



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Campagne 2010

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR ETUDES ET ECONOMIE DE LA CONSTRUCTION

EPREUVE E5

ETUDES DES CONSTRUCTIONS

Sous Epreuve U.5.1

ETUDES TECHNIQUES

Durée : 4 heures – Coefficient : 3

Construction de 51 logements de type HLM



Calculatrice autorisée conformément à la circulaire N° 99-186 du 16/11/1999

En page 2/23, vous trouverez :
La composition du dossier proposé et le barème

B.T.S. Etudes et Economie de la Construction		Session 2010
ECETUTC	Sous Epreuve U.5.1 : Etudes Techniques	Page : 1 / 23

COMPOSITION DU SUJET

	Temps conseillé	Barème	Page
Lecture du Sujet	0h 30 minutes		
Plans			3
Etude A	0h 45 minutes	4	10
Etude B	1h 30 minutes	9	12
Etude C	1h 15minutes	7	14
Annexes			15
Feuille réponse			23

Aucun document autorisé

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 TRAITÉ** »

Les documents à rendre complétés seront joints dans les copies.

Vous regrouperez les 3 chemises dans une chemise générale.

Recommandation :

Toute donnée manquante est à l'initiative du candidat.

PRESENTATION DU BATIMENT SUPPORT

Le projet étudié est la construction d'un complexe de 4 bâtiments à usage d'habitation de type HLM, qui regroupe 51 logements.

Les ouvrages 1 et 4 sont de type maisons en bande, alors que les bâtiments 2 et 3 sont des immeubles de type R+2.

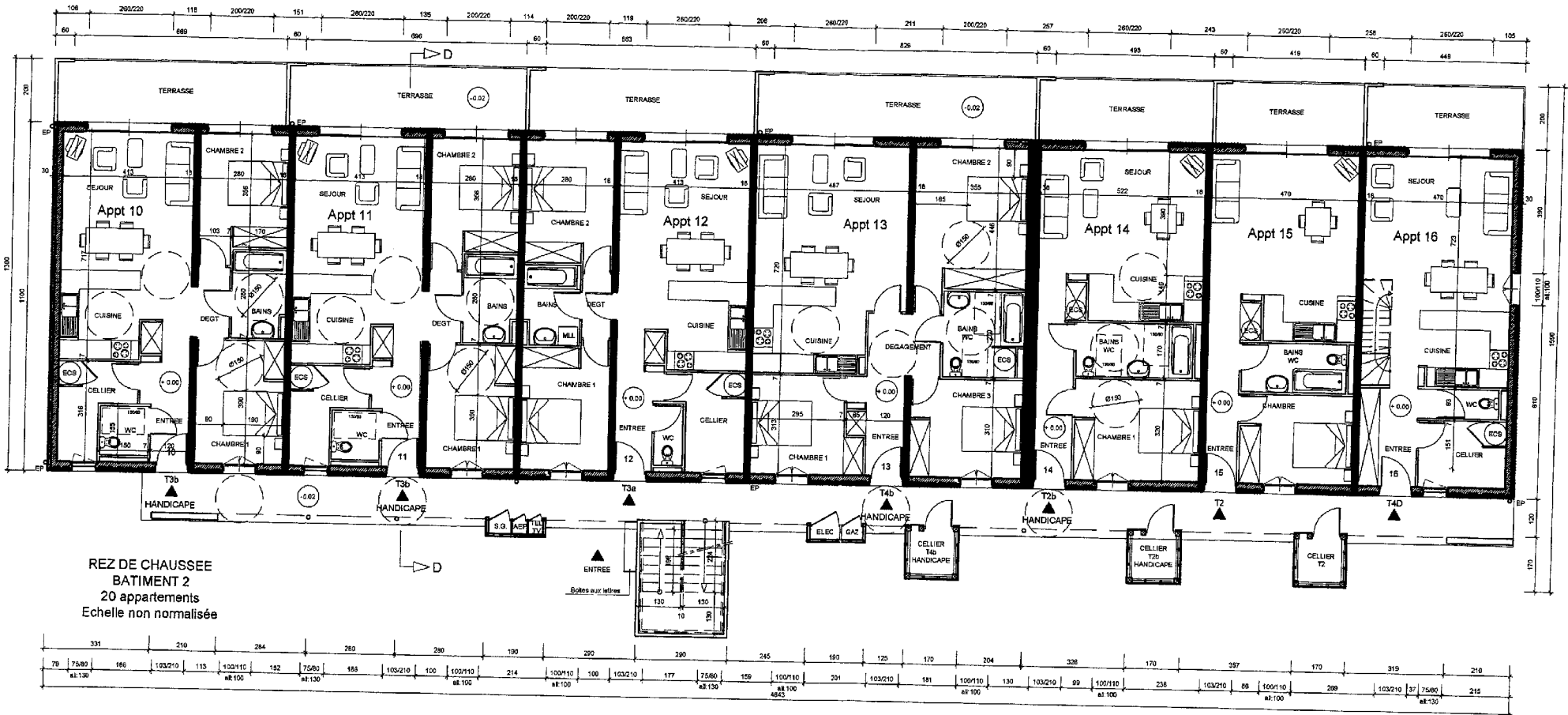
L'étude proprement dite portera sur le bâtiment 2, dont les principales caractéristiques sont :

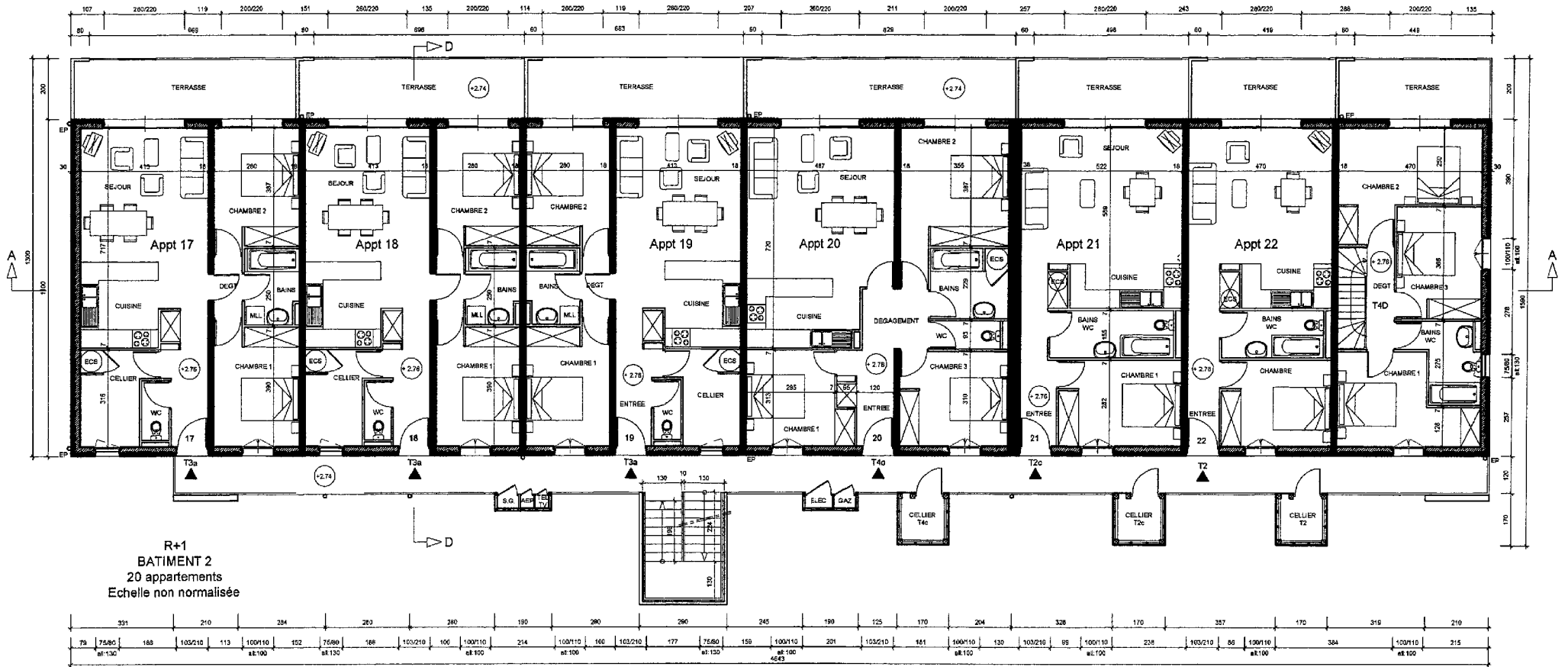
- Fondations de type superficielles par semelles filantes.
- Dallage sur hérisson.
- Refends intérieurs béton.
- Façade en blocs creux d'épaisseur 20cm avec une isolation par l'extérieur et bardage.

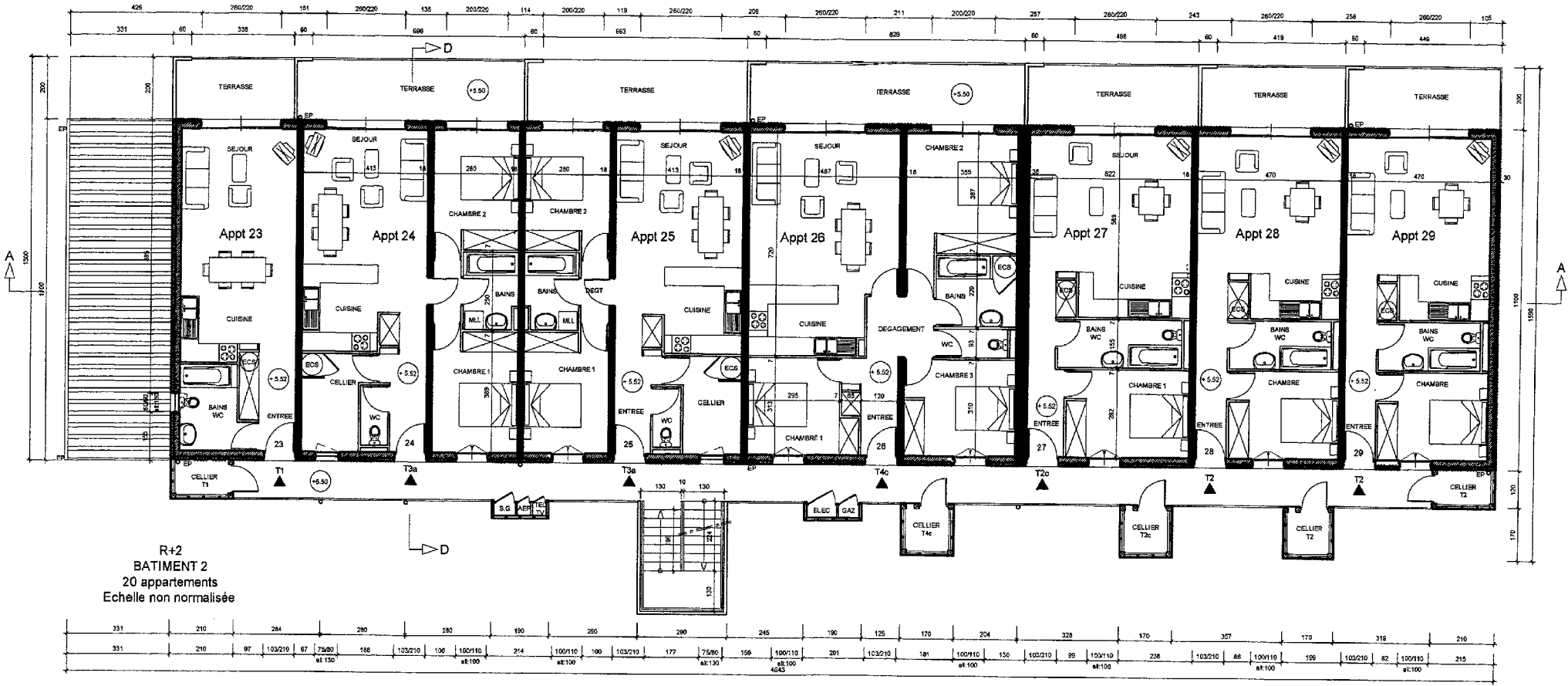
L'accès aux appartements s'effectue par l'extérieur, au moyen de coursives extérieures longeant le bâtiment, au niveau de chaque étage.

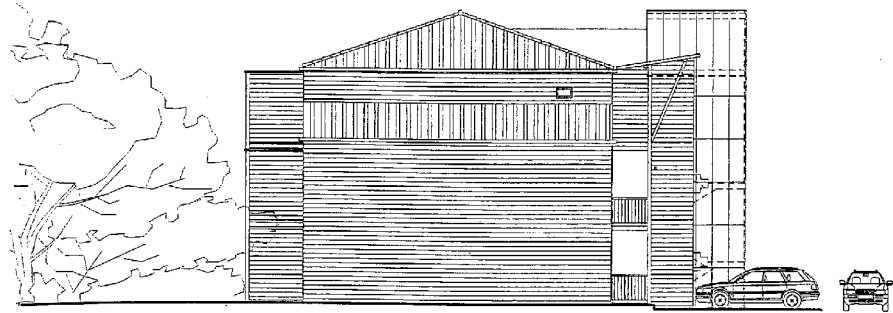
Ces coursives extérieures (ainsi que les balcons) seront constituées d'une structure métallique indépendante support de planchers de type bac collaborant.

B.T.S. Etudes et Economie de la Construction		Session 2010
ECETUTC	Sous Epreuve U.5.1 : Etudes Techniques	Page : 2 / 23

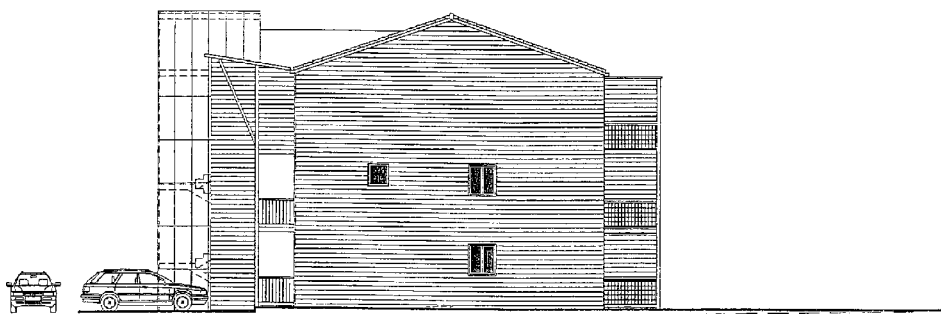




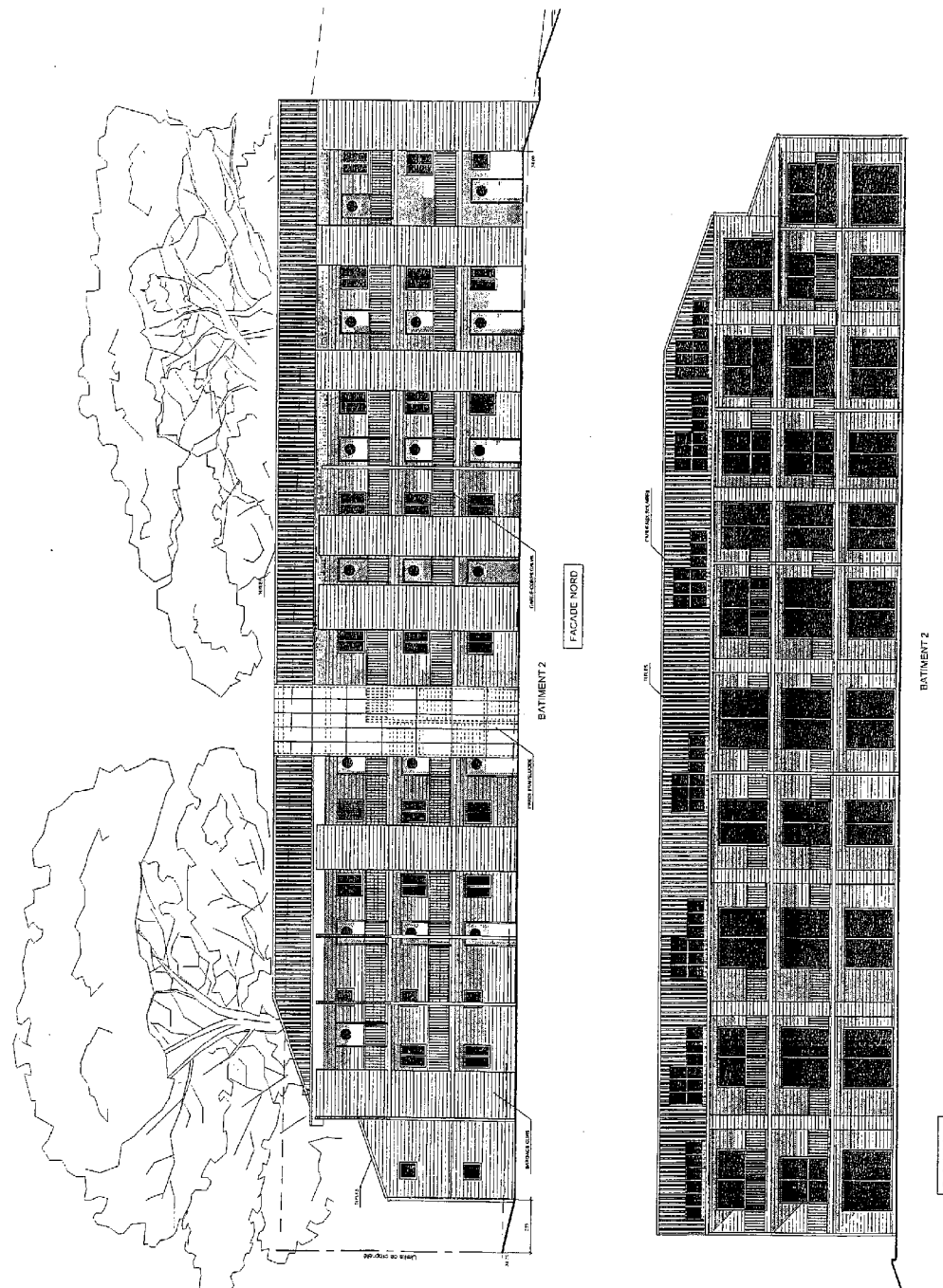




BATIMENT 2
FACADE EST



BATIMENT 2
FACADE OUEST



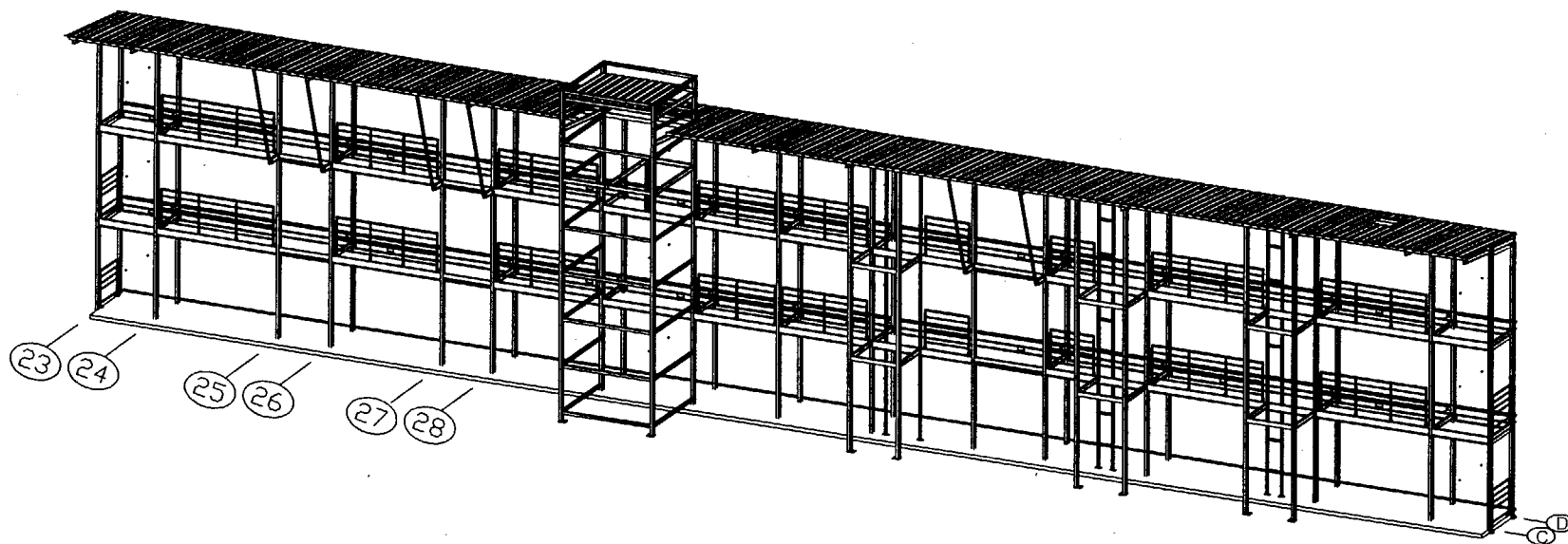
FACADE NORD

BATIMENT 2

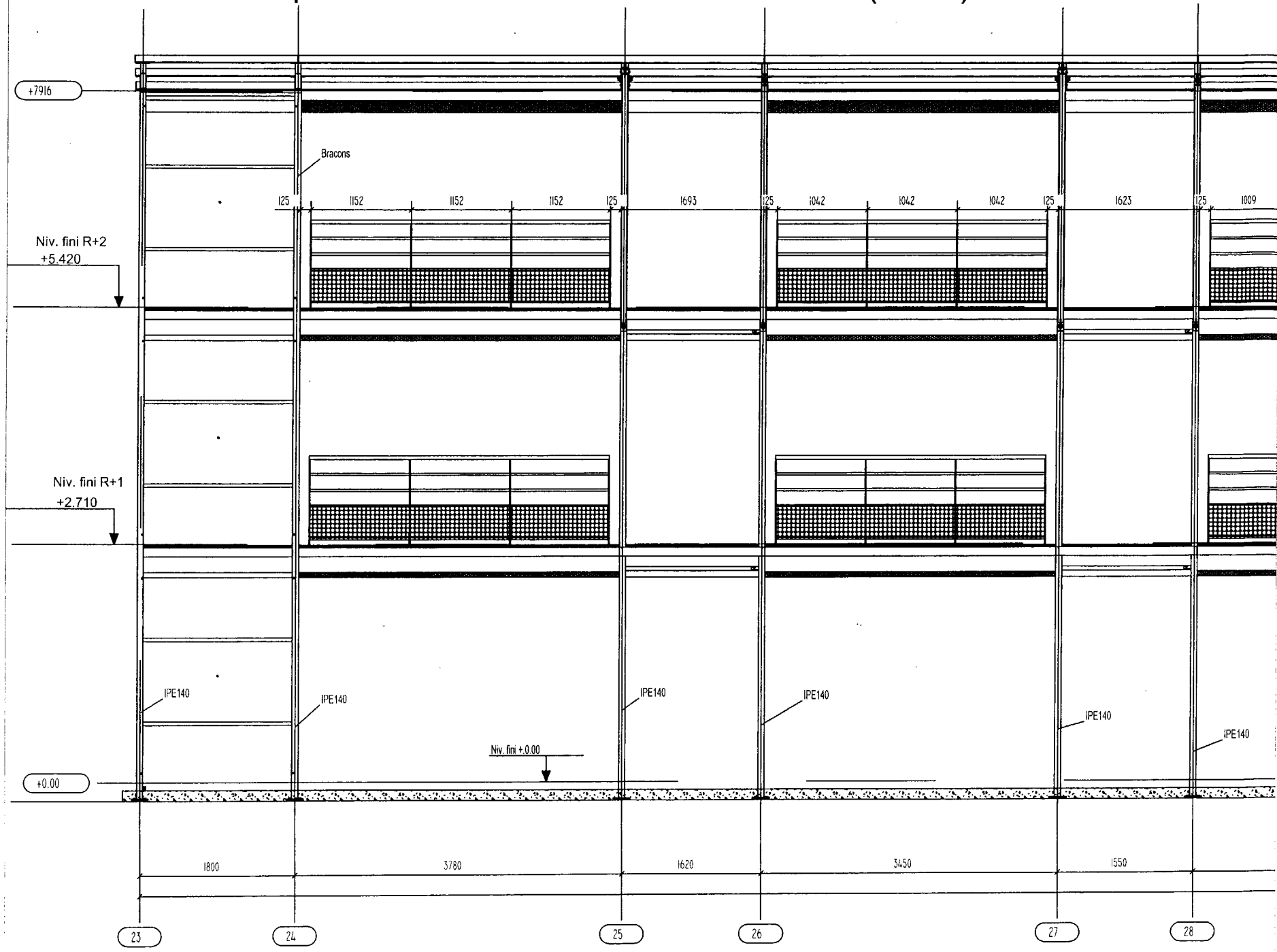
BATIMENT 2

FACADE SUD

Vue en perspective de la coursive



Vue partielle en élévation de la coursive (file C)



SUJET

Etude A : Justification de la désolidarisation des coursives

Présentation :

L'ouvrage étudié fait partie d'un projet d'immeubles d'habitations. Le maître d'ouvrage « Sud Habitat » compte gérer l'ouvrage en location d'appartements à loyer modéré. Par souci d'économie sur les frais de nettoyage et d'entretien, et pour utiliser au mieux l'exposition des appartements, il a désiré que l'accès aux appartements s'effectue par des coursives extérieures de manière à ce que tous les appartements soient traversants et comportent des ouvertures au sud et au nord. L'ouvrage conçu par l'architecte est donc constitué d'un bloc central en béton armé avec une isolation par l'extérieur qui correspond aux logements proprement dits et de deux structures indépendantes qui permettent d'un côté (façade nord) l'accès aux appartements et celliers et de l'autre (façade sud) de créer des espaces aménagés en terrasses. Ces deux structures (coursives) sont réalisées en charpente métallique et plancher collaborant, les sols extérieurs seront laissés en béton traité.

Problème technique :

Le travail qui suit a pour but de justifier la désolidarisation des coursives et de valider la création de structures métalliques indépendantes. Au niveau de l'esquisse, l'architecte a prévu de réaliser les coursives extérieures par des planchers en porte à faux comme le montre la coupe sur la page suivante. Ceux-ci, en béton armé d'une épaisseur de 20cm débordent en façades coté sud et nord (aucun revêtement de sol), suivant la coupe jointe page 11, et l'isolation par l'extérieur était prévue dès le début du projet.

A-1 Acoustique :

A-11/ Quel type de bruit est à craindre dans cette configuration ? Justifier votre réponse.

A-12/ Effectuer la vérification du niveau sonore dans la chambre 1 de l'appartement 20 (Voir le plan du R+1) lorsque des personnes passent dans la coursive au niveau R+2.

Le calcul n'ayant pas besoin d'une grande précision à ce stade, on le conduira comme indiqué sur l'annexe 1 « acoustique » (le calcul exact étant plus complexe). On admettra sur les conseils d'un BET qu'il faut rajouter un terme correctif de +5 dB à la valeur de « $L'_{nT,W}$ calculée », pour tenir compte de la résonance amenée par la zone en porte-à-faux.

De plus, les cloisons intérieures sont prévues en plaques de plâtre sur ossatures métalliques sans laine minérale.

A-13/ Ce niveau sonore est-il admissible vis-à-vis de la réglementation ?

A-2 Thermique

A-21/ Pont thermique : A partir de l'annexe 2, déterminer la valeur du coefficient de transmission thermique linéique moyen dû à la liaison entre les planchers intermédiaires et les murs de façades au niveau de chaque terrasse.

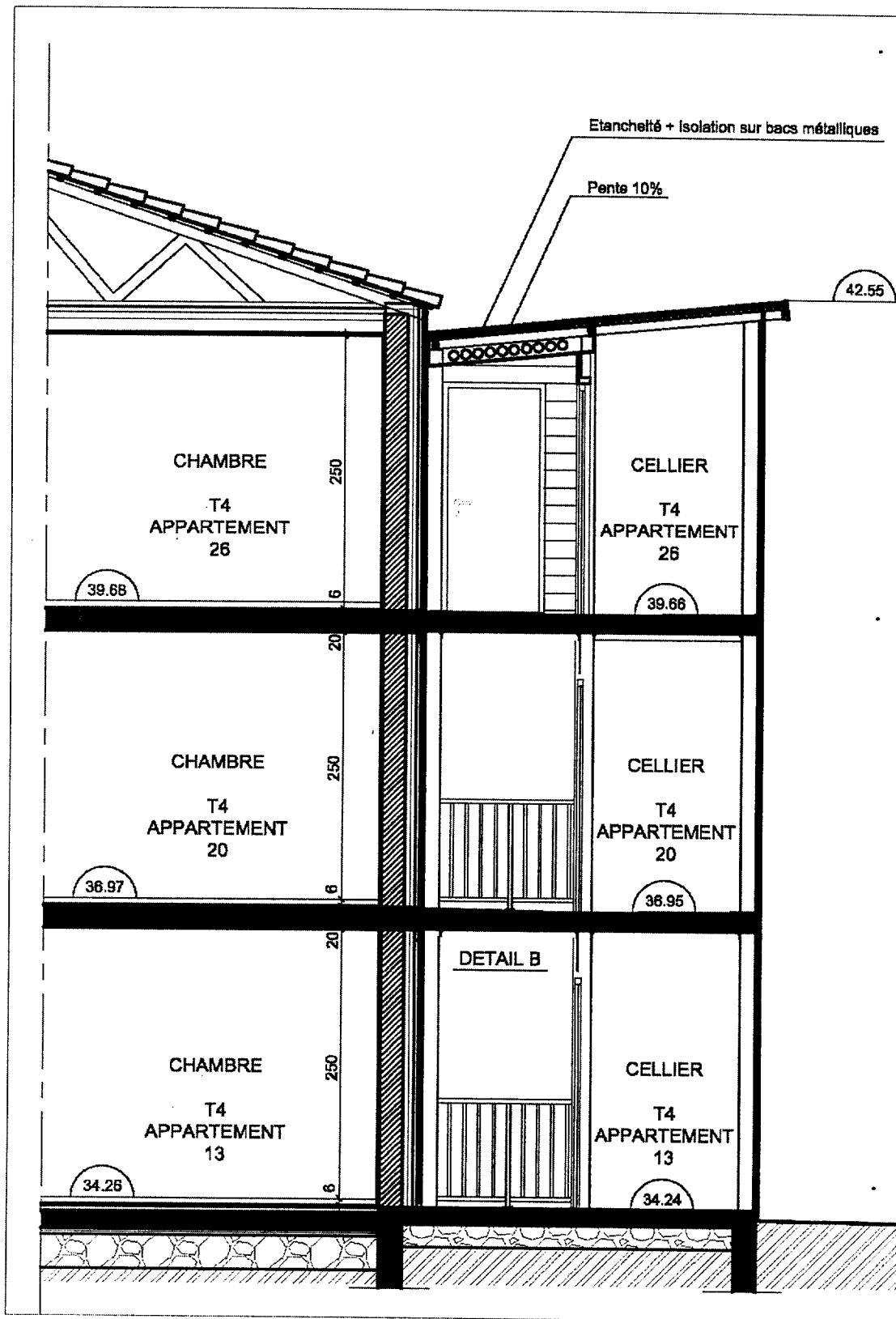
A-22/ Cette valeur est-elle conforme à la RT 2005 vis-à-vis des exigences thermiques minimales ?

A-3 Conclusion :

Qu'apporte pour chacun des points ci-dessus la désolidarisation des coursives ?

B.T.S. Etudes et Economie de la Construction		Session 2010
ECETUTC	Sous Epreuve U.5.1 : Etudes Techniques	Page : 10 / 23

Coupe projet initial



Echelle non normalisée

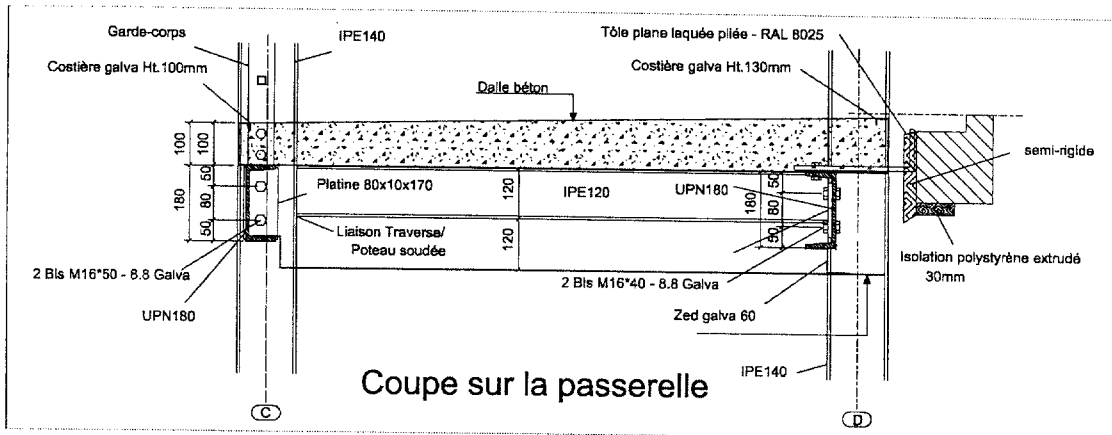
Etude B : Structures : Etude de la coursive

B-1/ Etude du plancher de la coursive du Niveau R+1

Le plancher de la coursive est constitué d'un plancher collaborant composé de :

- De Bacs acier de type PML 60 PC (épaisseur 0,75mm)
- D'une dalle en béton d'une épaisseur $h=10\text{cm}$ (pas d'armatures longitudinales).

Ce plancher est supporté par une structure de poutres de type UPN situées en files C et D, comme on peut le voir sur le détail ci-dessous.



Données :

- Charges à considérer :
 - Poids propre du Profilé
 - Poids Propre du plancher collaborant : 1.8 kN/m^2
 - Charges d'exploitation : 2.5 kN/m^2
- Limite élastique de l'acier : $f_y=235 \text{ MPa}$.
- Module d'élasticité de l'acier : $E=210000 \text{ MPa}$.

On désire vérifier à l'ELS l'UPN 180 support du plancher collaborant de la file D, reposant de façon isostatique sur les poteaux en IPE 140 des files 24 et 26 : **sur la file 25, la perspective page 7 montre qu'il n'y a pas de poteau support au niveau de la file D.**

On peut estimer que cette poutre reprend une bande de 80cm de plancher collaborant.

B-11/ en vous servant des données ci-dessus et de l'annexe 3, calculer la charge répartie p à l'ELS sur la poutre. NB : Il n'y a pas de pondération à l'ELS

B-12/ Pour la suite de l'étude, on prendra $p = 3.70 \text{ kN/m}$.
Calculer la déformation en milieu de travée de cette poutre.

B-13/ La limite communément admise de déformation verticale d'une poutre de plancher est de $1/250^{\text{ème}}$ de la portée.

Conclusions.

B-2/ Etude des pannes à l'ELU

L'étude porte sur la panne intermédiaire de couverture file C continue sur 3 appuis, les files 23, 24 et 25 (cf. page 7, 8 et 9).

Celle-ci est constituée d'un profilé creux carré laminé à froid de type 80x80x3.

On néglige la pente de la toiture.

Données :

- Charges non pondérées à considérer :
 - Charges permanentes : 0.221 kN/m
 - Charges de neige : 0.665 kN/m
- Caractéristiques géométriques du profilé creux laminé à froid type 80x80x3
 - $W_{pl} = 25.78 \text{ cm}^3$
 - $W_{el} = 21.96 \text{ cm}^3$

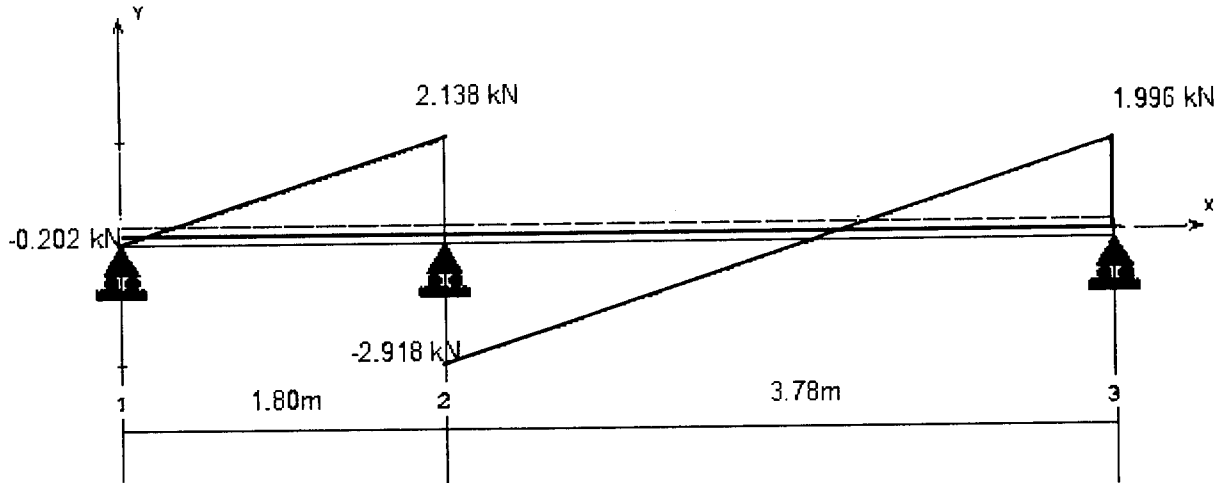
B-21/ A partir des plans fournis et des charges à considérer, tracer le schéma mécanique de la panne à l'ELU.

B-22/ Déterminer à l'aide du théorème des 3 moments, le moment sur l'appui central. On prendra $p_u = 1.30 \text{ kN/m}$

B.T.S. Etudes et Economie de la Construction		Session 2010
ECETUTC	Sous Epreuve U.5.1 : Etudes Techniques	Page : 12 / 23

B-23/ Le diagramme des efforts tranchants est donné ci-dessous
Tracer le diagramme des moments fléchissants le long de la poutre en notant toutes les valeurs particulières.

EFFORT TRANCHANT [kN]



B-24/ En fait, le cas de charges le plus défavorable sur la poutre est la combinaison :

Charges Permanentes + vent.

Cette combinaison engendre sur la structure un moment ultime de 2.00 kN.m au niveau de l'appui central de la poutre.

Vérifier que la poutre a été correctement dimensionnée à l'ELU suivant l'Eurocode.

Remarque : Les profilés creux laminés à froid sont des sections de classe 1 en flexion.

B-3/ Etude du bracon supportant la toiture

D'après l'analyse du dessin de principe du bracon de la file 25 ci-contre.

B-31/ Quel est le type de liaison aux extrémités du bracon ? Justifier votre réponse.

On se place dans le cas de charges suivant :

Charges Permanentes + neige répartie uniformément sur toute la toiture

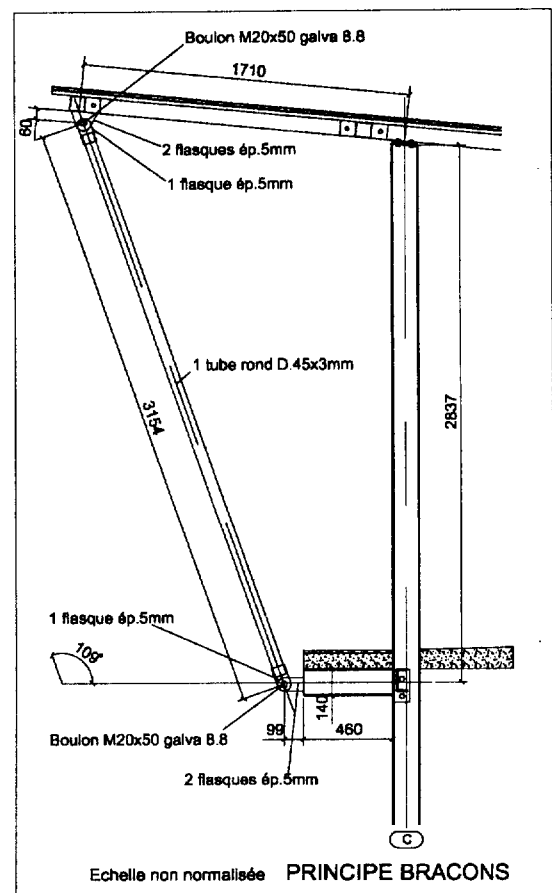
B-32/ En négligeant le Poids Propre du Bracon, à quel type de sollicitation est soumis le bracon ? Justifier votre réponse.

Cet effort, calculé aux ELU par un logiciel de RDM, est évalué à 3.8kN.

B-33/ Vérifier la section à l'ELU du bracon suivant les Eurocodes et conclure.

Données complémentaires :

- Caractéristiques géométriques du profilé creux laminé à froid de diamètre 45mm, épaisseur 3mm.
 - Section : $A=3.958\text{cm}^2$
 - Moment quadratique : $I_y=I_z=8.773\text{cm}^4$
- Dans le cas des vérifications au flambement des profilés creux laminés à froid, la courbe à prendre en compte est la **courbe c**.



Etude C : Vérification vis-à-vis de la RT 2005

Une étude thermique a été faite en 2004 (avant l'application de la RT 2005) par un BET. Le projet, un instant abandonné, est maintenant repris, et tient compte de la désolidarisation des coursives.

Données reprises de la première étude :

- L'isolation est continue entre les façades et les combles.
- La surface habitable de ce bâtiment est de 1293m².
- Le bâtiment se trouve en zone H2.

C-1/ Déperditions au niveau de la façade :

En première approche l'architecte a prévu de réaliser les murs de façades extérieurs en BBM de 20cm d'épaisseur. Celui-ci est recouvert d'une plaque de plâtre BA13 coté intérieur. Coté extérieur une isolation en PANOLENE de 75mm d'épaisseur est recouverte d'un bardage en clins de fibrociment.

C-11/ Pont thermique concernant la liaison « planchers intermédiaires/murs extérieurs » au droit des balcons et coursives : à partir de l'annexe 2, rechercher la valeur de déperdition linéique à prendre en compte lorsque l'on tient compte de la désolidarisation.

C-12/ Mur isolé par l'extérieur :

Calculer le coefficient de transmission thermique U_{mur} exprimé en $W/(m^2.K)$, de ce mur.

Est-il conforme vis-à-vis des exigences thermiques minimales de la RT 2005 (voir annexe 2) ?

Nota : le BET vous donne les éléments suivants :

Plaque de plâtre épaisseur 0,013 m	$\lambda = 0.57 W/mK$
Blocs BBM creux épaisseur 0.200 m	$R = 0.230 m^2K/W$
PANOLENE	Voir annexe

La résistance thermique des clins n'est pas à prendre en compte car l'espace les séparant de l'isolation est fortement ventilé.

C-13/ Pour réduire les déperditions, le maître d'œuvre a décidé que cette paroi doit limiter ses déperditions à la valeur caractéristique thermique de référence.

Quelle est cette valeur ? Déterminer l'épaisseur de l'isolant nécessaire pour respecter cette valeur.

En déduire la référence du Panolène utilisé.

Pour la suite du calcul on prendra pour les murs isolés par l'extérieur : $U_{mur} = 0.325 W/m^2k$.

C-2 Calcul de U bât :

Remplir le tableau donné sur le document réponse page 23 et en déduire la valeur U bât.

C-3 Calcul de U bât-ref :

Remplir le tableau donné sur le document réponse page 23 et en déduire la valeur U bât-ref. Vous vous mettrez en conformité avec l'article 12 de l'annexe 2.

C-4 Conclusions

C-41/ La valeur du garde fou vis-à-vis des déperditions du projet est : $U_{bat-max} = 0.632 W / m^2K$

Le bâtiment est-il conforme vis-à-vis de Ubat suivant la RT 2005

C-42/ Le maître d'œuvre avait pour ambition de limiter le coefficient moyen de déperdition par transmission à travers les parois à la valeur de référence. Cet objectif est-il atteint?

C-43/ Afin d'améliorer la performance thermique globale de l'ouvrage, pour quel type de paroi faut-il améliorer la performance ?

B.T.S. Etudes et Economie de la Construction		Session 2010
ECETUTC	Sous Epreuve U.5.1 : Etudes Techniques	Page : 14 / 23

Annexe 1 : Acoustique

Bruit de chocs :

1- Exigences aux bruits de chocs (bâtiments collectifs)

EXIGENCES	LOCAL D'EMISSION	LOCAL DE RECEPTION
NIVEAU DE PRESSION PONDEREE DU BRUIT DE CHOC STANDARDISE $L'_{nt,w}$	Tous locaux sauf : - Loggias non situées au dessus d'une pièce principale - Escaliers s'il y a ascenseur - Locaux techniques	Pièces principales : (séjour, chambres et locaux destinés à l'exercice d'une profession libérale) 58 dB

Les valeurs de $L'_{nt,w}$ figurant dans le tableau ci-dessus correspondent à des niveaux de pression pondérés du bruit de chocs standardisé exprimés en dB, pour une durée de réverbération égale à 0,5 s à toute fréquence, dans le local de réception.

2- Méthode d'évaluation par le calcul

Pour chaque transmission à examiner par cette méthode d'évaluation par le calcul, on détermine, dans un premier temps, la valeur " $L'_{nt,w}$ calculé" correspondant au niveau de bruit exprimé en dB reçu dans la pièce principale de réception étudiée. Ce niveau de bruit reçu, calculé par la formule donnée ci-dessous, correspond à la transmission "verticale" par le plancher situé au-dessus de la pièce étudiée et aux transmissions latérales par les parois qui lui sont liées. On se reporte ensuite au tableau "exigences", afin de déterminer la valeur de niveau de bruit reçu normalisé " $L'_{nt,w}$ exigence" admissible pour la transmission étudiée. Ces exigences ne dépendent que de la nature du local d'émission.

Calcul du niveau de bruit reçu $L'_{nt,w}$ en dB :

La valeur calculée du niveau de bruit reçu " $L'_{nt,w}$ calculé" dans la pièce de réception, correspondant à une transmission "verticale" et aux transmissions latérales, est donnée par les formules suivantes :

Dalle pleine en béton :

$$L'_{nt,w} \text{ calculé} = 149 - [R_w + C] - \Delta L_w - 10 \log V - (N - Sr/10)$$

Plancher corps creux :

$$L'_{nt,w} \text{ calculé} = 154 - [R_w + C] - \Delta L_w - 10 \log V - (N - Sr/10)$$

Où :

- " $[R_w + C]$ " est l'indice d'affaiblissement exprimé en dB du plancher support étudié
- " ΔL_w " est l'indice d'efficacité acoustique en dB du revêtement de sol posé sur le plancher du local d'émission
- " V " est le volume en m^3 du local de réception examiné..
- " N " est le nombre de parois liées au plancher et entièrement doublées de laine minérale ou de mousse plastique élastifiée sur leur face intérieure au local de réception
- " Sr " est égale à la somme des surfaces en m^2 d'une part des parois liées au plancher dans le local de réception et doublées de mousse rigide ou d'une contre cloison en maçonnerie légère et d'autre part des cloisons de distribution en maçonnerie légère liées également au plancher dans le local de réception.

Pour l'application de cette formule de calcul, on arrondit la valeur du " $L'_{nt,w}$ calculé" à la valeur entière la plus proche (en arrondissant par exemple 0,50 à 0 dB).

Nota : Pour le calcul de Sr :

- *doublage en mousse rigide :*

Il s'agit de doublage en polystyrène expansé, en polystyrène extrudé ou en polyuréthane d'épaisseur d'isolant inférieure à 8cm sur des parois liées au séparatif étudié dans le local de réception. On retient sa surface " Sr " si elle est supérieure ou égale à $5m^2$ pour la paroi considérée, sans tenir compte d'éventuelles ouvertures.

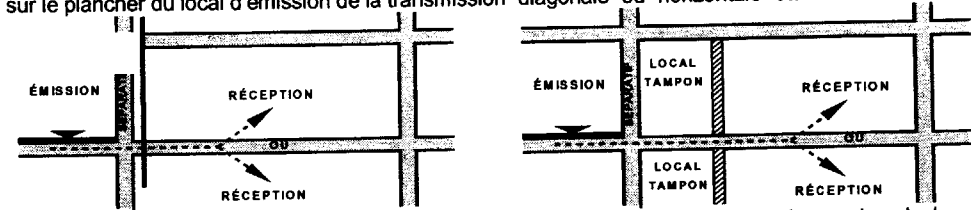
- *distribution en maçonnerie légère :*

Il s'agit de cloisons de distribution en maçonnerie légère d'épaisseur inférieure à 10cm ou de masse $\leq 100 kg/m^2$, liées au séparatif étudié dans le local de réception. On retient sa surface " Sr " si elle est supérieure ou égale à $5 m^2$ pour la paroi considérée, sans tenir compte d'éventuelles ouvertures.

Si $Sr < 5 m^2$, on prend $Sr = 0$ dans le calcul le calcul.

3- Etude d'une transmission « diagonale » ou « horizontale » au bruit de chocs

On se reporte, dans un premier temps, aux dispositions prévues pour l'évaluation d'une transmission "verticale" au bruit de chocs en utilisant la valeur du " ΔL_w " du revêtement de sol placé sur le plancher du local d'émission de la transmission "diagonale" ou "horizontale" étudiée.



Dans un second temps, on corrige le " $L'_{nt,w}$ calculé" en méthode d'évaluation par le calcul, suivant les dispositions prévues au tableau ci-dessous :

Masse surfacique de la (des) paroi(s) verticale(s) en kg/m^2	Correction à effectuer $L'_{nt,w}$ calculé en dB	
	Sans local tampon	Avec un local tampon
$m' < 100$	- 1	- 3
$100 \leq m' < 250$	- 5	- 7
$m' \geq 250$	- 7	- 10

S'il y a local tampon : m' = somme des masses surfaciques des parois verticales qui limitent le local tampon.

4- Données complémentaires :

- $R_w + C$ du plancher BA :

La valeur de $[R_w + C]$ est déterminée par la loi de masse en considérant une masse volumique du béton « lourd » de $2400 kg/m^3$.

Indice d'affaiblissement $[R_w + C]$ en dB des planchers en béton lourd			
Épaisseur dalle (cm)	$[R_w + C]$	Épaisseur dalle (cm)	$[R_w + C]$
10	49	18	59
12	52	20	61
14	54	22	62
15	56	24	64
16	57	25	65

- Masse volumique des différents matériaux :

B.A. parois verticales	$2300 kg/m^3$	Briques pleines (*)	$1850 kg/m^3$
B.A. parois horizontales	$2400 kg/m^3$	Briques perforées (*)	$1200 kg/m^3$
Béton non armé	$2000 kg/m^3$	Briques creuses (*)	
Blocs pleins (*)	$2000 kg/m^3$	55 % de vides	$845 kg/m^3$
Blocs perforés (*)	$1600 kg/m^3$	60 % de vides	$750 kg/m^3$
Blocs creux (*)	$1300 kg/m^3$	65 % de vides	$655 kg/m^3$
Mortier d'enduit	$2000 kg/m^3$	Enduit plâtre	$1000 kg/m^3$

(*) Si les maçonneries sont enduites (une face au moins).

Annexe 2 : Thermique

Arrêté du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments (extraits) :

1- Exigences thermiques minimales :

Art. 38. - Chaque paroi d'un local chauffé ou considéré comme tel, dont la surface est supérieure ou égale à 0,5 mètre carré, donnant sur l'extérieur, sur un volume non chauffé ou en contact avec le sol, doit avoir un coefficient de transmission thermique U, exprimé en $W/(m^2.K)$, inférieur ou égal à la valeur maximale donnée dans le tableau suivant.

Parois	Coefficient U_{max}
Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	0,45
Murs en contact avec un volume non chauffé $0,45/b$ (*)	$0,45/b$ (*)
Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif	0,36
Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé	0,40
Planchers hauts en béton ou en maçonnerie, et toitures en tôles métalliques étanchées	0,34
Planchers hauts en couverture en tôles métalliques	0,41
Autres planchers hauts	0,28
Fenêtres et portes-fenêtres prises nues donnant sur l'extérieur	2,60
Façades rideaux	2,60
Coffres de volets roulants	3,0
(*) b étant le coefficient de réduction des déperditions vers les volumes non chauffés, défini dans la méthode de calcul de $U_{bât}$.	

Le coefficient U maximal pris en compte pour les fenêtres et les portes-fenêtres est celui correspondant à la position verticale.

Art. 41. - Le coefficient de transmission thermique linéique moyen du pont thermique dû à la liaison de deux parois, dont l'une au moins est en contact avec l'extérieur, ne peut excéder les valeurs indiquées ci-après :

- pour les maisons individuelles : $0,65 W/(m.K)$;
- pour les autres bâtiments à usage d'habitation : $1,0 W/(m.K)$;
- pour les bâtiments à usage autre que d'habitation : $1,2 W/(m.K)$;

Les valeurs à considérer sont les moyennes pondérées par les longueurs pour chacun des linéaires L8, L9 et L10.

2- Caractéristiques thermiques de références :

Art. 12. - Pour le calcul de $U_{bât-réf}$, les surfaces des baies de référence sont les suivantes :

Pour les bâtiments d'habitation ou parties de bâtiments à usage d'habitation, la surface des baies prise en référence est égale à 1/6 de la surface habitable. La surface de baies supérieure à ce seuil est considérée comme une surface de parois opaques verticales.

....

Art. 16. - La valeur du coefficient $U_{bât}$ prise en référence, appelé « coefficient moyen de référence de déperdition par les parois et les baies du bâtiment », noté « $U_{bât-réf}$ », s'exprime sous la forme suivante :

$$\frac{a1.A1 + a2.A2 + a3.A3 + a4.A4 + a5.A5 + a6.A6 + a7.A7 + a8.L8 + a9.L9 + a10.L10}{A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6 + A7}$$

B.T.S. Etudes et Economie de la Construction		Session 2010
EEETUTC	Sous Epreuve U.5.1 : Etudes Techniques	Page : 16 / 23

Avec :

A1 : surface des parois verticales opaques, y compris les parois verticales des combles aménagés et les surfaces projetées des coffres de volets roulants non intégrés dans la baie, à l'exception des surfaces opaques prises en compte dans A5, A6 et A7 ;

A2 : surface des planchers hauts et toitures autres que ceux pris en compte en A3 ;

A3 : surface des planchers hauts donnant sur l'extérieur en béton ou en maçonnerie pour tout bâtiment, et surface des planchers hauts à base de tôles métalliques nervurées des bâtiments non résidentiels ;

A4 : surface des planchers bas ;

A5 : surface des portes, exception faite des portes entièrement vitrées ;

A6 : surface des fenêtres, des portes entièrement vitrées, des portes-fenêtres et des parois transparentes ou translucides des bâtiments non résidentiels ;

A7 : surface des fenêtres, des portes entièrement vitrées, des portes-fenêtres ou des parois transparentes et translucides des bâtiments résidentiels ;

L8 : linéaire de la liaison périphérique des planchers bas avec un mur ;

L9 : linéaire de la liaison périphérique des planchers intermédiaires ou sous comble aménageable avec un mur ;

L10 : linéaire de la liaison périphérique avec un mur des planchers hauts en béton, en maçonnerie ou à base de tôles métalliques nervurées.

Les surfaces prennent en compte les spécifications de l'article 12.

Les valeurs des coefficients a_1 à a_{10} sont données dans le tableau ci-dessous :

COEFFICIENT a_i	ZONES H1, H2 et H3 > 800 m	ZONE H3 < 800 m
a_1 (W/m^2K)	0.36	0.40
a_2 (W/m^2K)	0.20	0.25
a_3 (W/m^2K)	0.27	0.27
a_4 (W/m^2K)	0.27	0.36
a_5 (W/m^2K)	1.50	1.50
a_6 (W/m^2K)	2.10	2.30
a_7 (W/m^2K)	1.80	2.10
a_8 (W/m^2K)	0.40	0.40
a_9 (W/mK)	0,55 pour les maisons individuelles 0,60 pour les autres bâtiments	0,55 pour les maisons individuelles 0,60 pour les autres bâtiments
a_{10} (W/mK)	0,50 pour les maisons individuelles 0,60 pour les autres bâtiments	0,50 pour les maisons individuelles 0,60 pour les autres bâtiments

3- Déperditions thermiques $U_{bât}$:

Le coefficient $U_{bât}$ est le coefficient moyen de déperdition par transmission à travers les parois déperditives séparant le volume chauffé du bâtiment, de l'extérieur, du sol et des locaux non chauffés. Il s'exprime en $W/(m^2.K)$.

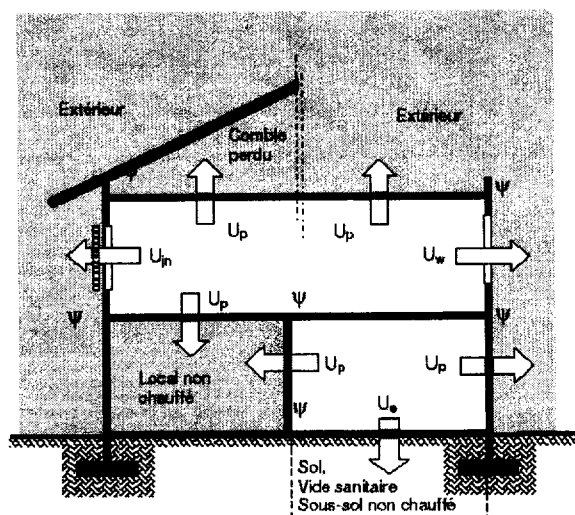


Figure 8 : Coefficients de transmissions thermiques U , ψ des composants limitant le volume chauffé d'un bâtiment.

Formule générale

Le coefficient U_{bat} se calcule d'après la formule suivante :

$$U_{\text{bat}} = \frac{\sum_i A_i U_i (b_i) + \sum_j l_j \Psi_j (b_j) + \sum_k \chi_k (b_k)}{\sum A_i} \quad (1)$$

Avec :

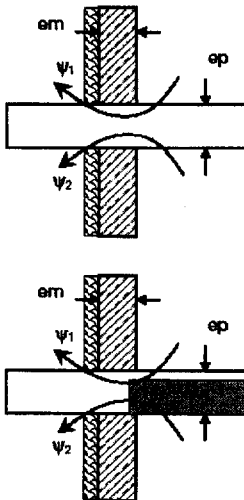
- A_i : Aire intérieure de la paroi déperditive i du bâtiment, en m^2
- U_i : Coefficient de transmission thermique de la paroi
- Paroi déperditive i du bâtiment, en W/m^2K
- b : Coefficient de réduction des déperditions, respectivement à travers les composants i, j et k
- l_j : Linéaire du pont thermique j , en m
- Ψ : Coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique de la liaison j en W/mK
- χ_k : Coefficient thermique ponctuel du pont thermique tridimensionnel k , en W/K

4- Ponts thermiques isolation par l'extérieur :

(Tableaux donnant les valeurs de $\Psi = \Psi_1 + \Psi_2$)

- Mur en maçonnerie courante

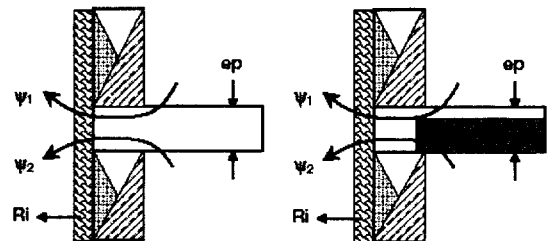
ITE.2.2.3 - Plancher en béton plein ou à entrevous béton ou terre cuite



$20 \leq e_m \leq 25$	0,71	0,85	0,98
$25 < e_m \leq 30$	0,67	0,80	0,93

- Mur en béton plein, maçonnerie courante ou en maçonnerie isolante de type a




ITE.2.1.1 - Plancher en béton plein, à entrevous béton ou terre cuite ou plancher léger



2	0,09	0,11	0,13
3	0,06	0,07	0,09

ep : Epaisseur du plancher brut
Ri : Résistance de l'isolant

5- Résistances superficielles

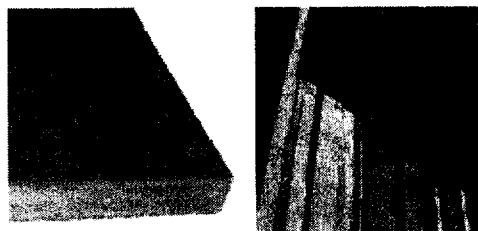
Paroi verticale inclinaison $\geq 60^\circ$  Flux horizontal	0,13	0,04	0,17
Flux ascendant 	0,10	0,04	0,14
Paroi horizontale inclinaison $< 60^\circ$  Flux descendant	0,17	0,04	0,21

(1) Si la paroi donne sur un autre local non chauffé, R_s s'applique des deux côtés.
 (2) Un local est dit ouvert si le rapport de la surface totale de ses ouvertures permanentes sur l'extérieur, à son volume, est égal ou supérieur à $0,006 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Ce peut être le cas, par exemple, d'une circulation à l'air libre, pour des raisons de sécurité contre l'incendie.

5- Panolène façade :

PANOLENE FACADE

Panneau en laine de verre revêtu sur une face d'un voile de verre renforcé. Utilisation en Isolation par l'extérieur



CARACTERISTIQUES

	Code	Niveau	Unité
Conductivité thermique	λ_D	0,038	W/(m.K)
Tolérance d'épaisseur	d	T2	
Réaction au feu	Euroclasse	A1	
Absorption d'eau à court terme	W_s	< 1	kg/m ² en 24 h
Perméabilité à la vapeur	Mu	1	

REFERENCES CONDITIONNEMENT ET DISPONIBILITE

référence	RD m ² K/W	Epaisseur mm	Longueur m	Largeur m	panneaux/paquet	paquet/pal	m ² /paquet
72182	1,20	45	1,35	0,60	16,00	24,00	12,96
72183	1,60	60	1,35	0,60	12,00	24,00	9,72
72184	2,00	75	1,35	0,60	10,00	24,00	8,10
72185	2,65	100	1,35	0,60	7,00	24,00	5,67
73916	3,20	120	1,35	0,60	6,00	24,00	4,86

6.2 Résistance des sections transversales

(...)

6.2.3 Traction

La condition suivante doit être satisfaite :

$$\frac{N_{ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

Avec $N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd}; N_{net,Rd})$ et

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad N_{u,Rd} = \frac{0.9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \quad N_{net,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

6.2.4- Compression simple sans risque de flambement :

La condition suivante doit être satisfaite :

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1.0$$

Avec $N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ pour les sections transversales de classe 1, 2 ou 3

6.2.5 Moment fléchissant

La condition suivante doit être satisfaite :

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1.0 \quad \text{avec :}$$

• $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ pour les sections transversales de classe 1 ou 2

• $M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ pour les sections transversales de classe 3

Et $\gamma_{M0} = 1.00$

(...)

6.3 Résistance des barres aux instabilités

6.3.1 Barres uniformes comprimées

6.3.1.1 Résistance au flambement

Caractéristiques de la section :

Rayon de giration : $i = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}}$ avec : I_{min} : Moment quadratique suivant l'axe de plus faible inertie

Élancement : $\lambda = \frac{l_f}{i}$

Élancement réduit : $\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1}$ et $\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93.9$

Cas d'un élément en compression simple

- Si $\bar{\lambda} \leq 0.2$, il n'y a pas lieu de tenir compte du risque de flambement
- Si $\bar{\lambda} > 0.2$, la condition suivante doit être satisfaite :

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

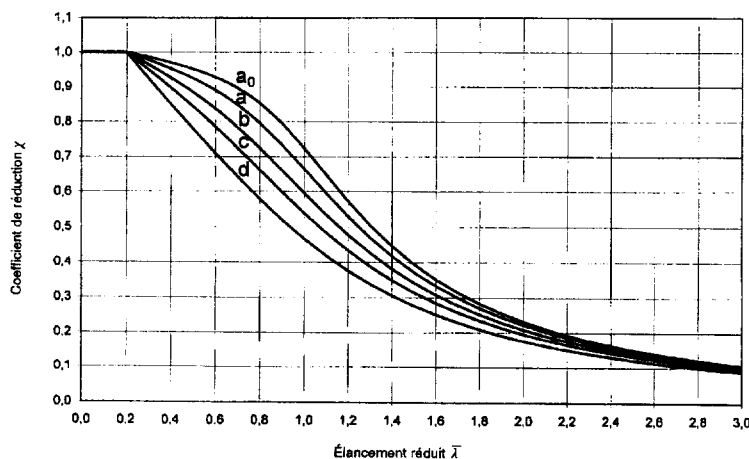
$N_{b,Rd}$: Résistance de calcul de la barre comprimée au flambement
Pour les sections de classe 1,2 ou 3 :

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

Avec $\gamma_{M1} = 1.00$

χ : Coefficient de réduction pour le mode de flambement approprié

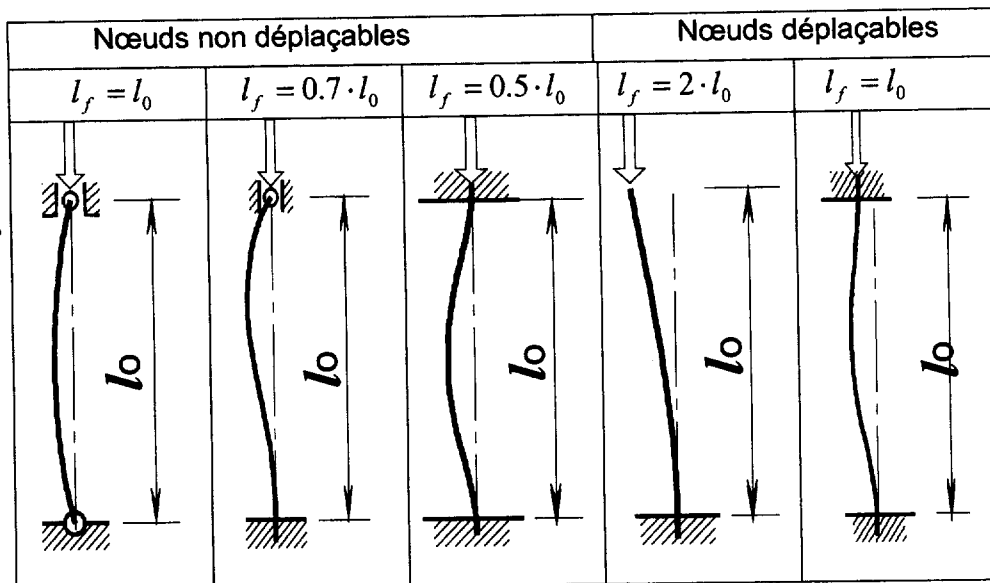
χ peut être calculé (formules compliquées et longues) ou on peut utiliser l'abaque suivante donnant χ en fonction de $\bar{\lambda}$. Le choix de la courbe de flambement dépend du type de section choisi



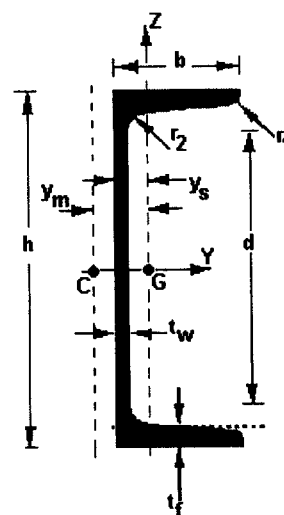
Annexe 3.2 : Caractéristiques des profilés type UPN

Longueur de flambement :

La longueur de flambement (l_f), dépend de la longueur libre de la pièce ainsi que des liaisons de la pièce à ses extrémités



Poutrelles UPN
NF A 45-202



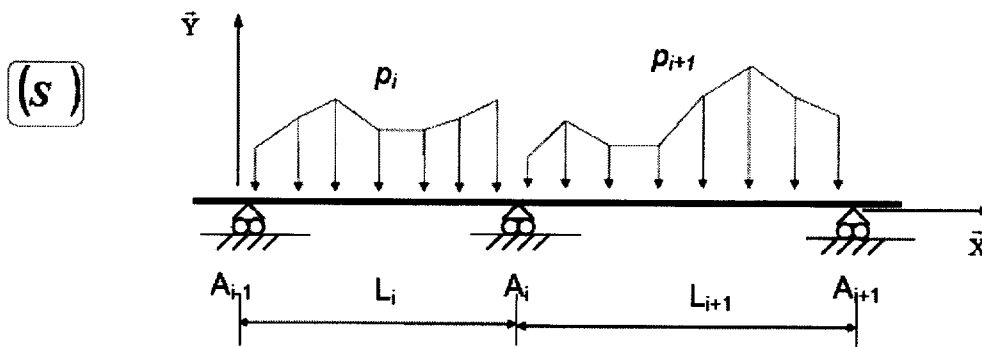
Désignation	Masse par m kg/m	Dimensions						Surface de peinture		Caractéristiques de calcul							
		h	b	t _w	t _f	r	d	m ² /m	m ² /t	axe fort y-y				axe fort z-z			
										I _y	W _{el.y}	W _{pl.y}	i _y	I _z	W _{el.z}	W _{pl.z}	i _z
UPN 80	8,65	80	45	6,0	8,0	8,0	47	0,321	37,10	106	26,6	32,3	3,1	19,4	6,38	11,9	1,33
UPN 120	13,40	120	55	7,0	9,0	9,0	82	0,434	32,52	364	60,7	72,6	4,6	43,2	11,10	21,2	1,59
UPN 160	18,80	160	65	7,5	10,5	10,5	115	0,546	28,98	925	116,0	138,0	6,2	85,3	18,30	35,2	1,89
UPN 200	25,30	200	75	8,5	11,5	11,5	151	0,661	26,15	1910	191,0	228,0	7,7	148,0	27,00	51,8	2,14
UPN 240	33,20	240	85	9,5	13,0	13,0	184	0,775	23,34	3600	300,0	358,0	9,2	248,0	39,60	75,7	2,42
UPN 280	41,80	280	95	10,0	15,0	15,0	216	0,890	21,27	6280	448,0	532,0	10,9	399,0	57,20	109,0	2,74
UPN 320	59,50	320	100	14,0	17,5	17,5	246	0,982	16,50	10870	679,0	826,0	12,1	597,0	80,60	152,0	2,81
UPN 380	63,10	380	102	13,5	16,0	16,0	313	1,110	17,59	15760	829,0	1014,0	14,0	615,0	78,70	148,0	2,77

FORMULAIRE : POUTRE ISOSTATIQUE SUR 2 APPUIS

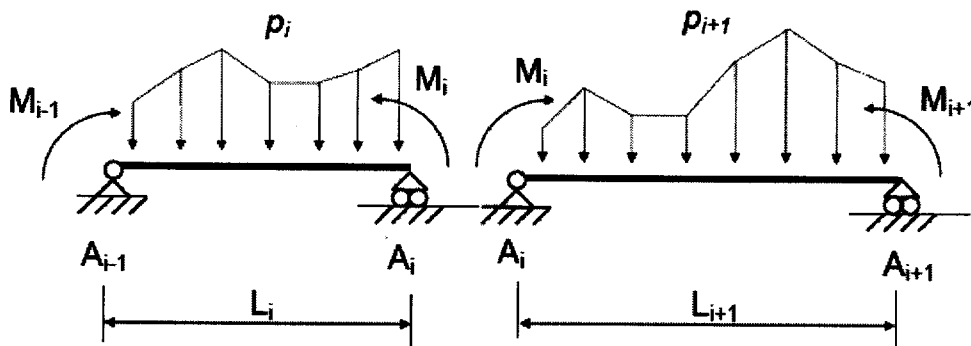
Schéma mécanique	Rotation aux appuis	Flèche
	$\omega_A = -\frac{pL^3}{24EI}$ $\omega_B = \frac{pL^3}{24EI}$	$f_{(L/2)} = \frac{5pL^4}{384EI}$

THEOREME DES 3 MOMENTS :

Poutre continue à n travées sur (n+1) appuis :



Système isostatique associé :



Formule de Clapeyron avec EI = constante :

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

où ω_{di} représente la rotation à droite de l'appui i dans la travée isostatique associée

Formule donnant le moment en un point M d'abscisse x sur la travée i

$$M_i(x) = M_{i,iso}(x) + \left(1 - \frac{x}{L_i}\right) M_{i-1} + \frac{x}{L_i} M_i$$

Document réponse : Calcul de U_{bat} et U_{bat-ref}

		Calcul de U _{bat}				Calcul de U _{bat-ref}		
	Type	Surface m ² longueur m	U (W/m ² K) ou ψ (W/mK)	b	U _{bat}	Surface m ² longueur m	Coefficients ai (W/m ² K ou W/mK)	U Bât-ref
A1	Mur isolé par l'extérieur	501.20		1				
A2	Plafond sous comble	457.20	0.189	1		457.20		
A4	Plancher bas	476.60	0.302	0.44		476.60		
A5	portes	43.30	1.800	1		43.30		
A7	Fenêtres sans fermeture	6.24	2.200	1				
A7	Fenêtres avec fermeture	223.60	2.000	1				
	Surface Coffres volets roulants	30.00	2.300	1				
L8	Liaison plancher bas / mur extérieurs	109.40	0.560	1		109.40		
L9	Liaison planchers intermédiaires/murs extérieurs			1	17.60			124.38
L10	Liaison combles/ mur extérieurs (*)	0.00		1	0.00	0.00		0.00
Déperdition totale du bâtiment par degré Kelvin :								
Surface totale intérieure des parois prises en compte en m ² :					1738.14			1738.14
Valeurs de U _{bat} et U _{bat-ref}								

Nota : seules les cases blanches sont à remplir, pas les cases grisées

Récapitulatif : U_{bat} = U_{bat-ref} =