

EDE ARC 2

SESSION 2020

**CAPET
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP CORRESPONDANT**

Section : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR

Option : INGÉNIERIE DES CONSTRUCTIONS

**ÉTUDE D'UN SYSTÈME, D'UN PROCÉDÉ OU D'UNE
ORGANISATION**

Durée : 4 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPET de l'enseignement publics :**

Concours	Section/option	Épreuve	Matière

► **Concours externe du CAFEP/CAPET de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Épreuve	Matière

► **Troisième concours du CAPET de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Épreuve	Matière

SOMMAIRE

	Page
Présentation :	
Information aux candidats et sommaire du sujet	02
Présentation du support d'études	03
Éléments de contexte	04
Questionnaire :	
Étude 1 : Programme du projet de construction.	04
Étude 2 : Étude des modes constructifs des verticaux	05
Étude 3 : Étude du ferrailage d'une longrine	06
Étude 4 : Étude du banchage de la coque extérieure	07
4A : Stabilité des banches au vent	07
4B : Stabilité des banches à la poussée des bétons	07
4C : Validité des matériels	08
Étude 5 : Étude de la toiture	08
5A : Choix architectural ; choix technologique	08
5B : Étude acoustique	09
5C : Étude thermique	09
5D : Étude de sécurité incendie	09
Documents techniques :	
DT1 : Plan des façades du bâtiment	10
DT2 : Documentations diverses sur les banches	11
DT3 : Plan d'installation de chantier	13
DT4 : Plan de repérage des détails de toiture	14
DT5 : Documentation produit IN 229A+ Alpha	15
Annexes :	
A1 : Gestion numérique du projet de construction - BIM	16
A2 : Rappels d'acoustique	18
A3 : Rappels de thermique	19
Documents réponses :	
DR 1 : Étude des modes constructifs	20
DR 2 : Étude d'une longrine	21
DR 3 : Étude de l'étanchéité de la toiture	22
DR 4 : Étude de sécurité incendie	22

Nota : Les différentes études de ce questionnaire sont totalement indépendantes les unes des autres et peuvent être traitées dans un ordre quelconque choisi par le(la) candidat(e).

Présentation du support d'études
Construction du MAILLON
Théâtre de Strasbourg - Scène Européenne.



Image 1 : façade sud du Maillon ; Source : LAN (Jallon /Napolitano) Architecte Mandataire



Image 2 : Façade de l'entrée commune du parc des expositions et de celle du théâtre «Le Maillon» avant déconstruction et rénovation urbaine - Source Google Earth-



Image 3 : Vue aérienne de la façade de l'entrée du parc des expositions à déconstruire et de l'emplacement du site du projet du nouveau Maillon en construction -Source Google Earth-

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPET de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EDE	1411E	102	7048

► **Concours externe du CAFEP/CAPET de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EDF	1411E	102	7048

ÉLÉMENTS DE CONTEXTE :

L'Eurométropole de Strasbourg a engagé une démarche ambitieuse de réorganisation du site du **Wacken**, concrétisée par la création d'un quartier d'affaires international dénommé **Archipel** et par la modernisation d'équipements publics existants tel le Palais de la Musique et des Congrès.

Le transfert, dans de nouvelles structures séparées, du Parc des Expositions abritant jusqu'alors l'ancien théâtre municipal « **Le Maillon** », participe également à cette dynamique urbaine.

Les réflexions menées par les élus et décideurs de la ville de Strasbourg quant au devenir de ce théâtre, résultent entre autres du questionnement du philosophe Jacques Derrida dans son ouvrage « **L'autre cap** ».

« .../... se faire les gardiens d'une idée de l'Europe, d'une différence de l'Europe qui consiste précisément à ne pas se fermer sur sa propre identité et à s'avancer exemplairement vers ce qui n'est pas elle, vers l'autre cap ou le cap de l'autre, voire, et c'est peut être tout autre chose, l'autre du cap, qui serait l'au-delà de cette tradition moderne, une autre structure de bord, un autre rivage ? »

Il en a résulté le choix clairement affiché d'associer l'Union Européenne dans ce projet original en décidant la construction d'un nouveau bâtiment dédié à la création culturelle au cœur du quartier des institutions européennes et en le labellisant :

« MAILLON – Théâtre de Strasbourg – Scène Européenne »

Étude 1 - PROGRAMME DU PROJET DE CONSTRUCTION.

Objectif : *Appréhender un projet de construction dans l'intégralité de sa conception, tant dans la réflexion philosophique que dans les missions des acteurs de la construction et ce, en intégrant les recommandations du plan de transition numérique du bâtiment (PTNB)*

Question 01 : *[Voir éléments de contexte]*

⇒⇒⇒ *Commenter succinctement (30 mots environ soit 3 lignes), le rapprochement entre le questionnement du philosophe Jacques Derrida et le projet du Maillon.*

Question 02 : *[Voir image 2 Façade de l'entrée du parc des expositions page 3]*

Ce projet de construction de nouveaux bâtiments dédiés à la scène culturelle amène concomitamment la déconstruction des actuelles installations inaugurées pour certaines, en **1926**, dont l'entrée du parc des expositions.

⇒⇒⇒ *Rappeler le style architectural de ce bâtiment. Établir une liste complémentaire de 4 styles architecturaux avec leur époque principale et lieux associés.*

Question 03 :

[Voir ci-contre une partie du cartouche de l'un des plans réalisé par le cabinet d'architecture LAN]

Nombre d'acteurs de la construction unissent leurs efforts pour concrétiser et matérialiser l'idée d'un maître d'ouvrage d'édifier une construction. Parmi ceux-ci : le « programmiste ».

⇒⇒⇒ Décrire, en la résumant (30 mots maximum soit 3 lignes), la mission principale du « **programmiste** » dans l'acte de construire.

Quels sont ses interlocuteurs privilégiés ?



Question 04 :

[Voir Annexe A1]

On peut considérer que le processus BIM se résume par « construire avant de construire », soit concevoir un avatar numérique de la construction, avant sa réalisation concrète.

⇒⇒⇒ Décrire et justifier simplement le processus de gestion de l'information mis en œuvre tout au long d'un projet collaboratif BIM. (Rôle des intervenants, organisation, etc.)

Question 05 :

Tous les projets de construction suivent un protocole calendaire imposant entre autres, certains délais administratifs, d'études etc.

⇒⇒⇒ Indiquer en le justifiant la position d'intervention du programmiste dans la « frise calendaire » des cycles de la maquette numérique du projet de construction.

Question 06 :

⇒⇒⇒ Illustrer par des exemples, quelques activités pouvant relever de la fonction principale du BIM Manager et ce, dans la phase conception du projet.

Étude 2 - ÉTUDE DES MODES CONSTRUCTIFS DES VERTICAUX

Objectif : Établir le choix du mode constructif des éléments verticaux en fonction des critères retenus par l'entreprise.

Document réponses DR 1 page 20 à renseigner

Question 07 : Variante au mur banché : le « mur à coffrage intégré – MCI- ».

A ce jour, se substituant au traditionnel « mur de maçonnerie », le mur à coffrage intégré a largement émergé dans la gamme des produits préfabriqués. Les principaux fabricants (**SPURGIN-LEONART, FEHR, IDSB, RECTOR**, etc.), avec leurs solutions innovantes (prémur, précoffré, armacoffré etc.), ont su proposer une alternative au « mur banché ».

⇒⇒⇒ Rappeler les obligations administratives permettant l'utilisation et la mise en place réglementaires de nouveaux matériaux ou complexes destinés à la construction.

Question 08 : Technologie des différents modes verticaux.



La photo ci-dessus (prise lors de la phase construction) montre clairement que les éléments verticaux sont réalisés soit avec des banches (en particulier les façades extérieures), soit avec des murs à coffrage intégré préfabriqués (murs intérieurs délimitant les différents espaces et salles).

⇒⇒⇒ *Lister, sans les décrire, les différents modes opératoires susceptibles d'assurer la fonction que remplissent les verticaux (murs et poteaux)*

Question 09 : Critères de choix : Mur banché vs Mur à Coffrage Intégré.

L'entreprise ALBIZZATI a considéré pertinente l'utilisation des 2 modes constructifs. Dès lors, on peut admettre qu'il n'y ait pas **LA** solution mais **UNE** solution, susceptible de s'adapter au mieux aux exigences déterminées par les critères de choix.

⇒⇒⇒ *Donner une valeur d'impact (0 pour défavorable à 3 favorable) dans le tableau du DR1 selon les critères proposés dans le choix de réalisation et commenter si besoin.*

Étude 3 - ÉTUDE DU FERRAILLAGE DE LA LONGRINE LG14.2

Objectif : *Contrôler les armatures dans une longrine en vérifiant la bonne adéquation entre leur position et les sollicitations qu'elles doivent reprendre.*

Document réponses DR 2 page 21 à renseigner

Question 10 : Rôle de chacune des barres dans la cage d'armatures.

⇒⇒⇒ *Sur le plan de ferrailage (épuré), faire coïncider le nombre correspondant au N° de la barre du tableau des aciers. Indiquer le rôle de chacune des barres par rapport aux sollicitations internes ($M_f(x)$; $N(x)$; $V(x)$) ou et aux dispositions constructives*

Question 11 : Modélisation mécanique.

Voir Nota dans l'encadré du DR2

⇒⇒⇒ *Modéliser la longrine et établir le schéma de principe des graphes des éléments de cohésion correspondants. Vérifier la concordance entre barres et actions sollicitantes.*

Question 12 : Établissement du ratio d'armatures.

⇒⇒⇒ *Calculer le ratio des armatures dans la longrine (NB : On admet un poids volumique des aciers de $78 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$). Est-il compatible avec les valeurs courantes ; Valider -ou non-.*

Étude 4 - ÉTUDE DU BANCHAGE DE LA COQUE EXTÉRIEURE

Objectif : Valider la stabilité des outils coffrants vis-à-vis des charges extérieures (effets du vent, poussée du béton) et la conformité des matériels vis-à-vis de leurs contraintes.

Le questionnaire proposé dans ce thème explore l'un des modes opératoires majeurs utilisés dans la construction : le banchage. Permettant la finalisation des verticaux, les matériels nécessaires ainsi que leurs manipulations doivent suivre des protocoles de sécurité exigeants.

Aussi n'est-il pas rare de voir des maîtrises d'ouvrage aller au-delà des dispositions courantes et imposer de fait aux entreprises bénéficiaires du marché, des conduites plus contraignantes.

Documents à consulter : Documents techniques DT 2 pages 11-12 et DT 3 page 13

4A/ Stabilité des banches au vent.

Pour les trames de façade (ht 14m et lg 13,5m), l'entreprise utilise des banches **SATECO TPC** de dimensions : ht = 3m * lg = 2m. 35 panneaux sont assemblés pour constituer un train de banches (Ht :15m*Lg :14m) et permettent le coulage en **continu** des 62,5m³ de béton (avec affaissement 7,5cm) nécessaires pendant la journée complète de 7 heures. Les étais de stabilisation sont placés à une hauteur de 8m et on note que les banches doivent être stabilisées pour des vents de la région de Strasbourg (zone 1). Le poids total du train à manutentionner, y compris les modénatures, est pris égal à **25 tonnes**.

Question 13. Pression réglementaire du vent [Voir DT 2 §B]

⇒⇒⇒ Calculer la pression réglementaire du vent à prendre en compte sur la banche.

Question 14. Modèle mécanique et validation des matériels [1]. [Voir DT 2 §A et B]

Quel que soit le résultat trouvé, prendre la valeur **100 daN/m²** pour la suite de l'étude.

⇒⇒⇒ Relever l'ensemble des valeurs [H;T;L;D;B] à prendre en compte pour la vérification de stabilité. Établir le modèle mécanique qui permettra l'étude en configuration « Vent sur peau de coffrage du train de banches » et valider le type d'étau retenu.

Question 15. Validation du choix de matériels [2]. [Voir DT 2 §A et B]

Quelque soit le résultat trouvé, on prendra un effort de **compression de 30 kN** dans l'étau. On admet égal à **0,275 le coefficient de frottement** entre lest (acier) et son assise (bois). NB : On considère que le bracon horizontal est sans effet sur le lest.

⇒⇒⇒ Valider le type de lest dans la configuration retenue par l'entreprise (H8 T5 L3 D4,3 B3) Conclure quant à la stabilité de l'ensemble dans la configuration « Vent sur face arrière du train » si est conservée l'hypothèse formulée sur le bracon.

4B/ Stabilité des banches à la poussée des bétons.

Question 16. Vitesse de levée du béton. [Voir DT 2 §C]

⇒⇒⇒ Calculer la vitesse de levée du béton frais et la poussée constante (en kN/m/m) du béton en zone basse. En déduire la poussée totale du béton sur l'ensemble du train.

4C/ Validité des matériels (tiges filetées et chaînes de levage).

Question 17.

[Voir DT 2 §D]

⇒⇒⇒ Calculer la surface de banche reprise par une tige de serrage. En déduire l'effort de traction sollicitant la tige dans les zones de pression maximale et constante. Proposer un type de tige répondant aux critères de sécurité.

Question 18.

[Voir DT 2 §D]

On peut constater un différentiel de température de 10 degrés dans la tige de serrage entre le début du coulage [temps $t_0 = 0$] et le début de prise [temps $t_1 = 1$ heure],

⇒⇒⇒ Calculer la déformation en % et l'allongement (en mm) entraînés par la dilatation de l'acier. Comparer les valeurs obtenues avec celles dues à l'effort de traction calculé dans la question précédente. Commenter.

Question 19.

[Voir DT 2 §D]

La manutention du train de banches complet de 25 tonnes s'effectue grâce à une grue mobile sur pneus Liebherr LTM 1250-5.1. Deux chaînes de longueur 12 mètres sont accrochées à 2 anneaux dont l'écartement est de 9,40 m.

⇒⇒⇒ Calculer l'effort dans les élingues et proposer le type de chaîne le mieux adapté au contexte. Valider l'angle d'élingage au regard des règles de sécurité communément admises. Conclure quant au choix des matériels chaînes et tiges.

Question 20.

[Voir DT 3]

⇒⇒⇒ Établir la liste des principales informations susceptibles d'être données dans le « PIC ». Quelle décision est à prendre quant aux différentes opérations de levage après analyse de ce document ?

Étude 5 - ÉTUDE DE LA TOITURE

Objectif : Assurer le confort acoustique et thermique de la toiture du bâtiment, tout en s'assurant de certaines contraintes imposées par la réglementation de sécurité incendie.

Documents à consulter : DT 4 et DT 5 pages 14-15 ; Annexes A2 et A3 pages 18-19 ;
Doc réponses DR 3 et DR 4 page 22 à renseigner

5A/ Choix architectural ; Choix technologique

Question 21 : Parti-pris architectural de la toiture du bâtiment.

[Voir DT 4]

Pour remplir la même fonction de couverture, sont utilisés 2 matériaux structurels : des éléments de type « bac acier » (espace de convivialité et salles de spectacle), ainsi que le béton, coiffant le reste de l'ensemble des surfaces et servant de support aux terrasses.

⇒⇒⇒ Expliquer sommairement la pertinence du choix de la maîtrise d'œuvre quant à l'utilisation de ces 2 modes de couverture.

Question 22 : Technologie des parties en terrasse de la toiture.

[Voir détail1 DT 4]

Les terrasses ceinturant la couverture des 3 salles doivent être traitées différemment selon leur lieu, d'où des épaisseurs variables d'isolant. Elles doivent aussi être étanchéifiées et être en capacité de retenir l'eau sur une hauteur donnée en cas de fortes intempéries.

⇒⇒⇒ Renseigner et compléter sur le DR 3 le schéma de détail 01 matérialisant la zone courante de la terrasse. Justifier la présence d'un pare-vapeur en cet endroit.

5B/ Étude acoustique

Les salles de spectacle nécessitent une étude acoustique globale afin de satisfaire au mieux le confort « d'écoute » des usagers. On s'intéresse plus particulièrement aux échanges phoniques au niveau de la couverture des salles de théâtre.

Question 23 : Choix du complexe de couverture pour les 3 salles. [Voir DT 5 et A2]

Pour les zones de **couverture** de ces salles, les contraintes données dans le CCTP imposent les valeurs suivantes : Affaiblissement acoustique RA_{tr} **strictement supérieur à 53dB** et un coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w \geq 0,90$.

Dans sa réponse à l'appel d'offre, l'entreprise SCHONENBERGER propose un complexe, dont le principe repose sur l'utilisation combinée de 2 produits dont le «IN 229A+ Alpha».

⇒⇒⇒ Expliquer en quoi le seul produit **IN 229A+ Alpha** ne répond pas au CCTP.

5C/ Étude thermique

Les salles de spectacle rentrent dans la catégorie des locaux occupés par intermittence et de ce fait, ne sont pas contraints par la réglementation thermique en vigueur.

Cependant, le BET thermique a défini les performances thermiques minimales des enveloppes des complexes à obtenir en fonction des salles.

Lieu salle de spectacles	Toiture béton	Toiture bac acier
Exemple de composition de paroi	4cm LM + Béton + 16cm LM	Bac Acier + 16cm LM
Coef de transmission thermique surfacique U_p	$U = 0,17 \text{ W/m}^2.K$	$U = 0,21 \text{ W/m}^2.K$

Tableau des performances thermiques en fonction du lieu (NB : LM = laine minérale)

Question 24 : Performance thermique du complexe proposé [Voir DT 5 et A3]

⇒⇒⇒ Rechercher et valider la valeur du coefficient de transmission thermique surfacique du complexe retenu, puis calculer l'épaisseur d'une couche d'isolant (de $\lambda = 0,035 \text{ W/m.K}$) qui aurait la même performance thermique que le complexe «IN 229 A + Alpha».

5D/ Étude de sécurité incendie

Question 25 : Étude du désenfumage des salles.

[Voir DT 4 et DR 4]

Le désenfumage est réalisé grâce à des dispositifs d'évacuation naturelle de fumées et de chaleur (**DENFC**) et aux amenées d'air par ouverture de portes et sas d'accès. Pour les salles concernées, (grande et petite salles, espaces de convivialité et de déambulation), le bureau d'étude indique que la surface libre d'amenée de l'air (**SLA**) totale est de **38.40 m²**.

⇒⇒⇒ Sur le DR 4, calculer la surface utile totale des évacuations de fumée (surface utile d'ouverture du dispositif d'évacuation –**SUE**- et surface utile d'une installation de DEFNC –**SUI**-) dans les espaces concernés.

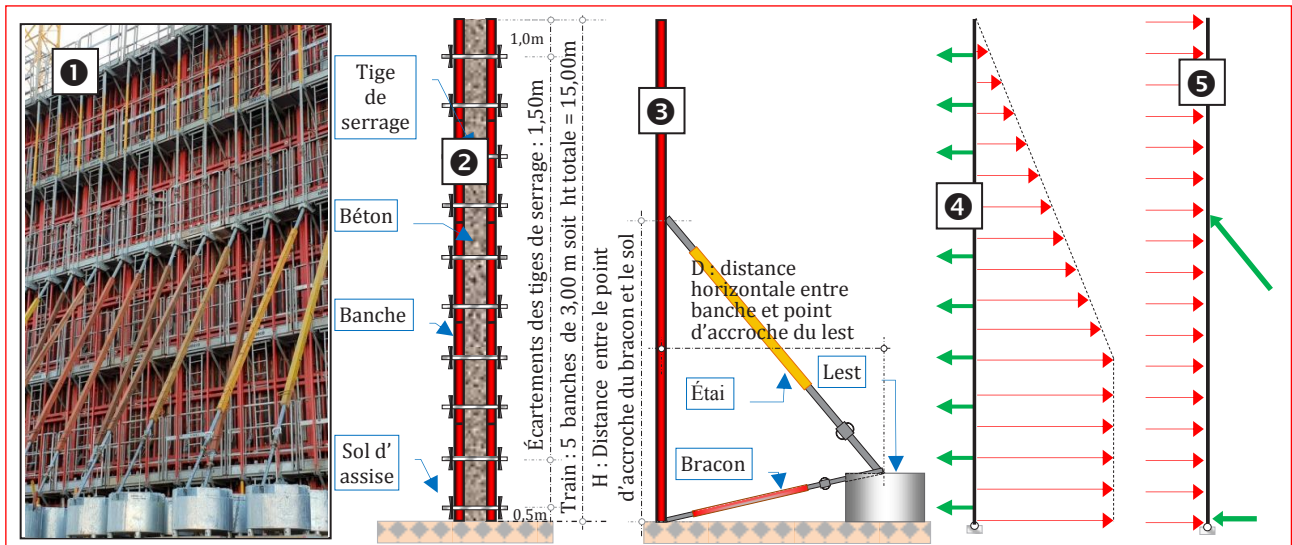
Vérifier la conformité des relations : **1** : $SUE_{totale} < SLA$ et **2** : $besoin_{total} SUE < SUE_{obtenue}$ avec les dispositifs proposés par l'entreprise SCHOENENBERGER.

Document technique DT 1 : VUES DES FAÇADES DU BÂTIMENT



Document technique DT 2 : DOCUMENTATIONS DIVERSES BANCHES

A/ Schémas et modèles d'études



1 Modèle réel **2** Schéma pour l'étude de stabilité à la poussée du Béton **3** Schéma pour l'étude de stabilité au vent. **4** Modèle poussé du B. **5** Modèle stabilité au vent.

Schémas et modèles simplifiés d'études du train de banches de type SATECO TPC

NB : Poids des banches et actions du sol (dues à la liaison rotule) qui lui sont appliquées, ne sont pas représentés.

B/ Données complémentaires : documentation SATECO.

Légende : H = hauteur d'accroche des stabilisateurs (en m) ; T = type de stabilisateur ; L = Masse du lest (en t) ; D = distance mini entre banche et lest (en m) ; B = type de bracon

STABÉTAIS T1 STABÉTAI oblique complet (code 2609A440) T2 STABÉTAI T1 + railonge lg1300 (code 26090810) T3 STABÉTAI T1 + railonge lg2000 (code 26090150) T4 STABÉTAI T1 + railonge lg3000 (code 26090250) T5 STABÉTAI T1 + railonge lg5450 (code 2609C730) B1 BRACON BAS complet (code 2609B360) B2 BRACON BAS B1 + railonge lg800 (2609C130) B3 BRACON BAS B1 + 2 railonges lg800 (2609C130)	Hauteur totale en fonction des assemblages des différents modules du train.				
	11 ≤ ht ≤ 11,5	12 ≤ ht ≤ 12,5	13 ≤ ht ≤ 13,5	14 ≤ ht ≤ 14,5	15 ≤ ht ≤ 15,5

Limites d'utilisation du Stabétai T5 : 45 kN et 33 kN en fonction des longueurs min 6,6 m et max 8,9 m.

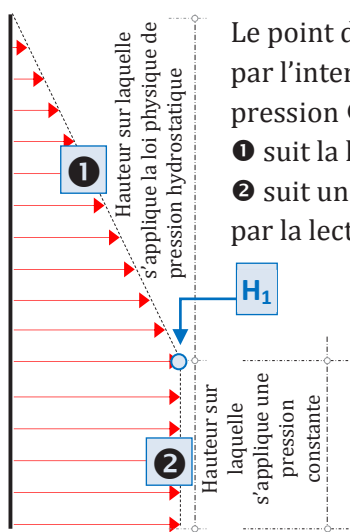
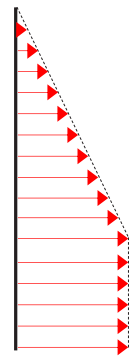
 Zone de vents 1 et 2 : 103 km/h Zone de vents 3 : 126 km/h Zone de vents 4 : 138 km/h	H	H7	H8	H9	H7	H8	H9	H7	H8	H9	H7	H8	H9	H7	H8	H9
	Zone de vents 1 et 2 : 103 km/h	T	T4	T5	T5	T4	T5	T5	T4	T5	T5	T4	T5	T5	T4	T5
Zone de vents 3 : 126 km/h	L	L3	L3	L3	L3	L3	L3	L3	L3	L3	L3	L3	L3	L3	L3	L3
Zone de vents 4 : 138 km/h	D	D3.5	D3.5	D3.5	D2.8	D2.8	D2.8	D3.3	D3.3	D3.3	D3.9	D3.9	D3.9	D4.3	D4.3	D4.3
	B	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B3	B3	B3	B3	B3	B3

L'impact des vents est tel que la pression surfacique qui en découle, exprimée en daN/m², est donnée par la formule empirique $p_{Vent} = C_x * V^2 / 16,3$, avec V vitesse du vent en m.s⁻¹ et C_x (sans unité) le coefficient de traînée aérodynamique le plus défavorable, soit = 1,75.

C/ Modèles retenus pour la poussée des bétons

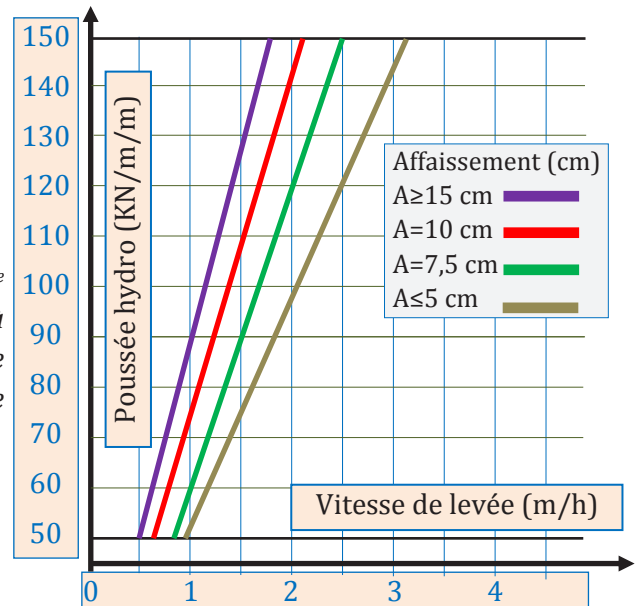
Les efforts dus au béton frais sur la banche sont liés à divers paramètres qui conditionneront et valideront le choix des matériels. Malgré la complexité à établir les modèles, on retient le plus souvent le modèle simplifié ci-contre :

La **pression p** du béton à une hauteur (**profondeur**) **H** suit dans la partie supérieure la **loi physique de poussée hydrostatique** : On considère alors le béton comme un fluide parfait de **densité 2,5** sur une certaine hauteur allant de **H₀ = 0** (point haut du coffrage) jusqu'au niveau **H₁**, niveau défini en fonction du béton et de sa mise en place. La pression se stabilise alors à une valeur spécifique (cf diagramme) correspondant à **H₁** et ce, jusqu'en pied de



Le point de hauteur H₁ est défini par l'intersection des 2 courbes de pression ① et ② ;
 ① suit la loi physique et
 ② suit une constante déterminée par la lecture d'abaque ci-contre.

NB : Les valeurs supérieures et inférieures sont limitées à 150 et 50 kN par mètre de hauteur et par mètre de longueur.



banche.

D/ Données complémentaires : documentations DSI et Levage industriel et divers

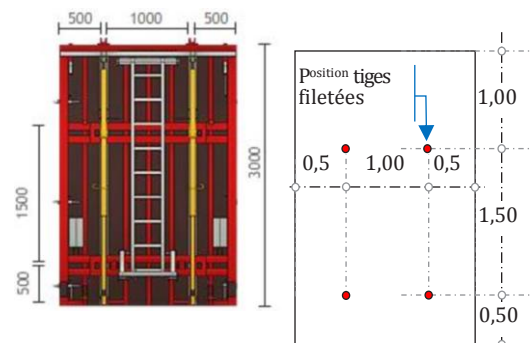
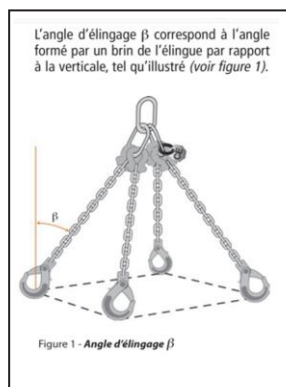
Diamètres et charges caractéristiques des tiges filetées TOURBILLON® FA				Diamètres et charges caractéristiques des chaînes LEVAGE INDUSTRIEL®							
Diamètre nominal	Diamètre noyau	Ch. rupture garantie	Charge d'utilisation	C.M.U Charge Maximum d'Utilisation : valable pour des levages hors chocs et avec des articles en bon état. C.R. : Charge de Rupture							
17 mm	15 mm	195 kN	95 kN	Φ chaîne (mm)	8	10	13	16	20	26	32
23 mm	20 mm	345 kN	172 kN	C.M.U. (en kN)	20	31,5	53	80	125	212	315
30 mm	26,5 mm	495 kN	290 kN	C.R. (en kN)	80	126	212	32	500	848	1260

Rappels divers :

► Loi de HOOKE uniaxiale :
 $\sigma_t = \epsilon * E$; E = 205 GPa

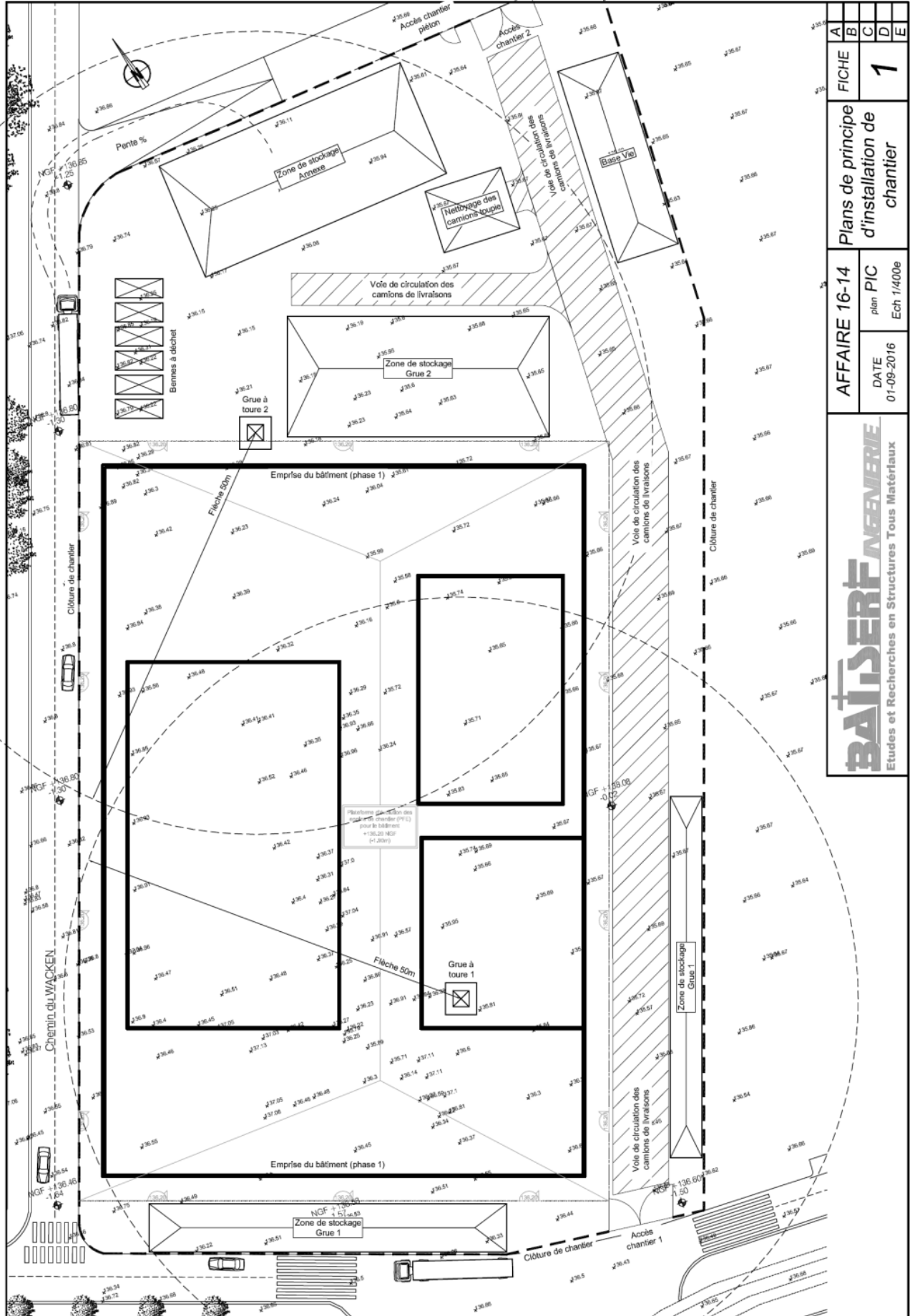
► Loi de dilatation thermique :
 $\Delta L = \alpha * L_0 * \Delta \theta$ ($\alpha = 11.10^{-6}$)

► Accélération de la pesanteur est prise égale à 10 m.s⁻²



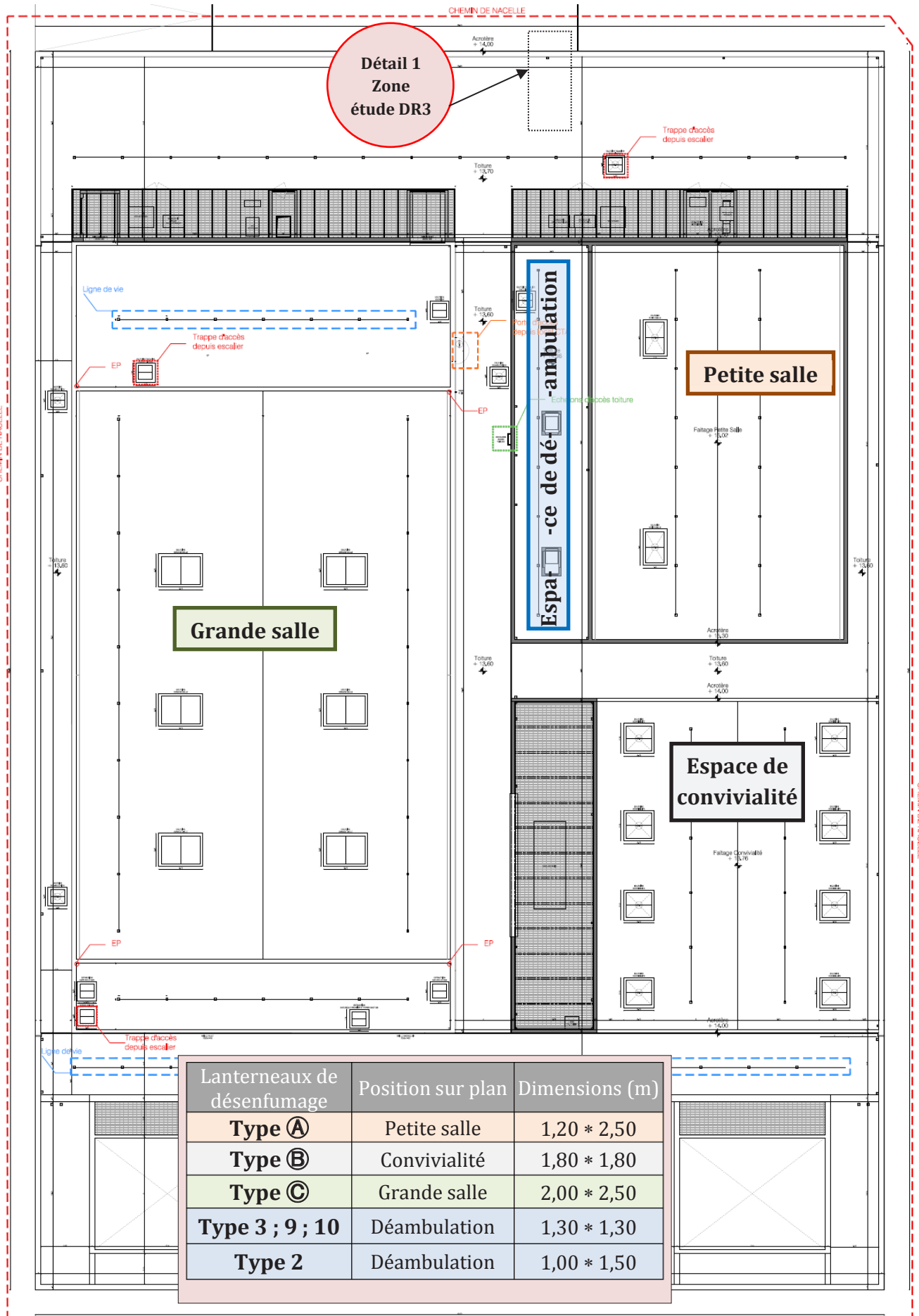
Dimension des modules à assembler pour le train de banches : Longueur 2 m * Hauteur 3 m

Document technique DT 3 : PLAN D'INSTALLATION DE CHANTIER



A	B	C	D	E
FICHE 1				
Plans de principe d'installation de chantier				
AFFAIRE 16-14		plan PIC		
DATE 01-09-2016		Ech 1/400e		
BATISERF Etudes et Recherches en Structures Tous Matériaux				

Document technique DT 4 : PLAN DE REPERAGE DES DÉTAILS DE TOITURE





Performances des systèmes de toiture Globalroof Toitures avec étanchéité



IN 229 A+ Alpha

Exemple de montage du système de toiture Globalroof IN 229 A+ Alpha

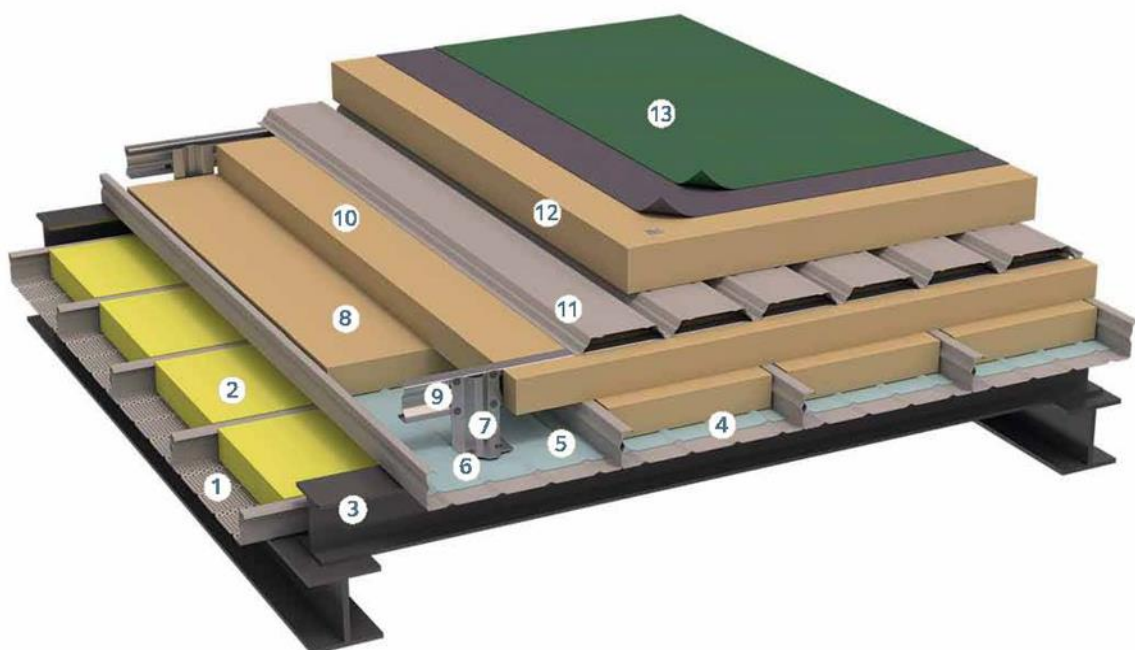
Sous face composée de plateau non porteur **Hacierco C 500.90 P perforé P**
Épaisseur 0,75 mm* posés en continuité de ferme en ferme

- 1- Plateau non porteur **Hacierco C 500.90 P perforé P**
Épaisseur 0,75 mm*
- 2- Laine de verre ou laine de roche épaisseur 90 mm
(éventuellement revêtue d'un voile de verre noir pour esthétique)
- 3- Panne
- 4- Plateau non porteur **Hacierco C 500.90**
Épaisseur 1,25 mm*
- 5- Masse bitumeuse 5 Kg/m²
- 6- Pontage plateau avec pare-vapeur
- 7- Echantignoies
- 8- Laine de roche Sorock ou Cladipan 32 épaisseur 90 mm
- 9- Panne **Multibeam**
- 10- Laine de roche Torock ou Isobardage épaisseur 120 mm
- 11- Profil support d'étanchéité **Hacierco 40 SR**
Épaisseur 0,75 mm*
- 12- Laine de roche épaisseur 120 mm
- 13- Etanchéité multicouche bitume

> **Indice d'affaiblissement acoustique $R_w (C;Ctr) = 64 (-3; -11)$ dB**

> **Coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w = 0,95$**

> **Coefficient de transmission thermique surfacique $U_p = 0,15$ W/m².K**



A] Contexte général

a1] Révolution technologique

La révolution technologique que représente le numérique est à l'origine d'un véritable changement de paradigme économique et sociétal. Il se traduit par des mutations irréversibles dans de nombreux domaines comme l'économie, la santé, la culture, l'organisation du travail, avec des prolongements dans les relations sociales notamment par l'apparition d'un espace nouveau entre sphère publique et sphère privée.

a2] Maquette numérique et BIM

Maquette numérique et BIM sont des termes souvent utilisés à tort de façon interchangeable.

La maquette numérique est un outil de représentation virtuelle du projet : c'est le clone de l'ouvrage à réaliser, son ADN, une agrégation de données contenant tous les renseignements et les détails du projet. On parle parfois d'avatar, d'une préfiguration numérique de l'ouvrage avant sa construction.

Le BIM (traduction officielle française : Bâtiment et Informations Modélisés, parmi d'autres) est un processus de gestion collaboratif du projet reposant sur les échanges et l'enrichissement de la maquette numérique par les acteurs du projet.

a3] Fichier interopérable « .ifc »

Signifiant "Industry Foundation Classes", ce format de fichier numérique orienté objet est utilisé par l'industrie du BTP pour échanger et partager des informations entre logiciels. Il permet de décrire universellement les objets présents dans une maquette numérique (murs, sols, etc.,...) ainsi que de décrire les relations des objets entre eux.

B] Évolution en cours

b1] Contexte (Source : *Le moniteur* 9 mai 2014)

Les évolutions à prendre en compte sont notamment les suivantes :

- des projets de BTP de plus en plus complexes ;
- une demande sociétale et économique de maîtrise approfondie des risques ;
- l'intégration du développement durable sur l'ensemble du cycle de vie des projets (programmation, conception, construction, exploitation, fin de vie) et dans toutes ses dimensions (économique, environnementale, sociétale...);
- un investissement très fort de la communauté internationale du secteur du BTP dans le développement de la maquette numérique ;
- une évolution des grands secteurs d'activité – notamment industriels –, de par leurs structures et avant le secteur du BTP, vers des méthodes de conception, de conduite et de production de projets plus performantes et industrialisées :
 - . partenariats, travail collaboratif ;
 - . utilisation partagée de la maquette numérique ;
 - . suppression ou limitation des plans en papier ;
 - . gestion de bases de données plutôt que de plans ou de fichiers.

b2] Identification des niveaux BIM – Degré d'expérience

BIM de niveau 1 : un acteur crée une maquette numérique pour son propre usage. L'architecte pour concevoir le projet et en extraire les livrables, l'entreprise pour préparer le chantier.

BIM de niveau 2 : chaque acteur crée sa propre maquette. Les différentes maquettes sont ensuite comparées, synchronisées, enrichies puis fusionnées.

BIM de niveau 3 : il s'agit d'un processus de conception intégré à partir d'un modèle numérique unique, hébergé sur un serveur centralisé accessible en temps réel par tous les acteurs du projet

avec des droits d'accès distincts. La conception est concurrente et collaborative. De l'avis des spécialistes, la conception totale en BIM de niveau 3 n'est techniquement pas encore possible sauf dans un environnement mono-logiciel.

C] Définition des niveaux ND et LOD autour d'une maquette numérique

Les niveaux de développement (ND) – de ND1 à ND5 – définissent le niveau de renseignement attendu pour les éléments constituant la maquette numérique selon l'avancement du projet. Cette organisation s'inspire des « **Levels of development** » (LOD) américains, en s'efforçant de franciser les concepts afin qu'un praticien du découpage selon la loi MOP retrouve une certaine similitude.

c1] Identification des niveaux de développement :

ND1 : CONCEPTS – ESQUISSE :

permet d'analyser la maquette numérique pour les aspects d'impacts sur le site : mouvements de sol, masques, vents, interfaces avec les existants, ensoleillement.

ND2 : APS – PERMIS DE CONSTRUIRE :

donne les informations nécessaires au dépôt du permis de construire.

ND3 : APD – PRÉ-SYNTÈSE – PRO/DCE :

Ce ND présente de manière exhaustive les composants de la maquette numérique : ils sont repérés et renseignés et permettent une description détaillée du projet. Ce niveau de développement permet l'établissement de quantitatifs nécessaires à l'estimation financière.

ND4 : SYNTHÈSE – ÉTUDE D'EXÉCUTION –CONSTRUCTION :

Ce ND4 est celui de l'exécution des travaux par l'entreprise. La maquette numérique de ND4 intègre progressivement les caractéristiques des éléments retenus dans les marchés d'entreprises et mis au point durant les études d'exécution. Le titulaire des études d'exécution développe la maquette ND3 et produit ses documents d'exécution, d'usine, de fabrication, d'atelier ; il établit ses commandes, sa méthodologie d'exécution et intègre les informations dans la maquette numérique qui devient ND4. Il permet d'apprécier les impacts éventuels des modifications potentielles pendant la phase d'exécution.

ND5 : DOSSIER DES OUVRAGES EXÉCUTÉS :

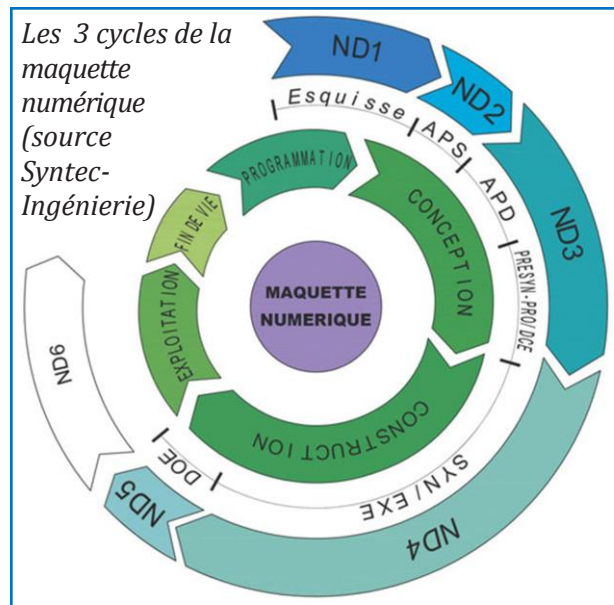
La maquette numérique, double virtuel de la construction, contient toutes les informations des dossiers des ouvrages exécutés (DOE). Ce ND5 permet l'extraction et le développement de maquettes de ND6 qui seront supports de l'exploitation (en permettant une GMAO et des interventions ultérieures).

ND6 : EXPLOITATION ET MAINTENANCE DES OUVRAGES :

L'objectif du ND6 est de déployer l'information aux utilisateurs en vue de l'exploitation de l'ouvrage construit. Les utilisateurs sont gestionnaires du patrimoine mais aussi intervenants (maintenance, audit...) et occupants. La maquette numérique, double virtuel de la construction, contient toutes les informations des dossiers d'intervention ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

c2] Identification des niveaux de détail LOD (*Level Of Developpement*)

LOD 100 : (Concept / Esquisse) ; **LOD 200** : (APS/PC) ; **LOD 300** : (PRO/DCE) ; **LOD 350** ; **LOD 400** : (EXE) ; **LOD 500** : (DOE) ; **LOD 600** : ... Facility Management...





ACOUSTIQUE

Isolement

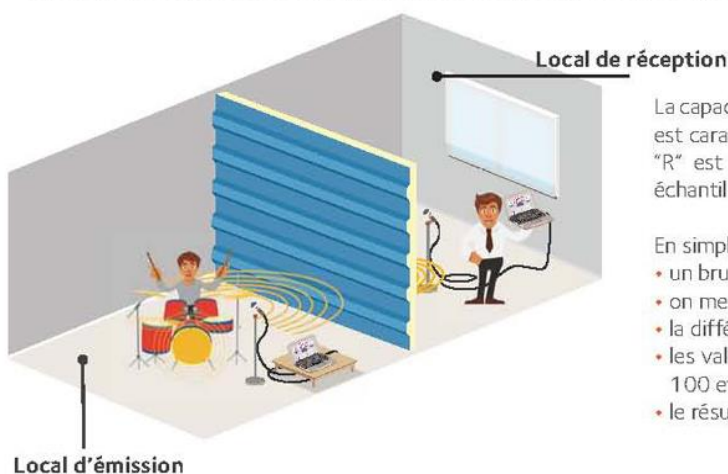


Les mesures en laboratoire

Une paroi s'oppose plus ou moins à la transmission des sons : il y a donc toujours moins de bruit de l'autre côté d'une paroi.

Exemple :

- Atelier bruyant qui ne doit pas gêner le voisinage.
- Bureau près d'un aéroport qui ne doit pas être gêné par le passage des avions.

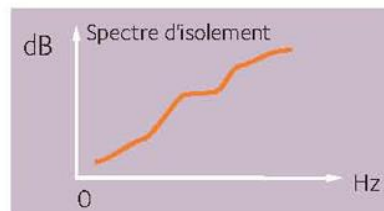
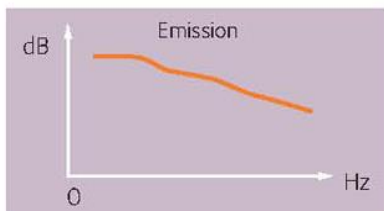


La capacité d'une paroi à s'opposer à la transmission du bruit est caractérisée par son Indice d'Affaiblissement "R".
"R" est le résultat d'une mesure en laboratoire sur un échantillon de 10 à 15 m² placé entre deux salles.

En simplifiant :

- un bruit connu est émis d'un côté,
- on mesure le bruit reçu de l'autre côté,
- la différence et un calcul donnent l'isolement de la paroi,
- les valeurs sont mesurées à différentes fréquences entre 100 et 5 000 Hertz
- le résultat est une courbe : R (dB) = f (Hz).

Local d'émission



Indice de mesure en laboratoire (performance du système)

L'indice d'affaiblissement acoustique est :

Rw (C;Ctr) en dB

L'indice d'affaiblissement acoustique vis-à-vis de bruits de voisinage, d'activités industrielles ou aéroportuaires est :

RA = Rw + C en dB

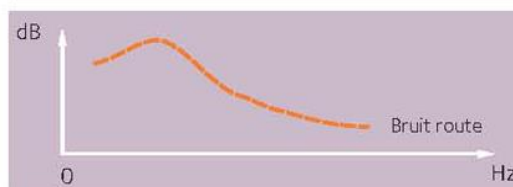
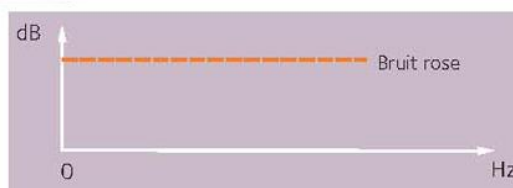
L'indice d'affaiblissement acoustique vis-à-vis du bruit d'infrastructure de transport terrestre est :

RA,tr = Rw + Ctr en dB

C et C_{tr} étant des termes correctifs à ajouter à Rw, une équivalence avec les anciens indices R_{rose} et R_{route} peut être établie :

RA ~ R_{rose} - 1 et RA,tr ~ R_{route}

Remarque : La valeur d'isolement est valable dans les deux sens : intérieur <=> extérieur



Indice de mesure in-situ (performance de l'ouvrage)

L'isolement acoustique standardisé pondéré est :

DnT,w (C;Ctr) en dB

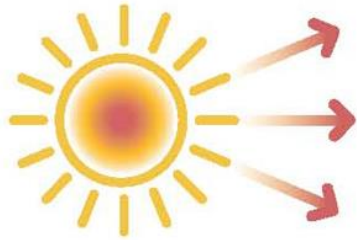
DnTA = DnT,w + C en dB

DnT,A,tr = DnT,w + Ctr en dB



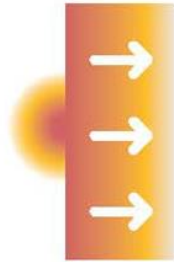
Transfert de chaleur

Il existe trois types de transfert de chaleur :



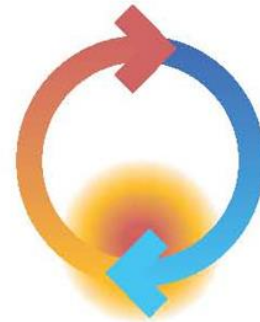
Rayonnement

Propagation de la chaleur par infrarouge



Conduction

Propagation de la chaleur dans le matériau



Convection

Propagation de la chaleur par le mouvement des volumes d'air

L'isolation d'un bâtiment consiste à minimiser chaque type de transfert

Conductivité thermique d'un matériau : λ (W/m.K)

Exemples de matériaux (selon norme EN 12524)

Acier	50 W/m.K
Béton armé 1%	2,30 W/m.K
EPDM	0,25 W/m.K
Butyl	0,24 W/m.K
Plâtre (600kg/m ³)	0,18 W/m.K
PVC	0,17 W/m.K

Exemples de produits isolants :

- Isolant type laine de verre 0,031 à 0,04 W/m.K
- Mousse polyuréthane 0,025 à 0,05 W/m.K en fonction des données fabricant

Résistance thermique : R (m².K/W)

La résistance thermique R d'un matériau homogène est calculée ainsi :

$$R = \frac{\text{Épaisseur } E \text{ (m)}}{\text{Conductivité } \lambda \text{ (W/m.K)}}$$

Exemple :

Un bloc de laine ayant une épaisseur de 80 mm et un λ de 0,040W/m.K a pour résistance thermique :

$$R = \frac{0,08}{0,04} = 2 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

Résistance totale et résistance de surface : Rt (m².K/W)

La résistance thermique totale d'une paroi constituée de plusieurs matériaux homogènes est obtenue en faisant la somme des résistances thermiques :

$$R_{\text{Totale}} = R_{\text{si}} + R_{\text{se}} + R_1 + R_2 + \dots$$

Pour prendre en compte les échanges de chaleur en surface, une couche (sans épaisseur) est ajoutée de chaque côté de la paroi.

- Résistance thermique de surface intérieure : Rsi (m².K/W)
- Résistance thermique de surface extérieure : Rse (m².K/W)

	Sens du flux de chaleur		
	Ascendant	Horizontal	Descendant
Paroi	Toiture	Bardage	Plancher
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Prénom(s) :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Numéro
Inscription :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le :

								/									
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : Section/Sécialité/Série :

Epreuve : Matière : Session :

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EDE ARC 2

DR1 - DR2

**Tous les documents réponses sont à rendre,
même non complétés.**



NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

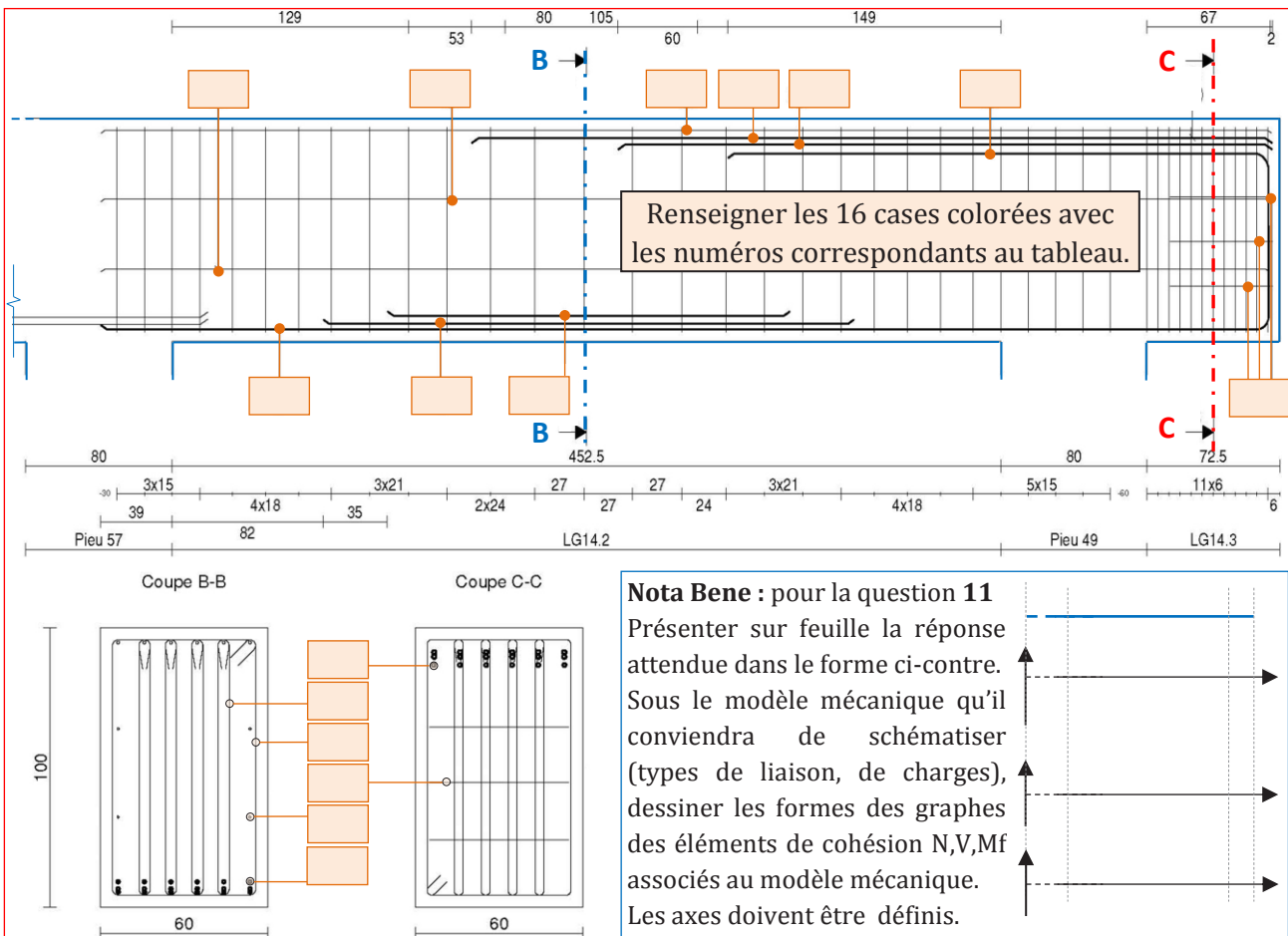
Doc réponses DR 1 ▲ Étude 2 : Étude des modes constructifs ▲ Q 09▲

Enveloppe extérieure avec béton architectonique		
Critères de choix	Mur à Coffrage Intégré (MCI)	Mur banché
Réalisation.		
Compatibilité avec les outils de production : MCI : Taille maxi des tables de préfa ≈ 13m. Banches : Taille très variable des modules.		
Enveloppe intérieure		
Humains.		
Formation des personnels		
Respect Sécurité PS des personnels		
Économique ; Coût : les Déboursés secs.		
Matériaux : Px d'achat et prix du transport.		
Matériels : Location grue fixe / mobile.		
M.d'œuvre : Tps Unit et les rendements.		
Administratif et normatifs		
Accords administratifs MO et services d'état		
Conformité au CCTP / Bureau de controle		
Attendus de la MO en termes de E+C-		
Qualité rendus surfaciques		
Isolation intégrée		
Qualité des surfaces ; matrices		
Calendaires		
Rétro planning pour commandes matériel/iaux		
Planning de réalisation		
Conditions climatiques Été/hiver ; θ° ↑ ↓ ; J/N		
Gestion entreprise		
Disponibilité des ... équipes formées		
...des équipes de sous-traitance		
... des équipes d'interimaires		

Doc réponses DR2 ▲ Étude 2 : Étude de la longrine LG14.2 ▲ Q10 & 11 ▲

Renseigner chaque case colorée par le nombre correspondant au N° (16 à 30) des barres du tableau de nomenclature des aciers ci-dessous. Dans la dernière colonne du tableau, indiquer la fonction de chacune des barres. *NB : Schéma sans échelle.*

N°	Barre	Nb.	Forme (cm)	Lg barre	Lg tot.(cm)	Nom et rôle(s) attribués aux barres d'acier
16	HA 12	6	639 37	681	4086	
17	HA 12	6	—290—	290	1740	
18	HA 12	6	—220—	220	1320	
19	HA 10	6	—640—	640	3840	
20	HA 8	2	—639—	639	1278	
21	HA 8	2	—639—	639	1278	
23	HA 8	29	52 92	304	8816	
24	HA 8	116	92	210	24360	
25	HA 16	6	—438—	438	2628	
26	HA 16	6	—358—	358	2148	
27	HA 14	6	39 296	340	2040	
28	HA 10	3	56 51	159	477	
29	HA 6	12	52 92	300	3600	
30	HA 6	48	92	204	9792	



Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Prénom(s) :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Numéro
Inscription :**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le :

								/									/				
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : **Section/Spécialité/Série :**

Epreuve : **Matière :** **Session :**

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EDE ARC 2

DR3 - DR4

**Tous les documents réponses sont à rendre,
même non complétés.**

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Doc réponses DR 3 ▲ Étude 5 : Étude de l'étanchéité de la toiture ▲ Q22▲

Écran d'indépendance

Enduits d'imprégnation à froid

Cheville de fixation

Support béton

Étanchéité bicouche

Rétention d'eau

Isolant laine de roche

Pare vapeur

Bande soline

Gravillons

Renseigner les 10 cases colorées avec les numéros correspondants

	DOLMAR TÉL: 03 89 79 1 9 2 1 ILLZAGH TÉL: 03 89 45 20 35 CHATENDIS TÉL: 03 90 57 30 05	Chantier: CONSTRUCTION DU NOUVEAU THEATRE DU MAILLON CHEMIN DU WACKEN STRASBOURG	Affaire	Détail N°	Date	Ind	Echelle	NOTA:
				70938	01	07-11-18	-D-	sans

Doc réponses DR 4 ▲ Étude 5 : Étude Sécurité Incendie ▲ Q25▲

Local	Besoin en SUE exprimé dans Notice de Désenfumage	Calcul Désenfumage										SUE Obtenue en m²	Ecart entre Besoin SUE et SUE Obtenue en m²
		Certilight Type B 1800 x 1800		Bluetek Type 3;9;10 1300 x 1300		Bluetek Type 2 1000 x 1500		PhoniDuo Type C 2000 x 2500		PhoniDuo Type A 1200 x 2500			
		SUE en m²	SGO en m²	SUE en m²	SGO en m²	SUE en m²	SGO en m²	SUE en m²	SGO en m²	SUE en m²	SGO en m²		
Convivialité + Déambulatoire	17,92 m ²	1,97	3,24	0,98	1,69	0,78	1,50	2,23	5,02	1,37	3,00		
Grande Salle	12,32 m ²												
Petite Salle	2,42 m ²												

Toutes les cages d'escaliers ont 1 DENFC Bluesteel RPT ayant une SGO mini de 1,4m² donc supérieur au SGO 1m² obligatoire

Surface globale d'ouverture SGO	
Convivialité + Déambulatoire	
Grande Salle	
Petite Salle	

Affaire : Théâtre du Maillon Strasbourg
 Client : SCHOENENBERGER
 Fait le : 14 décembre 2018
 Par :

NOTE de CALCUL de SUE faite suivant la NOTICE de DESENFUMAGE PRO indice A de Juillet 2016

Renseigner les 12 cases colorées avec les valeurs calculées