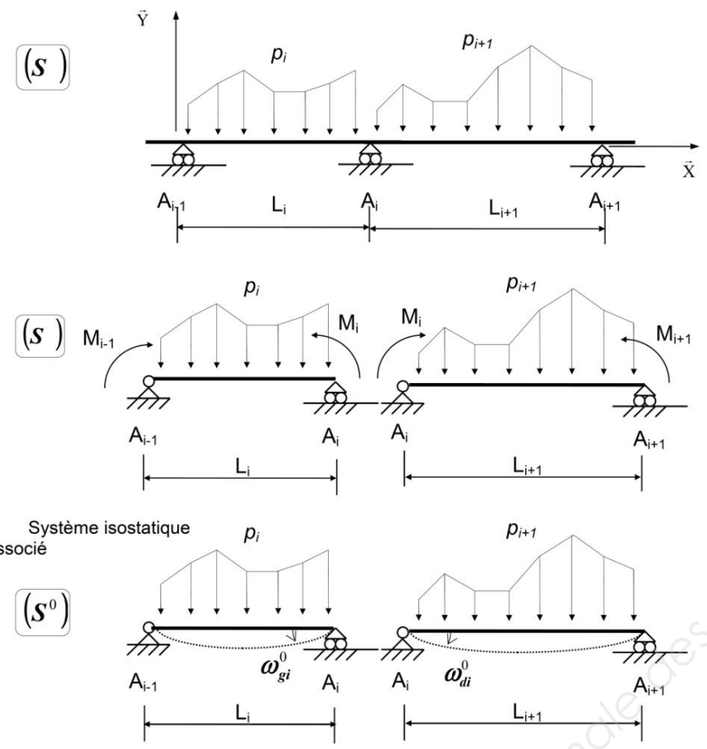
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe A1 : Formulaire de RDM

POUTRE ISOSTATIQUE SUR 2 APPUIS : VALEURS DES ROTATIONS

Schéma mécanique	Rotation aux appuis
	$\omega_A = -\frac{pL^3}{24EI}$ $\omega_B = \frac{pL^3}{24EI}$

THÉORÈME DES 3 MOMENTS : FORMULE DE CLAPEYRON



Formule de Clapeyron avec EI = constante :

$$L_i M_{i-1} + 2M_i(L_i + L_{i+1}) + L_{i+1}M_{i+1} = 6EI(\omega_{di}^0 - \omega_{gi}^0)$$

MOMENT QUADRATIQUE D'UNE SECTION RECTANGULAIRE :

$$I_{Gz} = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Avec : b : Base de la section

h : Hauteur de la section

CONTRAINTE NORMALE MAXIMALE DANS LA SECTION LA PLUS SOLLICITÉE EN FLEXION SIMPLE :

$$\sigma_{max} = \frac{|M_{zmax}|}{I_{Gz}} \times \frac{h}{2}$$ Avec :

- M_{zmax} : Moment maximum de flexion,
- I_{Gz} : Moment quadratique suivant l'axe Gz,
- σ_{max} : Contrainte normale maximale.

Annexe A2 : Extraits de l'EUROCODE 5

TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES ET PHYSIQUES DU BM (BOIS MASSIF TYPE RÉSINEUX)

		C 18	C 22	C 24	C 27	C 30
Propriétés de résistance en N/mm²						
Flexion	$f_{m,k}$	18	22	24	27	30
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	11	13	14	16	18
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	18	20	21	22	23
Cisaillement	$f_{v,k}$	2,0	2,4	2,5	2,8	3,0
Propriétés de rigidité en kN/mm²						
Module moyen d'élasticité axial	$E_{0,moyen}$	9	10	11	11,5	12
Module moyen de cisaillement	G_{moyen}	0,56	0,63	0,69	0,75	0,75

COMBINAISON D'ACTIONS

- À l'ELS : g + q
- À l'ELU : 1,35 g + 1,5 q

TABLEAU DONNANT LA VALEUR DU COEFFICIENT Ψ2

Action variable considérée		Ψ2
Charges d'exploitation	Cat. A : Habitations	0,3
	Cat. B : Bureaux	0,3
	Cat. C : Lieux de réunion	0,6
	Cat. D : Commerce	0,6
	Cat. E : Stockage	0,8
	Cat. F : Circulation véhicules < 30kN	0,6
	Cat. G : Circulation véhicules > à 30kN et < à 160kN	0,3
	Cat. H : Toits	0,0
Charges de neige	Altitude ≤ 1000 m	0,0
	Altitude > 1000 m	0,2

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Calculs à l'ELU : Vérification simplifiée des contraintes normales selon l'EUROCODE 5 pour une poutre en flexion simple

Critère de résistance d'une section par rapport aux contraintes normales : $\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

- $\sigma_{m,d}$: Contrainte normale maximale de calcul en flexion (sur les fibres extrêmes) engendrée par le moment de flexion *M* à l'ELU.
- $f_{m,d}$: Résistance de calcul à la flexion du bois : $f_{m,d} = K_h \times K_{mod} \times \frac{f_{m,k}}{\gamma_m}$
- $f_{m,k}$: Résistance caractéristique à la flexion du bois.
- γ_m : Coefficient partiel de propriété du matériau pour le bois à l'ELU

Coefficient partiel de sécurité sur les résistances γ_M		
MATÉRIAUX	Bois massif	1,30
	Lamellé collé	1,25

- K_{mod} *:* Coefficient modificatif pour classes de service et classes de durée de charges

Matériau	**Classe de durée des charges**	Classe de service		
		1	2	3
		K_{mod}		
BM : Bois Massif et LC : Lamellé Collé	Permanente	0,60	0,60	0,50
	Long terme	0,70	0,70	0,55
	Moyen terme	0,80	0,80	0,65
	Court terme	0,90	0,90	0,70
	Instantanée	1,10	1,10	0,90

Nota : Lorsque dans une combinaison, on a des charges de durée variable, on prend le coefficient K_{mod} de la plus faible durée.

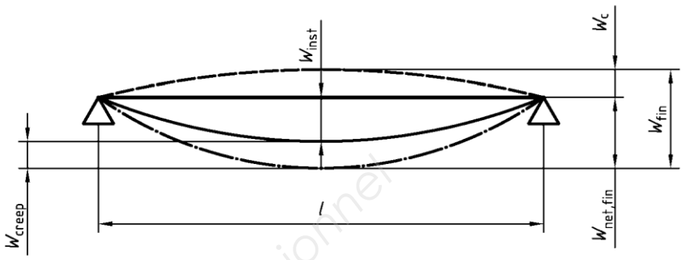
- K_h *:* Coefficient modificatif tenant compte de la hauteur de la poutre.

Pour le bois massif :

- Si h ≥ 150 mm $K_h = 1$
- Si h ≤ 150 mm $K_h = \min(1.3\ ;\ (150/\mathrm{h})^{0.2})$

Calculs à l'ELS : Vérification vis-à-vis des déformations

Notations et définitions



- W_c *:* *Contreflèche, si elle existe.*
- W_{inst} *:* *Flèche instantanée.*
- W_{creep} *:* *Flèche différée due au fluage sous charges permanentes ou quasi permanentes.*
- W_{fin} *:* *Flèche finale* ***$W_{fin} = W_{inst} + W_{creep}$***
- $W_{net,fin}$: *Flèche résultante finale* ***$W_{net,fin} = W_{inst} + W_{creep} - W_c$***

Dans le cas d'éléments sans contreflèche : ***$W_{net,fin} = W_{fin}$***

Détermination des différentes flèches

- **flèches instantanées :**
  - $W_{inst}(G)$ *:* Flèche instantanée due aux charges permanentes.
  - $W_{inst}(Q)$ *:* Flèche instantanée due aux charges variables (Exploitation, neige, vent).

- **flèches différées dues au fluage :**
  La déformation du bois sous l'effet des charges permanentes s'accroît avec le temps, c'est le phénomène de fluage. On calculera la flèche due au fluage notée W_{creep} uniquement pour les charges permanentes ou quasi-permanentes de la manière suivante :
  - ***Actions permanentes :*** $W_{creep}(G) = K_{def} \times W_{inst}(G)$
  - ***Charges de neige :*** $W_{creep}(S) = K_{def} \times \Psi_2 \times W_{inst}(S)$
  - ***Charges d'exploitation :*** $W_{creep}(Q) = K_{def} \times \Psi_2 \times W_{inst}(Q)$

- $\mathbf{K_{def}}$ *:* Coefficient prenant en compte l'augmentation de la déformation en fonction de la classe de service.

Matériau	Classe de service		
	1	2	3
BM : Bois Massif LC : Lamellé Collé	**K_{def}**		
	0,6	***0,8***	***2,0***

Tableau donnant les valeurs des flèches admissibles dans les différents cas :

	Bâtiments courants			Bâtiments agricoles et similaires		
	$W_{inst}(Q)$	$W_{net,fin}$	W_{fin}	$W_{inst}(Q)$	$W_{net,fin}$	W_{fin}
Chevrons	-	$l/150$	$l/125$	-	$l/150$	$l/100$
Éléments structuraux	$l/300$	$l/200$	$l/125$	$l/200$	$l/150$	$l/100$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Étude B : Plomberie

B-1/ Étude de la distribution de la nourrice 2

➢ **<u>Données nécessaires à la réalisation de l'étude</u> :**
- **Annexe B2 : Extrait du CCTP Plomberie.**
- **Annexe B3 : Extrait du DTU 60.11.**
- **Tableau donnant les diamètres commerciaux des canalisations en cuivre :**

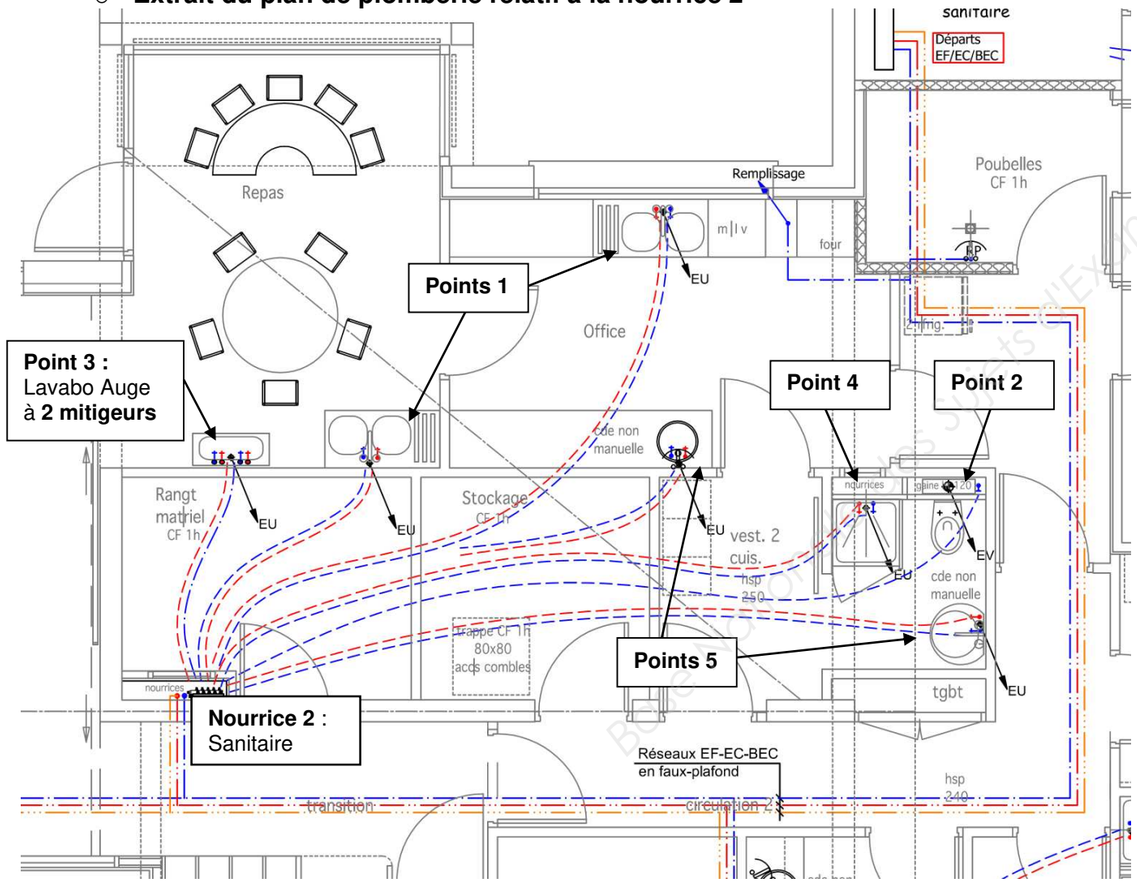
Diamètre extérieur x épaisseur

Longueur en mètres	Ø 8x1 mm*	Ø 10x1 mm	Ø 12x1 mm	Ø 14x1 mm	Ø 15x1 mm	Ø 16x1 mm	Ø 18x1 mm	Ø 22x1 mm	Ø 28x1 mm	Ø 32x1 mm**	Ø 35x1 mm
4		x							x	x	
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Longueur en mètres	Ø 40x1 mm	Ø 42x1 mm	Ø 42x1,2 mm	Ø 52x1 mm**	Ø 54x1 mm	Ø 54x1,2 mm	Ø 54x1,5 mm	Ø 64x2 mm	Ø 76,1x2 mm	Ø 88,9x2 mm	Ø 108x2,5 mm
4	x	x									
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

* dimension non certifiée NF, mais conforme à la norme EN1057
** dimensions non normalisées

- **Extrait du plan de plomberie relatif à la nourrice 2**

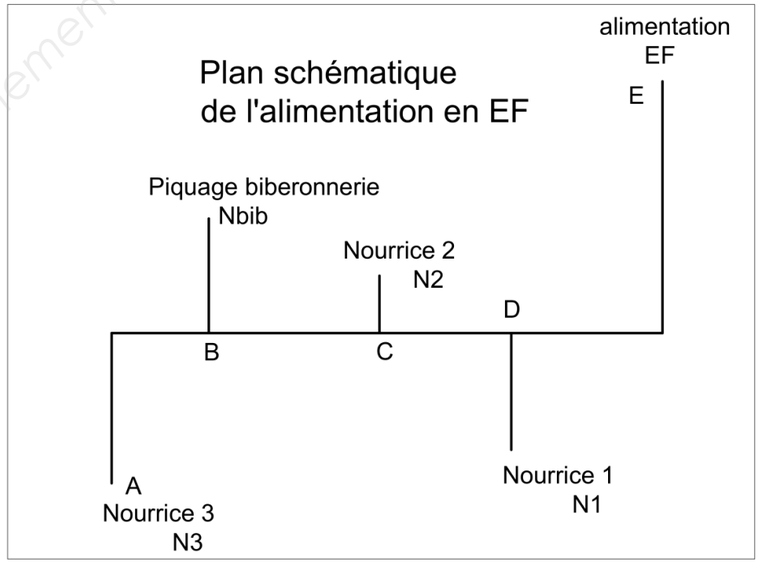


B-1.1/ Recenser, **sur le Document Réponse DR B1**, les appareils alimentés par la nourrice 2, avec leur nombre, les coefficients, les débits et le diamètre intérieur minimum d'alimentation des différents appareils en justifiant la méthode utilisée. En déduire les diamètres commerciaux à mettre en place.

B-1.2/ **Sur le Document Réponse DR B1**, déterminer le débit en Eau Froide (EF) théorique de la nourrice 2, sans tenir compte de la simultanéité.

B-2/ Étude de l'alimentation des nourrices

➢ **<u>Données nécessaires à la réalisation de l'étude :</u>**
- **Annexe B1 : Plan de plomberie.**
- **Annexe B2 : Extrait du CCTP Plomberie.**
- **Annexe B3 : Extrait du DTU 60.11.**
- **Tableau donnant les diamètres commerciaux des canalisations en cuivre (voir partie B-1).**
- **Plan schématique de l'alimentation en EF.**



B-2.1/ Le réseau général de distribution d'eau est constitué de 3 canalisations. En vous basant sur le CCTP, justifier ce type de distribution et comparer avec une distribution à deux canalisations.

B-2.2/ **Sur le Document Réponse DR B2**, à partir des extraits du DTU, déterminer le débit attendu en EF de chaque nourrice.
<u>Donnée</u> : Les nourrices 1 et 2 contrairement aux nourrices 3 et biberonnerie sont soumises aux hypothèses de simultanéité du DTU 60.11 chapitre 3.2.2.

B-2.3/ **Sur le Document Réponse DR B3**, déterminer le débit attendu dans chaque tronçon pour l'alimentation en EF.
<u>Donnée</u> : La somme des coefficients des appareils est supérieure à 15 pour la nourrice 3.

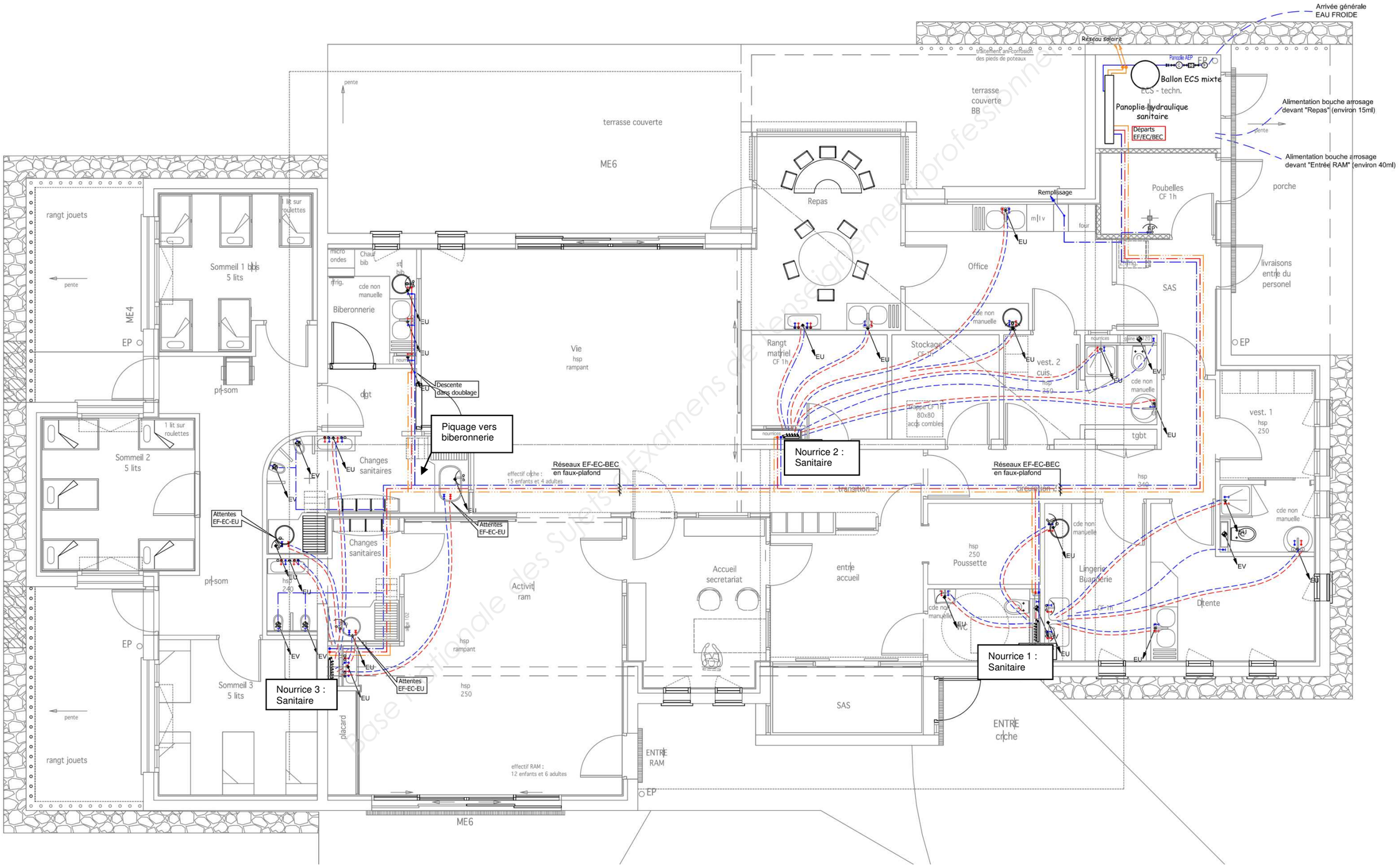
B-2.4/ **Sur le Document Réponse DR B3,** déterminer le diamètre intérieur minimal et commercial de l'alimentation en EF sur l'ensemble des tronçons.
<u>Donnée</u> : D'après le CCTP, la vitesse de circulation dans les tuyaux doit être de 1,5 m/s.

Banque Nationale de Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe B1 : Plan de plomberie

PLAN

Échelle non déterminée



Base nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe B.2 : Extrait du CCTP Plomberie

III-3.5 Distributions eau froide, eau chaude sanitaire, bouclage ECS

Les tuyauteries de distribution EF, EC passeront en encastré sous fourreaux, en apparent, dans les gaines techniques et les faux plafonds ; elles seront réalisées en tubes cuivre écroui posées sur supports anti-vibratiles démontables pour les parties apparentes, et tubes PER fourreautés en encastré.

Les tuyauteries eau froide et chaude circulant dans les faux plafonds, zones non chauffées et zones à risques de condensation, seront calorifugées par manchons caoutchouc isolants de 13 mm d'épaisseur, marque ARMAFLEX ou équivalent.

Il sera prévu une vanne d'arrêt sur réseaux EF et EC par groupe de sanitaires. Il devra être possible d'isoler individuellement chaque groupe de sanitaires sans neutraliser les autres. Toutes les vannes seront équipées de clapets anti-retour intégrés marque, THERMODOR BALL-STOP ou équivalent. Le raccordement des robinetteries aux appareils sera réalisé au moyen de flexibles tresses en PEX.

Les nourrices sanitaires seront préfabriquées, de type GIACOMINI ou équivalent, et seront posées dans des gaines techniques.

La température de stockage ECS sera calée à 65°C pour éviter tout risque de formation de légionellose.

La température de distribution ECS sera calée à 60°C pour éviter tout risque de formation de légionellose.

III-3-6 – Bouclage ECS

Les tuyauteries de distribution BECS passeront dans les gaines techniques et les faux plafonds ; elles seront réalisées en tubes cuivre écroui et posées sur supports anti-vibratiles démontables pour les parties apparentes, et tubes PER disposant d'un avis technique en encastré.

Les tuyauteries BECS circulant dans les faux plafonds, zones non chauffées, seront calorifugées par manchons caoutchouc isolants de 13 mm d'épaisseur, marque ARMAFLEX ou équivalent.

Le réseau eau chaude sanitaire sera bouclé au moyen d'une pompe de marque SALMSON ou GRUNDFOS ou équivalent, y compris vannes d'isolement, clapets anti-retour, thermomètres.

Ce bouclage devra être efficace de manière à obtenir un retour de bouclage à T° 55°C minimum en tout point du réseau ECS.

Le bouclage ECS sera seulement réalisé sur les nourrices ; capacité des antennes non bouclées, en aval des nourrices, < 3 litres.

III-3.7 Appareils sanitaires

La robinetterie sera obligatoirement NF et possèdera un classement acoustique EAU.

Le présent lot aura à sa charge la fourniture et la pose des renforts à mettre en place dans les cloisons légères pour supporter ces appareils.

La robinetterie sera de type mélangeur ou mitigeur à disques céramique, suivant la destination des locaux. Les appareils seront de marque PORCHER, JACOB DELAFON, ALLIA, IDÉAL STANDARD ou équivalent. Les appareils seront prévus conformément aux plans de distribution architecte.

Chaque mitigeur sera équipé de :

- **flexibles d'alimentation ;**
- **limiteur de température ;**
- **limiteur de débit ;**
- **clapets anti-retour sur eau froide et eau chaude.**

Cuvette WC enfants

En porcelaine vitrifiée à robinet de chasse, de 38 x 27 cm, Hauteur 24 cm.

Localisation : changes.

WC suspendu handicapé

Cuvette suspendue avec réservoir de chasse encastré, abattant sans couvercle, bâti support métallique.

Localisation : WC handicapé.

WC suspendu

Cuvette suspendue avec réservoir de chasse encastré, abattant, bâti support métallique.

Localisation : vestiaires 1 et 2.

Cabine de Douche

Cabine de douche 70 x 70, 1 paroi fixe et 1 porte battante entièrement équipée.

Localisation : vestiaires 1 et 2.

Lavabo Auge

Lavabo auge de marque PORCHER type THOIRY 90 cm ou équivalent.

- Équipement : 2 mitigeurs.

Localisation : repas, change et activité.

Évier 2 bacs à encastrer

Plan vasque au lot Menuiserie.

Marque BENTHOR ou équivalent, 2 cuves et 1 égouttoir.

- Équipement : 1 mitigeur.
- Dimensions : Long. 120 x larg. 50 cm.

Localisation : biberonnerie, détente, office, repas.

Lavabo autoportant

Lavabo de marque ALLIA type PRIMA ou équivalent.

- Équipement : 1 mitigeur.
- Dimensions : 650 x 500.

Localisation : vestiaires 1 et 2.

Cuve à encastrer

Cuve de marque PORCHER type LABORATOIRE ou équivalent.

- Équipement : 1 mitigeur.
- Dimensions : 45 x 45 x 34,5.

Localisation : lingerie.

Vasque à encastrer

Vasque de marque ALLIA type PRIMA ou équivalent.

- Équipement : 1 mitigeur.
- Dimensions : 650 x 500.

Localisation : lingerie, Office, biberonnerie.

Lavabo autoportant (valable pour PMR)

Vasque de marque ALLIA ou équivalent et permettant un accès libre dessous de 70 x 60 x 30.

- Équipement : 1 mitigeur.
- Dimensions : 650 x 500.

Localisation : WC.

Base de correction de des sujets d'examen professionnel

Annexe B.3 : Extrait du DTU 60.11

3.2 Méthode générale
Cette méthode concerne les réseaux d'eau froide et d'eau chaude sanitaire.
3.2.1 Débits
3.2.1.1 Généralités
Les diamètres des tuyauteries d'alimentation sont choisis en fonction du débit qu'elles ont à assurer aux différents points d'utilisation, de leur longueur, de la hauteur de distribution et de la pression minimale au sol dont on dispose.
Le Tableau 1 indique les débits minimaux (en l/s) à prendre en considération pour le calcul des installations d'alimentation, ainsi que les diamètres intérieurs minimums (en mm) des canalisations d'alimentation des appareils pris individuellement.

Tableau 1 :
Débits minimaux et diamètres intérieurs minimums des canalisations.

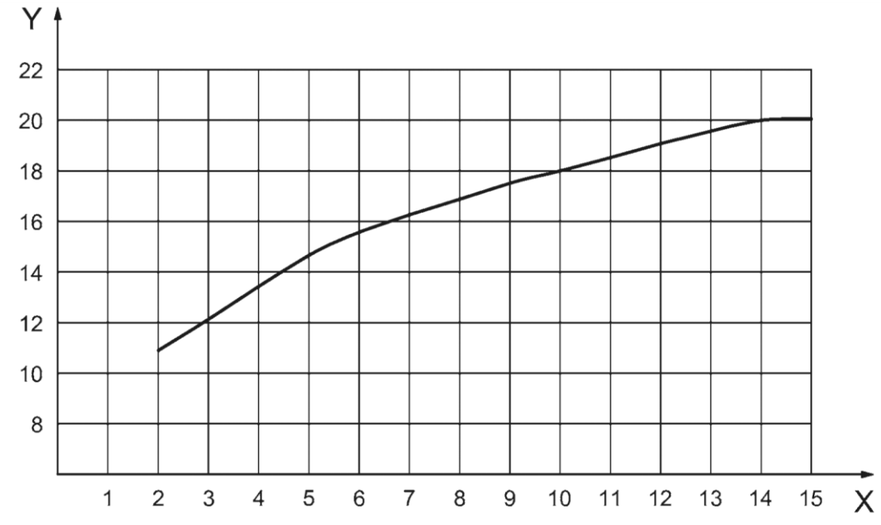
Désignation de l'appareil	Q_{min} de calcul en l/s	Diamètres intérieurs minimums des canalisations d'alimentation (mm)
Évier	0,20	12
Lavabo	0,20	10
Bidet	0,20	10
Baignoire	0,33	13
Douche	0,20	12
Poste d'eau robinet ½	0,33	12
Poste d'eau robinet ¾	0,42	13
WC avec réservoir de chasse	0,12	10
WC avec robinet de chasse	1,50	Au moins le diamètre du robinet
Urinoir avec robinet individuel	0,15	10
Urinoir à action siphonique	0,50	Au moins le diamètre du robinet
Lave mains	0,10	10
Bac à laver	0,33	13
Machine à laver le linge	0,20	10
Machine à laver la vaisselle	0,10	10
Machine industrielle ou autre appareil	Se conformer à l'instruction du fabricant	
Cabines multi jets et les appareils à brassage	Se conformer à l'instruction du fabricant	

3.2.1.2 Installations individuelles
Chaque appareil individuel est affecté d'un coefficient suivant le Tableau 2. La somme des coefficients permet avec le graphique de la Figure 1 de déterminer le diamètre minimal d'alimentation du groupe d'appareils, à partir de deux appareils.
Lorsque le total des coefficients est supérieur à 15, il y a lieu de calculer, comme pour les parties collectives, selon les dispositions du 3.2.1.3.

Tableau 2 :
Coefficients pour les appareils individuels.

Appareils		Coefficients
WC (avec réservoir de chasse), lave mains, urinoir		0,5
Bidet, WC (à usage collectif), machine à laver le linge ou la vaisselle		1
Lavabo		1,5
Douche, poste d'eau		2
Évier		2,5
Baignoire	≤ 150 l de capacité	3
	> 150 l de capacité	3 + 0,1 par tranche de 10 litres supplémentaires

Figure 1 :
Diamètre intérieur minimal d'alimentation en fonction du nombre d'appareils
Installations individuelles.



Légende

x coefficient fonction du nombre d'appareils
y diamètre intérieur minimum (mm)

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

3.2.1.3 Installations collectives

Pour toute installation collective ou pour une installation individuelle pour laquelle le total des coefficients définis au 3.2.1.2 est supérieur à 15, il est nécessaire de calculer ces diamètres selon la formule de Colebrook.

…

L'abaque de la Figure 2 permet de déterminer graphiquement ces valeurs.

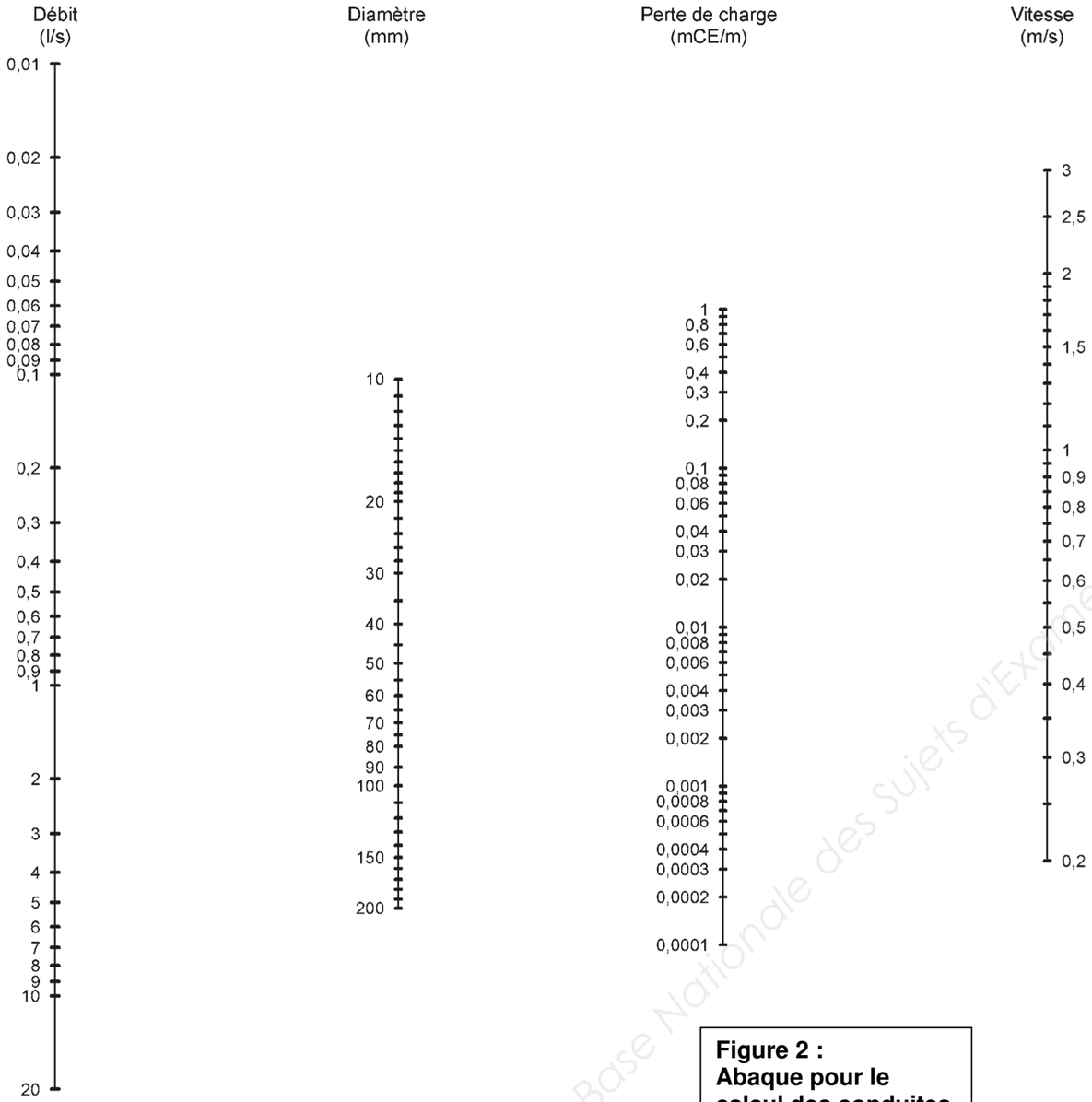


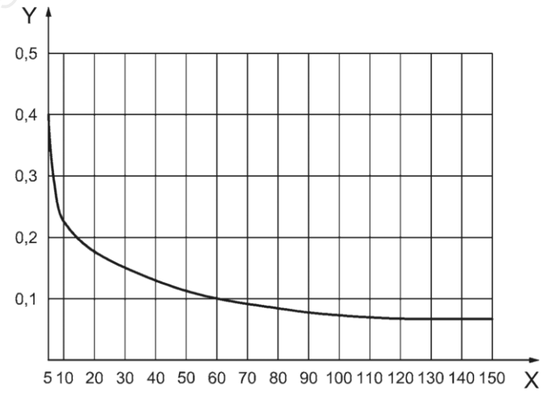
Figure 2 :
Abaque pour le calcul des conduites d'eau froide.

3.2.2 Hypothèses de simultanéité pour le calcul des débits d'alimentation des parties collectives

Les hypothèses de simultanéité indiquées ci-après sont faites pour le calcul des débits d'alimentation :

- appareils autres que robinets de chasse : le débit servant de base au calcul du diamètre d'une canalisation est obtenu en multipliant la somme des débits des appareils (indiqués au Tableau 1) par un coefficient donné par le graphique et la formule ci-dessous, en fonction du nombre d'appareils. Toutefois, lorsqu'il est prévu une alimentation pour une ou plusieurs machines à laver, il n'est pris en compte qu'une seule de ces machines dans le calcul de la somme des débits des appareils ;
- robinets de chasse : les robinets de chasse, ne fonctionnant que pendant quelques secondes, ne sont pas comptabilisés dans le calcul au même titre que les autres appareils. Il y a lieu de considérer pour ces robinets de chasse :
  - pour 3 robinets installés : 1 seul robinet en fonctionnement ;
  - pour 4 à 12 robinets installés : 2 robinets en fonctionnement ;
  - pour 13 à 24 robinets installés : 3 robinets en fonctionnement ;
  - pour 25 à 50 robinets installés : 4 robinets en fonctionnement ;
  - pour plus de 50 robinets installés : 5 robinets en fonctionnement.

Le débit ainsi obtenu pour les robinets de chasse est à ajouter à la somme des débits obtenus pour les autres appareils après application du coefficient de simultanéité selon la courbe de la Figure 3 :



Légende

x nombre d'appareils installés

y coefficient de simultanéité

Figure 3 :
Coefficient de simultanéité en fonction du nombre d'appareils installés - Parties collectives.

Cette courbe correspond à la formule :

$$y = \frac{0,8}{\sqrt{x - 1}}$$

- Cette formule est valable pour x > 5.
- Pour x ≤ 5, se reporter au 3.2.1.2.
- Cette formule reste valable pour x > 150.

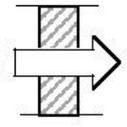
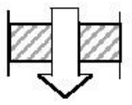
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Étude C : Vérification vis-à-vis de la RT 2012

C-1/ Calcul des déperditions à travers les parois du bâtiment

- **Données nécessaires à la réalisation de l'étude :**
  - **Constitution de la toiture Terrasse :**
    - COMPLEXE D'ÉTANCHÉITÉ de type bicouche élastomère d'épaisseur 3 mm, posé en semi-indépendante : R = 0,05 (m².K)/W.
    - ISOLANT THERMIQUE face extérieure en panneaux de mousse rigide de polyuréthanne d'une épaisseur de 170 mm : R = 7,25 (m².K)/W.
    - PLANCHER HOURDIS creux de béton avec poutrelles précontraintes et dalle de compression de type 16 + 4 cm : R = 0,17 (m².K)/W.
    - ISOLANT THERMIQUE en sous-face du plancher hourdis en laine de laine de verre d'épaisseur 80 mm et de conductivité thermique 0,040 W/(m.K), posé avec un pare vapeur.
    - PLAFOND en plaques de parement en plâtre de type BA13 de conductivité thermique 0,25 W/(m.K), suspendues à une ossature métallique.

  - **Tableau donnant les Rse et Rsi :**

Paroi donnant sur : – l'extérieur – un passage ouvert – un local ouvert(2)	R_{si} m².K/W	R_{se}(1) m².K/W	$R_{si}+R_{se}$ m².K/W
Paroi verticale Flux horizontal 	0.13	0.04	0.17
Flux ascendant	0.10	0.04	0.14
Paroi Horizontale Flux descendant 	0.17	0.04	0.21

(1) Si la paroi donne sur un volume non chauffé, Rsi s'applique des deux côtés

(2) Un local est dit ouvert si le rapport de la surface totale des ses ouvertures permanentes sur l'extérieur, à son volume, est égal ou supérieur à 0.005 m²/m³. Ce peut être le cas, par exemple, d'une circulation à l'air libre, pour des raisons de sécurité contre l'incendie.

  - **Formulaire pour une paroi extérieure :**

Résistance thermique d'une couche homogène	$R=\frac{e}{\lambda}$	m².K/W
Densité de flux de chaleur d'une couche homogène	$\varphi=\lambda\frac{\Delta T}{e}$	W/m²
Résistance thermique d'une paroi multicouche	$R=\sum_{1}^{n}\frac{e_i}{\lambda_i}$	$\varphi=\frac{\Delta T}{R}$

  - **Annexe C : Extraits de l'arrêté du 26 octobre 2010 « RT 2012 »**

C-1.1/ Calculer le coefficient de transmission thermique U_{TT} exprimé en W/(m².K) de la toiture-terrasse.

C-1.2/ **Sur le Document Réponse DR C1** ; compléter la coupe de la toiture-terrasse en indiquant les différents matériaux et leur épaisseur respective.

C-1.3/ Calculer les températures aux interfaces en régime permanent, dans la paroi, dans le cas de températures intérieures et extérieures respectivement de 19°C et -5°C, puis **sur le Document Réponse DR C1,** les représenter.

- **Données nécessaires à la réalisation de l'étude :**
  - **Caractéristiques de la menuiserie FE03**
    - Dimensions : 5,40 x 2,40 m.
    - Déperditions thermiques de la menuiserie : U_w = 1,25 W/(m².K)
    - Déperditions linéiques dues à l'appui de la menuiserie : Ψ = 0,07 W/(m.K)
  - **Extrait du fascicule permettant le calcul des déperditions permettant la prise en compte de ponts thermiques structurels dus à l'appui de la menuiserie.**
    - $U_e = U_w + \frac{l\times\Psi}{A}$ avec : A : Surface de la menuiserie
      Ψ : Pont thermique structurel
      l : Longueur du pont thermique structurel

C-1.4/ Calculer le coefficient de transmission thermique U_e exprimé en W/ (m².K) de la menuiserie FE03 en tenant compte des ponts thermiques structurels dus à l'appui de la menuiserie.

- **Données nécessaires à la réalisation de l'étude :**
  - **Document réponse DR C2 : Tableau des déperditions à compléter.**

C-1.5/ **Sur le Document Réponse DR C2,** calculer les déperditions totales du bâtiment en W/K.

C-1.6/ **Sur le Document Réponse DR C2,** calculer les déperditions moyennes du bâti à travers les parois déperditives en W/(m².K).

C-2/ Vérification de la RT2012

- **Données nécessaires à la réalisation de l'étude :**
  - **Document Réponse DR C3 : Tableau consommation C_{ep} du bâtiment à compléter.**
  - **Valeur de correspondance Énergie Primaire / Énergie Finale = 2,58**
  - **Annexe C : Extraits de l'arrêté du 26 octobre 2010 « RT 2012 »**

C-2.1/ Vérifier que l'article 19 de l'arrêté du 26 octobre 2010 vis-à-vis du ratio de transmission thermique linéique moyen global, RatioΨ est respecté.

C-2.2/ **Sur le Document Réponse DR C3,** déterminer la valeur du coefficient C_{ep}.

C-2.3/ Calculer la valeur de C_{epmax}. Conclure.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe C : Extraits de l'arrêté du 26 octobre 2010 « RT 2012 »

Art. 19

Le ratio de transmission thermique linéique moyen global, RatioΨ, des ponts thermiques du bâtiment n'excède pas 0,28 W/(m^2_{SRT}.K).

Ce ratio est la somme des coefficients de transmission thermique linéiques multipliés par leurs longueurs respectives, pour l'intégralité des ponts thermiques linéaires du bâtiment, dus à la liaison d'au moins deux parois, dont l'une au moins est en contact avec l'extérieur ou un local non chauffé.

Sur justification écrite du maître d'ouvrage, ce ratio maximal peut être porté à 0,5 W/(m^2_{SRT}.K) dans le cas où l'application de l'article R. 112-1 ou des articles R. 121-1 à R. 123-55 du code de la construction et de l'habitation conduirait à l'absence de technique disponible permettant de traiter les ponts thermiques des planchers bas et/ou intermédiaires.

De plus, le coefficient de transmission thermique linéique moyen des liaisons entre les planchers intermédiaires et les murs donnant sur l'extérieur ou un local non chauffé, Ψ9 n'excède pas 0,6 W/(ml.K).

NOTE : La réforme du droit de l'urbanisme, instaurée par l'ordonnance n° 2011-1539 du 16 novembre 2011, a unifié et simplifié la définition des surfaces de plancher en substituant la surface hors œuvre brute (SHOB) et la surface hors œuvre nette (SHON) par une seule et unique surface dite "surface de plancher".

Titre II : Expression des exigences de performance énergétique

Art. 11

Pour tous les bâtiments ou parties de bâtiment, à la date d'entrée en vigueur du décret n° 2010-1269 du 26 octobre 2010 susvisé, à l'exception des bâtiments collectifs d'habitation ayant fait l'objet d'une demande de permis ou d'une déclaration préalable déposée avant le *(Arrêté du 19 décembre 2014)* « 31 décembre 2017 », la consommation conventionnelle maximale d'énergie primaire du bâtiment ou de la partie de bâtiment, C_{epmax}, est déterminée comme suit :

$$\mathbf{C_{epmax} = 50 \times M_{ctype} \times (M_{cgéo} + M_{calt} + M_{csurf} + M_{cGES})}$$

Avec :

- M_{ctype} : coefficient de modulation selon le type de bâtiment ou de partie de bâtiment et sa catégorie CE1/CE2 ;
- $M_{cgéo}$: coefficient de modulation selon la localisation géographique ;
- M_{calt} : coefficient de modulation selon l'altitude ;
- M_{csurf} : pour les maisons individuelles ou accolées et les bâtiments collectifs d'habitation, coefficient de modulation selon la surface moyenne des logements du bâtiment ou de la partie de bâtiment ;
- M_{cGES} : coefficient de modulation selon les émissions de gaz à effet de serre des énergies utilisées.

Les valeurs des coefficients de modulation sont définies à l'annexe VIII.

Pour les bâtiments comportant plusieurs zones, définies par leur usage, le C_{epmax} du bâtiment est calculé au prorata des SRT de chaque zone, à partir des C_{epmax} des différentes zones.

Annexe VIII

Coefficients de modulation des exigences globales

VI. Établissements ou parties d'établissement d'accueil de la petite enfance (crèche, halte-garderie)

1. Modulations du Bbiomax

…

2. Modulations du C_{epmax}

Le coefficient $\mathbf{M_{ctype}}$ de modulation du C_{epmax} selon le type de bâtiment, ou de partie de bâtiment, et sa catégorie CE1/CE2 prend les valeurs suivantes :

	Catégorie CE1	Catégorie CE2
M_{ctype}	1,7	2

Le coefficient $\mathbf{M_{cgéo}}$ de modulation du C_{epmax} selon la localisation géographique prend les valeurs suivantes :

- Dans le cas où le bâtiment ou la partie du bâtiment est en catégorie CE1 :

	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
$\mathbf{M_{cgéo}}$	1,10	1,20	1,10	1,10	1,00	1,00	0,90	0,90

- Dans le cas où le bâtiment ou la partie du bâtiment est en catégorie CE2 :

	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
$\mathbf{M_{cgéo}}$	1,10	1,20	1,10	1,10	1,00	1,00	1,10	1,00

Le coefficient $\mathbf{M_{calt}}$ de modulation du C_{epmax} selon l'altitude prend les valeurs suivantes :

	0 à 400m	401 à 800m	801m et plus
$\mathbf{M_{calt}}$	0	0,1	0,2

Le coefficient $\mathbf{M_{cGES}}$ de modulation du C_{epmax} selon les émissions de gaz à effet de serre prend la valeur suivante :

- Dans le cas où le bâtiment ou la partie de bâtiment est raccordé simultanément à un réseau de chaleur et à un réseau de froid :

$$\mathbf{M_{cGES}} = \frac{\mathbf{M_{cGEScha ud}} + \mathbf{M_{cGESfroid}}}{2}$$

Où :

Contenu CO_2 des réseaux de chaleur en g/kWh

	contenu $CO_2 \leq 50$	$50 <$ contenu $CO_2 \leq 100$	$100 <$ contenu $CO_2 \leq 150$	contenu $CO_2 > 150$
$\mathbf{M_{cGEScha ud}}$	0,3	0,2	0,1	0
Contenu CO_2 des réseaux de froid en g/kWh				
	contenu $CO_2 \leq 50$	$50 <$ contenu $CO_2 \leq 100$	$100 <$ contenu $CO_2 \leq 150$	contenu $CO_2 > 150$
$\mathbf{M_{cGESfroid}}$	0,3	0,2	0,1	0

- Dans le cas où le bâtiment, ou la partie de bâtiment, est raccordé à un réseau de chaleur ou à un réseau de froid :

Contenu CO_2 des réseaux de chaleur et de froid en g/kWh

	contenu $CO_2 \leq 50$	$50 <$ contenu $CO_2 \leq 100$	$100 <$ contenu $CO_2 \leq 150$	contenu $CO_2 > 150$
$\mathbf{M_{cGES}}$	0,3	0,2	0,1	0

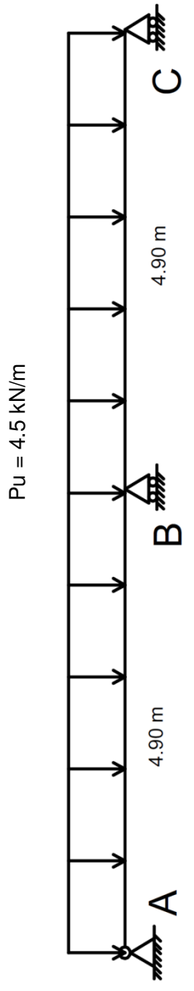
- Dans tous les autres cas, le coefficient M_{cGES} est égal à 0.

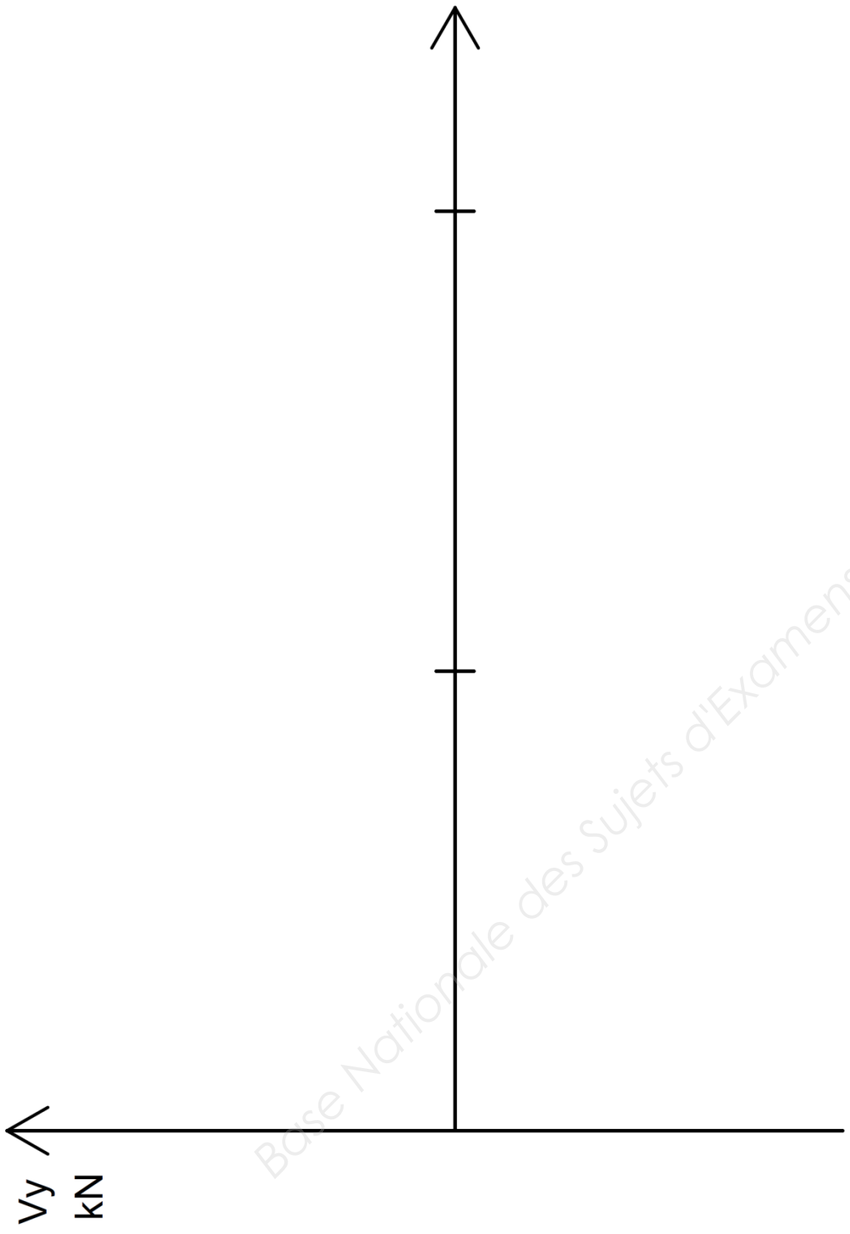
Pour les établissements ou parties d'établissement d'accueil de la petite enfance (crèche, halte-garderie) de catégorie CE1, le coefficient $\mathbf{M_{csurf}}$ de modulation du C_{epmax} selon la surface du bâtiment, ou de la partie de bâtiment, prend les valeurs suivantes :

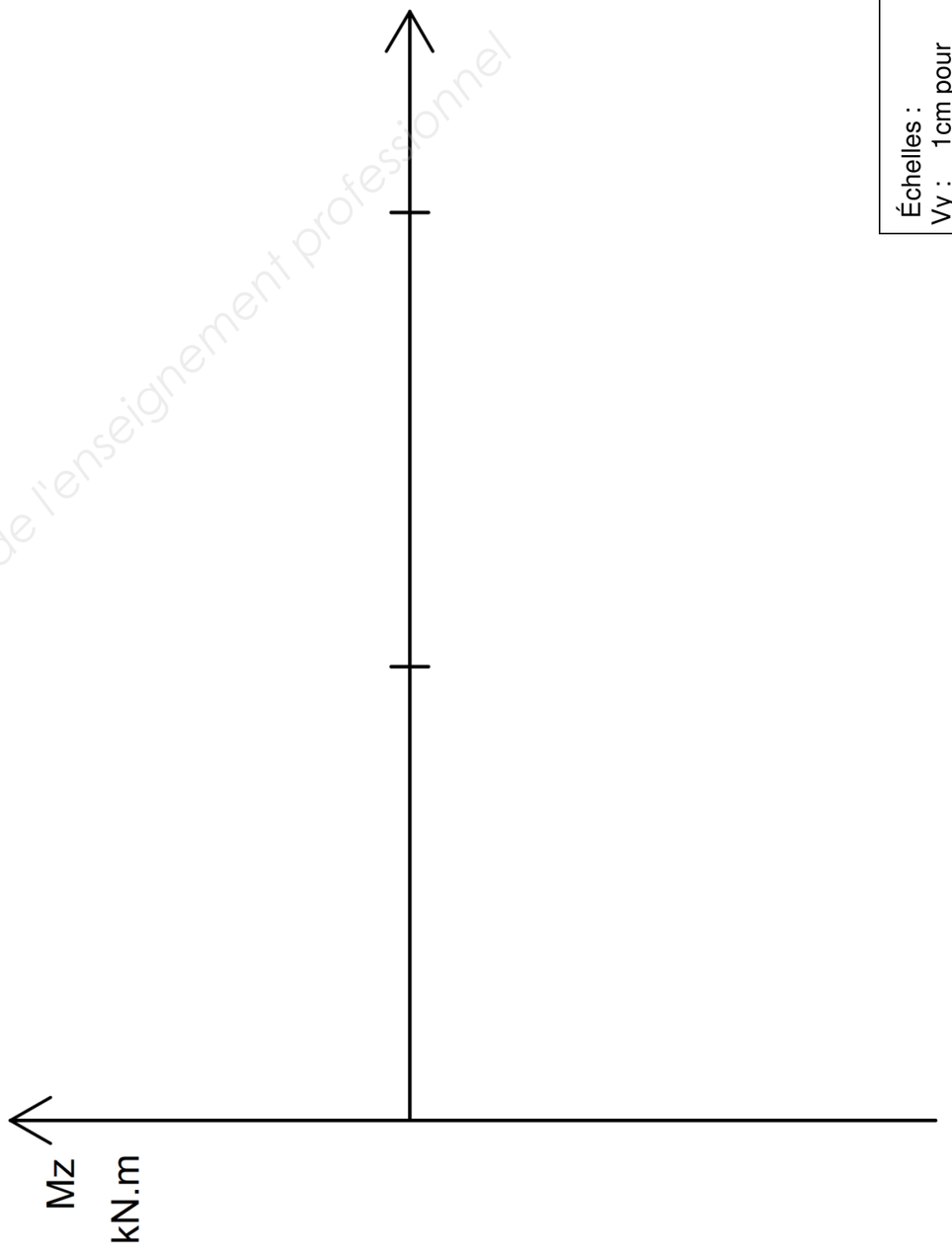
- Si SRT < 500 m^2 : $M_{csurf} = 0,25 - 0,0005 \times SRT$,
- Si 500 $m^2 \leq$ SRT : $M_{csurf} = 0$.

Base nationale des sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

Document Réponse	DR A1
Tracé des diagrammes	







Échelles :
Vy : 1cm pour 2,0 kN
Mz : 1cm pour 2,0 kN.m

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Document Réponse DR B1

Alimentation de la nourrice 2

Repère	Appareils	Nb	Coef. unitaire	Total Coef.	EF Débit total (l/s)	EC Débit total (l/s)	Diamètre intérieur minimal (mm)	Diamètre commercial (mm)
Point 1								
Point 2								
Point 3								
Point 4								
Point 5								
	Total							

Justification de la méthode utilisée :

Débit théorique en EF de la nourrice 2 (sans tenir compte de la simultanéité) :

Document Réponse DR B2

Débits attendus des nourrices

Nourrice	Nombre d'appareils	Débit théorique par nourrice en l/s	Coefficient de simultanéité	Débit attendu en l/s
Nourrice 1	9	1,64		
Nourrice 2	8			
Piquage biberonnerie	2	0,4		
Nourrice 3	10	2,08		

Document Réponse DR B3

Alimentation générale de plomberie

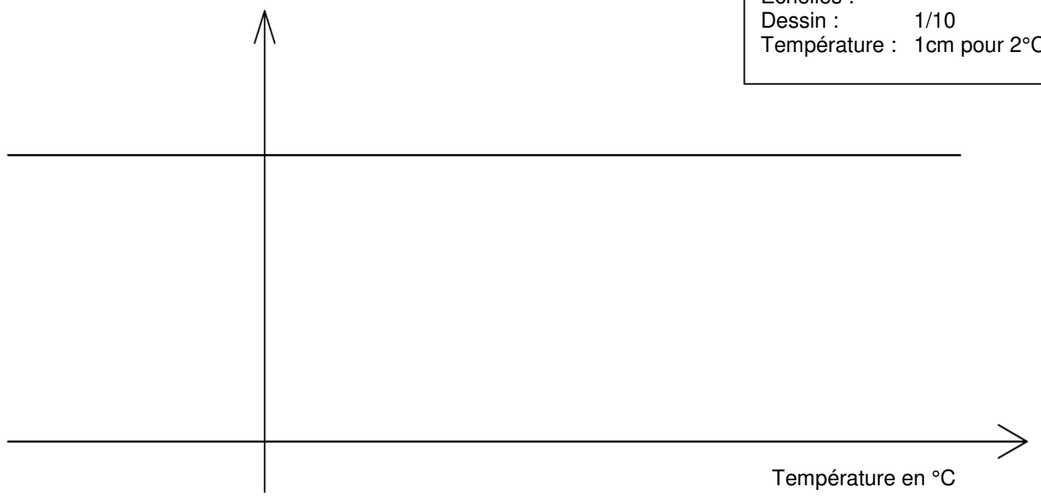
Tronçon	Nourrices ou piquages alimentés	Coefficient de simultanéité	Débit attendu sur le tronçon en l/s	Diamètre intérieur minimum en mm	Diamètre commercial en mm
AB					
BC					
CD					
DE					

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Document Réponse DR C1

Coupe sur toiture terrasse

Échelles :
Dessin : 1/10
Température : 1cm pour 2°C



Document Réponse DR C2

Déperditions thermiques du bâti

Désignation		Code	Nb	U (W/m².K) ou Ψ (W/m.K)	b	Surface A (m²) ou Longueur l (m)	Déperdition (W/K) U x b x A ou Ψ x b x l
Mur extérieur		ME01		0,187	1,00	201,89	37,753
Plafond		PL02		0,130	1,00	155,00	20,150
Toiture-terrasse		PL03			1,00	125,00	
Plancher		PL01		0,154	1,00	280,00	43,120
Vitrages 1, 2,4, 5, 6		Divers			1,00	39,07	50,830
Vitrage 3		FE03	**1**		1,00	12,96	
Portes		Divers			1,00	17,061	27,733
Pont thermique	Angle de 2 murs	LI01		0,070	1,00	9,00	0,630
	Mur ext. / refend	LI02		0,140	1,00	9,00	1,260
	Mur ext. / plancher	LI03		0,090	1,00	90,50	8,145
	Mur ext. / terrasse	LI04		0,100	1,00	70,00	7,000
Déperditions totales du bâtiment							

Surface totale des parois déperditives AT	831,5 m²
Surface Réglementation Thermique (SRT)	336,0 m²

DÉPERDITIONS MOYENNES	W/(m².K)

Document Réponse DR C3

Consommation en énergie primaire du bâtiment

RÉSULTATS du coefficient C_{ep}

Bâtiment n° 1 : CRÈCHE SAULT DE NAVAILLES

Catégorie du bâtiment : CE1

Altitude : 53 m

Zone climatique : H2c

SRT : 336,00 m²

	Énergie finale	Énergie primaire
Chauffage	18,1	
Refroidissement	0	
ECS	1,1	
Éclairage	3,5	
Aux.dist.	0,3	
Aux.vent.	7,5	
Total énergie primaire Cep		

Unité : en kWh/(m^2_{SRT}.an)

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.