APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3410_V2

(Annule et remplace la version 3410_V1)

ATEx de cas a

Validité du 09/10/2025 au 09/10/2027



Copyright : Société BETON VICAT

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEx) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur. *(extrait de l'art. 24)*

A LA DEMANDE DE :

Société BETON VICAT
Adresse 4, Rue Aristide Bergès
38080 L'isle d'abeau CEDEX

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3410_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de « Béton à base de liant CARAT V-BCN 0133H pour la réalisation de murs, poutres-voiles, escaliers et planchers coulés en place ».

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 07/11/2024, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEx ci-dessous définie:

- Demandeur : Société BETON VICAT
- Technique objet de l'expérimentation : Mise en œuvre de béton prêt à l'emploi à base de liant CARAT V-BCN 0133H pour la réalisation de murs, poteaux, poutre-voiles, escaliers et planchers coulés en place.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEx 3410_V2 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée, donne lieu à une :

APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

*Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **09/10/2027**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulés aux §4.*

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

1°) Sécurité

1.1 – Stabilité des ouvrages et/ou sécurité des équipements

Le béton à base de CARAT V-BCN 0133H n'est pas conforme à la norme NF EN 206+A2/CN. Les règles de calcul définies par la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale ne lui sont donc pas directement applicables. Une approche expérimentale a été adoptée pour caractériser le béton à base de liant CARAT V-BCN 0133H, dans le but d'ajuster certains paramètres. Il en résulte les conclusions suivantes :

- Pour le dimensionnement des ouvrages, en conditions statiques et sismiques, le béton CARAT dont les résistances et le module d'élasticité correspondent à un C25/30 peut être considéré équivalent à un C20/25 avec une déformation ultime ε_{cu}=0,35%, ou à un C25/30 en limitant la déformation ultime à ε_{cu}=0,30% au lieu de 0,35% ;
- La contrainte d'adhérence acier-béton d'un béton à base de liant CARAT V-BCN 0133H est comparable à celle d'un béton traditionnel ;
- Le retrait et le fluage du béton à base de liant CARAT V-BCN 0133H est comparable à celui du béton traditionnel, à formulation identique ;
- Les résultats des essais de reprise de bétonnage mettant en jeu le béton CARAT ont permis d'évaluer la contribution de ce béton à la contrainte de cisaillement résistante le long des surfaces de reprise pour les surfaces lisses et rugueuses. Le coefficient *c* défini au §6.2.5 de la norme NF EN 1992-1-1 est applicable.

La stabilité des ouvrages visée par la présente Appréciation est ainsi assurée, moyennent un dimensionnement correct, en tous points conformes à la norme NF EN 1992-1-1 et à son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA.

1.2 – Sécurité des intervenants

La mise en œuvre du béton à base du liant CARAT V-BCN 0133H est identique à celle d'un béton traditionnel. La sécurité des intervenants est assurée, à condition que les règles de sécurité applicables aux opérations classiques de coulage du béton soient respectées. Concernant les usagers, leur sécurité est assurée au même titre que pour les procédés de béton traditionnel coulés en place.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Le béton à base de liant CARAT V-BCN 0133H a fait l'objet des Appréciations de Laboratoire n°AL24-369_V2 et n°AL24-370. Ces appréciations de laboratoire précisent les vérifications à mener afin de déterminer la présence éventuelle d'un risque d'écaillage et permettent l'utilisation de la norme NF EN 1992-1-2 pour étudier la stabilité au feu des ouvrages.

1.4 – Sécurité en cas de séisme

Les résultats d'essais sur le matériau montrent que les règles et principes de dimensionnement de la norme NF EN 1998-1 et son Annexe nationale NF EN 1998-1/NA peuvent être utilisés pour le dimensionnement des éléments en béton CARAT.

2°) Faisabilité

2.1 – Production

Le liant CARAT V-BCN 0133H est produit par VICAT. Le béton à base du liant CARAT V-BCN 0133H est fabriqué soit dans des centrales de béton prêt à l'emploi puis livré sur chantier, soit dans des centrales foraines.

2.2 – Mise en œuvre :

La mise en œuvre du béton à base du liant CARAT V-BCN 0133H, pour la réalisation des ouvrages, est similaire à celle d'un béton traditionnel, et ne nécessite pas de contrôles additionnels.

2.3 – Assistance technique

La société VICAT s'engage à apporter une assistance technique dans le cas où un besoin serait formulé par les acteurs d'une opération de construction, qu'il s'agisse de la maîtrise d'œuvre, du bureau d'études d'exécution ou de l'entreprise de gros œuvre.

3°) Risques de désordres

Moyennant le respect de la recommandation du §4 ci-après, les risques de désordres liés au procédé sont minimes.

4°) Recommandations

Les recommandations suivantes devront être respectées :

- L'utilisation de la loi d'affaiblissement du béton, sous l'effet des hautes températures, est basée sur les courbes d'affaiblissement données dans la norme NF EN 1992-1-2, mais en adoptant une résistance initiale du béton égale à 70 % de sa résistance à froid ;
- Dans toutes les zones chauffées le risque d'écaillage et à prendre en considération dans les calculs dans tous les cas où la contrainte de compression dépasse 8 MPa ;
- L'utilisation du béton CARAT pour des éléments préfabriqués est exclue ;
- Les minorations des enrobages proposées dans le Tableau 4.3NF de la NF EN 1992-1-1 ne sont pas applicables pour le béton à base de ciments CARAT V-BCN 0133H ;
- Tous les produits de revêtement doivent faire l'objet d'essais de compatibilité, et une liste des produits conformes doit être tenue à jour.

7°) Rappel

Le demandeur devra communiquer au CSTB, au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé, précisant l'adresse du chantier, le nom des intervenants concernés, les contrôles spécifiques à réaliser et les caractéristiques principales à la réalisation.

Dans le cas de volumes vendus par un distributeur, le demandeur devra communiquer au CSTB pour chaque distributeur le volume vendu.

EN CONCLUSION

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations et attendus ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

Conclusion FAVORABLE

- La sécurité est assurée,
- La faisabilité est réelle,
- Les désordres sont minimes.

Champs sur Marne,
Le Président du Comité d'Experts,

Ménad CHENAF

Le présent document comporte 35 pages dont deux annexes ; il ne peut en être fait état qu'in extenso.

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société **VICAT**
4, Rue Aristide Bergès 38080 L'isle d'abeau CEDEX

Définition de la technique objet de l'expérimentation : Mise en œuvre de béton prêt à l'emploi à base de liant CARAT V-BCN 0133H pour la réalisation de murs, poutre-voiles, escaliers et planchers coulés en place.

- Le liant CARAT V-BCN 0133H, produit par la société VICAT, est un liant bas carbone intégrant un composant biosourcé dans sa composition.
- Le liant CARAT V-BCN 0133H fait l'objet d'une Evaluation Technique de Produits et de Matériaux -ETPM 23/0085-V2 ;
- Le béton mis en œuvre pour le coulage des éléments de structure vise les caractéristiques suivantes :
  - Classe de résistance C25/30. Pour le dimensionnement des ouvrages, en conditions statiques et sismiques, le béton CARAT dont les résistances et le module d'élasticité correspondent à un C25/30 peut être considéré équivalent à un C20/25 avec une déformation ultime ε_{cu}=0,35%, ou à un C25/30 en limitant la déformation ultime à ε_{cu}=0,30% au lieu de 0,35%
  - Classes d'exposition considérées X0, XC1, XC2, XC3, XC4 et XF1, XD1. Les classes d'exposition XC3 et XC4 et XF1 sont valables uniquement pour des formulations à base de granulats d'absorption inférieure ou égale à 1,4%.
- L'enrobage, cmin,dur, à considérer pour une classe d'exposition donnée est précisé dans le dossier technique. Les minorations des enrobages proposées dans le Tableau 4.3NF de la NF EN 1992-1-1 ne sont pas applicables pour le béton à base de ciments CARAT V-BCN 0133H.
- Le béton CARAT V-BCN 0133H est mis en oeuvre sur chantier comme un béton traditionnel.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3410_V2 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 30 pages.

Procédé de « Ouvrages de superstructures coulés en place en béton CARAT »

« Dossier technique établi par le demandeur »

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

Datée du 29 09 2025

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEx 3410_V2.

1. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

1.1. Mode de commercialisation

1.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : Société **BÉTON VICAT**
4, rue Aristide Bergès – Les Trois Vallons
FR - 38081 L'Isle d'Abeau
Tél. : 04 74 27 59 00
Courriel : contact@vicat.fr
Internet : www.beton-vicat.fr

1.1.2. Rôle des intervenants

Le procédé CARAT – Poteaux, voiles, poutre-voiles, poutres, planchers faisant l'objet de la présente ATEx de cas a concernent les ouvrages coulés sur place en superstructure avec du béton confectionné à partir de liant CARAT V-BCN 0133H, liant à faible empreinte environnementale.

Producteur de liant :

- Le liant CARAT V-BCN 0133H est produit par la société VICAT – demandeur de l'ATEx.

Producteur de béton :

- Le béton CARAT V-BCN 0133H est produit à partir de liant CARAT V-BCN 0133H dans des centrales à bétons des entreprises du Groupe VICAT et livré sur le chantier.

Mise en œuvre du béton :

- Les ouvrages du procédé CARAT V-BCN 0133H – Poteaux, voiles, poutre-voiles, poutres, planchers sont réalisés en béton CARAT V-BCN 0133H coulé sur place par l'entreprise de gros-œuvre de l'opération.

Dimensionnement du béton :

- Le dimensionnement des ouvrages du procédé CARAT V-BCN 0133H – Poteaux, voiles, poutre-voiles, poutres, planchers est réalisé par un Bureau d'Etude Structure ou toute personne possédant les compétences de dimensionnement suivant les Eurocodes, notamment NF EN 1992 et NF EN 1998.

1.2. Description

1.2.1. Principe

Les ouvrages réalisés en béton CARAT V-BCN 0133H, à savoir poteaux, voiles, poutre-voiles, poutres et planchers sont des éléments en béton armé coulés en place dont le béton est confectionné à partir de liant CARAT V-BCN 0133H

Le liant CARAT V-BCN 0133H est produit par CIMENT VICAT, puis livré en vrac aux :

- centrales de béton prêt à l'emploi pour être utilisé dans les formulations de béton CARAT V-BCN 0133H.
- centrales / malaxeur mobiles pour être utilisé dans les formulations de béton CARAT V-BCN 0133H.

Le béton CARAT V-BCN 0133H est fabriqué dans :

- les centrales de béton prêt à l'emploi puis livré sur chantier.
- les centrales / malaxeur mobiles pour être utilisé dans les formulations de béton CARAT V-BCN 0133H.

Le béton CARAT V-BCN 0133H est mis en œuvre sur chantier comme un béton traditionnel à base de ciment conforme aux normes NF EN 197-1 et NF EN 197-5.

Le liant CARAT V-BCN 0133H fait l'objet d'une ETPM 23-0085 *(se référer à la version en vigueur)* et n'est pas couvert par les normes NF EN 197-1 et NF EN 197-5.

Le béton CARAT V-BCN 0133H n'est pas couvert par la norme NF EN 206+A2/CN. Toutefois, la production de béton respecte les dispositions décrites dans la norme NF EN 206+A2/CN.

Le dimensionnement des ouvrages en béton CARAT V-BCN 0133H est réalisé par un Bureau d'Etude Structure ou toute personne possédant les compétences de dimensionnement suivant les Eurocodes, notamment NF EN 1992 et NF EN 1998.

Au décoffrage des éléments coulés en place, les parements peuvent présenter une teinte grise foncée à noire, plus ou moins prononcée qui s'estompera dans le temps en fonction des conditions environnantes (température, hygrométrie, exposition aux UV, etc.).

Cette variation de teinte est purement d'ordre esthétique et n'affecte en aucun cas les caractéristiques du béton CARAT V-BCN 0133H. Des exemples de parements sont donnés en Annexe au présent Dossier Technique.

1.2.2. Domaine d'emploi

1.2.2.1. Domaine d'emploi accepté

Le béton CARAT V-BCN 0133 H est destiné à la réalisation de tous ouvrages relevant de la classe de résistance C25/30 et des classes d'exposition X0, XC1, XC2, XC3, XC4 et XF1 au sens de la norme NF EN 206+A2/CN (poteaux, voiles, poutre-voiles, planchers, dallages portés, poutres) à destination de constructions neuves ou existantes :

- Bâtiment à usage d'habitation de 1ère, 2ème, 3ème et 4ème famille,
- Etablissement recevant du public, de 1ère à 5ème catégorie,
- Bâtiments relevant du Code du Travail.
- Bâtiments industriels.

Les constructions visées ne font pas l'objet de limitation de hauteur. Les IMH et IGH sont visés sous réserve de procéder aux vérifications usuelles (ELU, ELS, ELUA sismique, ELUA incendie, etc.).

Le béton CARAT V-BCN 0133H peut être utilisé pour la réalisation d'éléments en béton armé ou non armé, coulés en place sur chantier, de classe de résistance jusqu'à C25/30 et de classe d'exposition X0, XC1, XC2, XC3, XC4 et XF1 tels que :

- Voiles et poutres voiles ;
- Poteaux
- Poutres ;
- Planchers en dalle pleine, y compris dallages portés ;
- Consoles courtes ;
- Escaliers ;

Note :
Les classes d'exposition XC3 et XC4 et XF1 sont valables uniquement pour des formulations à base de granulats d'absorption inférieure ou égale à 1,4%.

Ne sont pas visés :

- Les éléments en béton précontraints et post-contraints ;

Les ouvrages concernés sont de catégories 2 au sens de la FD P18-480.

Le béton CARAT V-BCN 0133H peut être employé pour la réalisation de bâtiments, de catégorie d'importance I à IV, soumis à des exigences parasismiques situés en zone sismique 1 à 4. Les ouvrages concernés devront respecter les critères de conception, de dimensionnement et les dispositions constructives de la NF EN 1998-1 et de son Annexe Nationale NF EN 1998-1/NA.

1.2.2.2. Sécurité en cas d'incendie

Le dimensionnement du procédé sera réalisé à l'aide de la NF EN 1992-1-2 et de son Annexe Nationale NF EN 1992-1-2/NA, et conformément aux dispositions prévues par les appréciations suivantes :

- Appréciation de Laboratoire n° AL24-369_V2 : Ecaillage du béton CARAT V-BCN en date du 26/08/2025
- Appréciation de Laboratoire n° AL24-370 : Comportement thermo-mécanique du béton Carat en date du 29/08/2025

Ces dispositions sont rappelées au paragraphe 1.3.6

1.2.2.3. Sismicité

Les ouvrages réalisés en béton CARAT V-BCN 0133H peuvent être mis en œuvre dans les :

- zones de sismicité 1 à 4 de la NF EN 1998-1 et de son Annexe Nationale Française.
- bâtiments de catégorie d'importance I à IV de la NF EN 1998-1 et de son Annexe Nationale Française.

Ces éléments devront respecter les critères de conception, dimensionnement et dispositions constructives de la NF EN 1998-1 et de son Annexe Nationale NF EN 1998-1/NA.

Les caractéristiques mécaniques du béton CARAT V-BCN 0133H et son comportement sous actions sismiques sont données respectivement dans les paragraphes :

- 1.3.1.3 - Caractéristiques mécaniques.
- 1.3.1.7 - Comportement du béton CARAT sous actions sismiques.

1.2.3. Matériaux, produits et composants

1.2.3.1. Composition du béton CARAT V-BCN 0133H

1.2.3.1.1.1. Liant CARAT-BCN 0133H

Le liant CARAT V-BCN 0133H a fait l'objet d'une Évaluation Technique de Produits et de Matériaux – ETMP-23/0085 du 13 septembre 2024, téléchargeable sur le site internet du CSTB.

1.2.3.1.1.2. Filler

Un filler conforme à la norme NF P 18-508, pourra être utilisé afin d'améliorer entre autres, la fluidité du béton formulé.

1.2.3.1.1.3. Agrégats

Le sable utilisé dans la formulation du béton devra être conforme aux normes NF EN 12620+A1 et NF P 18-545 art. 10.

Les graviers utilisés dans la formulation du béton devront être conformes aux normes NF EN 12620+A1 et NF P 18-545 art. 10.

1.2.3.1.1.4. Adjuvants

Les adjuvants utilisés dans la formulation du béton devront être conformes à la norme NF EN 934, ou disposer d'un marquage CE.

Note :

La grande majorité des adjuvants est compatible avec le liant CARAT V-BCN 0133H compte-tenu de la composition à base de clinker de ce dernier.

Il est conseillé de réaliser un essai de vérification de la Durée Pratique d'Utilisation ainsi que de la montée en résistance du béton, comme cela est le cas pour les bétons à base de ciment courant conforme aux normes NF EN 197-1 et NF EN 197-5.

1.2.3.1.1.5. Eau de gâchage

L'eau de gâchage utilisée dans la formulation du béton CARAT V-BCN 0133H devra être conforme à la norme NF EN 1008, et faire l'objet d'analyses chimiques périodiques suivant les fréquences exigées par la norme.

Aucun rajout d'eau sur chantier n'est autorisé.

1.2.3.1.1.6. Produit de cure

Les produits de cure utilisés pour la cure du béton CARAT V-BCN 0133H devront être conformes à la norme NF P18-370.

1.2.3.1.1.7. Fibres anti-fissuration

Les fibres polypropylène utilisables pour de l'anti-fissuration dans le béton CARAT V-BCN 0133H devront être conformes à la NF EN 14889

1.2.3.2. Armatures

1.2.3.2.1.1. Armatures de type barres HA (Hautes Adhérences)

Les armatures de type HA mises en œuvre dans les ouvrages en béton CARAT V-BCN 0133H sont réalisées en usine de préfabrication d'armatures ou sur chantier, et sont obtenues à l'aide d'aciers HA en couronne ou en barre droite à façonner, de classe minimale S500 A ou B ou C (f_{yk} = 500 Mpa) suivant les exigences requises par le projet et certifié NF suivant la norme NF A 35-080-1.

1.2.3.2.1.2. Armatures de type Treillis soudés (TS)

Les treillis soudés ou TS mis en œuvre dans les ouvrages en béton CARAT V-BCN 0133H, principalement les voiles, poutres voiles, planchers, sont de classe minimale S500 A ou B ou C (f_{yk} = 500 Mpa) suivant les exigences requises par le projet et certifiés NF suivant la norme NF A 35-080-2.

1.2.3.2.1.3. Inserts

Les inserts de type boites d'attente d'armatures, boitiers électriques, gaines, fourreaux, décaissés, etc. peuvent être insérés à la réalisation des ouvrages en béton CARAT V-BCN 0133H suivant les mêmes dispositions que celles requises pour un béton traditionnel.

1.3. Disposition de conception

1.3.1. Généralités

1.3.1.1. Application des EUROCODES

Hors indications et spécifications contraires indiquées dans les paragraphes suivant de la présente ATEx de cas a, les normes suivantes :

- NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA,
- NF EN 1992-1-2 et son Annexe nationale NF EN 1992-1-2/NA,
- NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale NF EN 1998-1/NA

sont applicables pour le dimensionnement des ouvrages coulés en place en béton à base de liant CARAT V-BCN 0133H.

1.3.1.2. Formulation du béton

Une formulation de référence en béton CARAT V-BCN 0133H a fait l'objet de qualification et est référencée comme suit :

- BV CARAT 300/400 – Formule n°1 (formule de référence)

Les formulations peuvent faire l'objet d'ajustement dans leur composition (ajustement du dosage en liant et de la quantité d'eau pour garantir la classe de résistance C25/30, etc.), et sont soumises à validation par le laboratoire en charge des contrôles sur éprouvettes, conformément aux normes en vigueur.

	Formulation	X0	XC			
	Dosage en liant		XC1	XC2	XC3	XC4 / XF1
BV CARAT 300/400_ C25/30	Mini 300 kg/m³ Max 400 kg/m³	Oui	Oui	Oui	Oui*	Oui*

** : Les classes d'exposition XC3, XC4 et XF1 sont couvertes pour des granulats d'absorption maximale de 1,4 %*

1.3.1.3. Caractéristiques mécaniques

La classe de résistance visée et garantie est C25/30.

L'ensemble des caractéristiques mécaniques est récapitulé dans le tableau ci-après.

Formulation BV CARAT 300/400		
f_{ck}	25	MPa
$f_{ck,cube}$	30	MPa
$f_{ctk\ 0,05}$	1,8	MPa
E_{cm}	31	GPa

Note :
Pour les méthodes basées sur l'analyse plastique (§ 5.6 de la NF EN 1992-1-1) et l'analyse non-linéaire (§ 5.7 de la NF EN 1992-1-1), la déformation ultime ε_{cu} doit être prise égale à 3,0‰.au lieu de 3,5‰ pour les bétons standards.

1.3.1.4. Fluage

Le fluage du béton CARAT V-BCN 0133H est inscrit dans le fuseau délimité par :

- Le fluage d'un béton de référence à base de ciment CEM II/A-LL – 42,5 R.
- Le fluage défini par l'EN 1992-1-1 pour des bétons à base de ciment de type R.

Le coefficient de fluage du béton CARAT V-BCN 0133H est déterminé à partir du coefficient de fluage d'un béton de référence, à base de ciment CEM II/A-LL – 42,5 R.

Ce coefficient est similaire et ne fait pas l'objet de modulation.

L'expression suivante traduit cette similitude :

$$\varphi_{CARAT}(\infty, t_0) = \varphi_{CEM\ II/A}(\infty, t_0)$$

- $\varphi_{CEM\ II/A}$: coefficient de fluage pour un béton normalisé de classe de résistance C25/30 avec un ciment de classe R, dans les conditions du projet

1.3.1.5. Retrait libre

Le retrait libre du béton CARAT V-BCN 0133H est conforme aux exigences de l'EN NF 1992-1-1.

$$\varepsilon_{CARAT} = \varepsilon_{EN\ NF\ 1992-1-1}$$

Note :

Dans les bâtiments, les effets de la température et du retrait peuvent être négligés dans l'analyse globale sous réserve d'intégration de joints de dilatation pour les blocs ou de fractionnement pour les éléments exposés (garde-corps / acrotères / etc.) respectant les recommandations normatives, afin de reprendre les déformations résultantes.

Au sens de la clause 2.3.3 (3) de la NF EN 1992-1-1 et du paragraphe 2.2.2 du DTU 20.1, des armatures anti-retrait de type PAF V (treillis soudés de surface) ou similaires seront requises pour les façades, au même titre que celles requises pour les bétons ordinaires.

Si ces joints ne sont pas intégrés, les calculs des déformations résultantes du retrait définiront les armatures à mettre en œuvre.

1.3.1.6. Durabilité des bétons et enrobages des armatures

Les enrobages des armatures seront déterminés conformément à la section 4 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA, en tenant compte des valeurs de $c_{min,dur}$ données dans le tableau ci-après.

L'enrobage $c_{min,dur}$ est l'enrobage minimal des armatures de béton armé qui tient compte des classes d'exposition.

Formule	Classe structurale	Exigence environnementale pour $C_{min,\ dur}$ (mm)				
		Classe d'exposition selon le Tableau 4.1 de l'EC2-1-1 et son AN *Sans application des minorations prévues dans cette norme*				
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4 / XF1
BV CARAT 300/400_ C25/30	S4 *Durée indicative EC0-AN : 50 ans*	10	15	25	25	30

Les enrobages $c_{min,dur}$ indiqués dans le tableau ci-dessus correspondent à une durée d'utilisation du projet de 50 ans au sens de la durabilité.

La détermination des enrobages pour les parements irréguliers devra respecter la clause 4.4.1.3(4) de la NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA.

Note :

Les classes d'exposition XC3, XC4 et XF1 sont couvertes pour des granulats d'absorption maximale de 1,4 %

1.3.1.7. Comportement du béton CARAT sous actions sismiques

Les règles et principes de dimensionnement de la NF EN 1998-1 et son Annexe nationale NF EN 1998-1/NA peuvent être utilisés pour le dimensionnement des éléments en béton CARAT V-BCN 0133H, en veillant à respecter les hypothèses ci-dessous :

- Sont considérés les systèmes structuraux définis au tableau 5.1 de la NF EN 1998-1, à l'exclusion des systèmes à ossatures et des systèmes à contreventements mixtes.
- Classe de ductilité :
  - DCL selon NF EN 1998-1, section 5.2.1 et section 5.3
  - DCM (périmètre d'utilisation des murs de grandes dimensions faiblement armés) selon la NF EN 1998-1, section 5.2.2.1 et section 5.2.2.2.(13)
- Coefficient de comportement et classe de résistance :
  - C20/25 :
    - DCL : $q \leq 1,5$
    - DCM : $q \leq 2,0$
  - C25/30 :
    - DCL et DCM : $q \leq 1,5$

Note :
Pour la classe de résistance C25/30 dans le cadre des méthodes basées sur l'analyse plastique (NF EN 1992-1-1 / 5.6) et l'analyse non-linéaire (NF EN 1992-1-1 / 5.7), la déformation ultime ε_{cu} doit être prise égale à 3,0‰.au lieu de 3,5‰ pour les bétons standards.

Le tableau suivant synthétise les recommandations :

Situation de projet	Classe de résistance, selon NF EN 1992-1-1 : 2004 / Tableau 3.1, *à retenir pour le calcul des éléments en béton CARAT V-BCN-0133H*		
Durable/transitoire	C20/25		C25/30*
Sismique	**Classe de ductilité**		
	DCL (q ≤ 1,5)	DCM (q ≤ 2,0)	DCL ET DCM (q ≤ 1,5)
	C20/25		C25/30*

* Pour les méthodes basées sur l'analyse plastique (§5.6 de la NF EN 1992-1-1, §5.4 de la NF EN 1998-1) et l'analyse non-linéaire (§5.7 de la NF EN 1992-1-1), la déformation ultime du béton ε_{cu} doit être limitée à 3.0‰.

Note :
Pour des questions de cohérence, il convient d'utiliser la même classe de béton pour toutes les situations du projet.
Dans les cas de vérification des structures sensibles aux déformations, il est recommandé d'utiliser la valeur du module d'élasticité du béton déterminée expérimentalement.
Les modifications proposées dans le paragraphe §3.1.9 de la norme NF EN 1992-1-1 pour le béton confiné ne s'appliquent pas au béton CARAT V-BCN 0133H.

Dans le cas d'exigences parasismiques, les ancrages des barres devront respecter :

- la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA ;
- la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale NF 1998-1/NA ;
- les dispositions constructives en vigueur.

1.3.1.8. Longueur d'ancrage et de recouvrement

La détermination et la vérification de la longueur d'ancrage et de recouvrement des armatures dans le béton CARAT V-BCN 0133H sont réalisées suivant la méthode décrite dans :

- la Section 8 - Dispositions constructives relatives aux armatures de béton armé et de précontrainte – généralités - de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA,
- le § 5.6 - Dispositions pour ancrages et jonctions - de la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale NF EN 1998-1/NA.

Note :
Les essais comparatifs avec un béton de référence ont montré que les longueurs d'ancrage et de recouvrement au sein du béton CARAT V-BCN 0133H sont identiques aux valeurs recommandées pour un béton standard.

1.3.1.9. Vérification du cisaillement à l'interface de reprise de bétonnage

La vérification du cisaillement à l'interface de «reprise de bétonnage» entre :

- béton CARAT V-BCN 0133H et béton de référence ;
- béton CARAT V-BCN 0133H et béton CARAT V-BCN 0133H.

sera justifiée en appliquant la formule (6.25) de la norme NF EN 1992-1-1, Section 6, art. 6.2.5 :

$$v_{Rdi} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha) \leq 0{,}5 \cdot v \cdot f_{ctd}$$

Avec f_{ctd} déterminé suivant expression NF EN 1992-1-1, art. 3.1.6 (2)P :

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c$$

Les coefficients c et μ dépendent de la rugosité de la surface de reprise de bétonnage et seront déterminés en fonction de cette rugosité, suivant le tableau suivant :

Etat de surface	$c_{CARAT} = c$	$\mu_{CARAT} = \mu$
Lisse (brut)	0,2	0,6
Rugueux	0,4	0,7

Dans le cas des combinaisons à l'ELUA sismique, la valeur du coefficient c sera divisée par deux conformément à la NF EN 1992-1-1, art. 6.2.5 (5).

Note :
Les essais comparatifs ont montré que le comportement au cisaillement à l'interface d'une reprise de bétonnage pour les cas Carat/Carat et Carat/béton standard est identique à celui observé dans une configuration tout en béton standard.

1.3.2. Principes de dimensionnement des voiles et poutres-voiles

1.3.2.1. Généralités

Le principe de dimensionnement d'un voile ou d'une poutre-voile en béton CARAT V-BCN 0133H est le même que pour un voile ou une poutre-voile en béton courant, en prenant en compte les paramètres spécifiques intrinsèques au matériau qui sont récapitulés ci-après :

- Caractéristiques mécaniques
- Résistance à la compression
- Résistance à la traction
- Module d'élasticité
- Comportement au fluage

L'ensemble des caractéristiques mécaniques est donné dans le Tableau du § 1.3.1.3 Caractéristiques mécaniques.

1.3.2.2. Dimensionnement à l'ELS

Le dimensionnement aux Etats Limites de Service (ELS) d'un voile ou d'une poutre-voile en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui d'un voile ou d'une poutre-voile en béton traditionnel, en appliquant les règles et principes définis dans la Section 7 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA.

1.3.2.3. Dimensionnement à l'ELU

Le dimensionnement aux Etats Limites Ultimes (ELU) d'un voile ou poutre-voile en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui d'un voile ou poutre-voile en béton traditionnel, en appliquant les règles et principes définis dans la Section 6 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA.

1.3.2.4. Dimensionnement à l'ELUA

Le dimensionnement aux Etats Limites Ultimes Accidentelles (ELUA) d'un voile ou d'une poutre-voile en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui d'un voile ou d'une poutre-voile en béton traditionnel, en appliquant les règles et principes définis dans la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale NF EN 1998-1/NA, la NF EN 1992-1-2 et son annexe nationale NF EN 1992-1-2/NA, en prenant en compte les spécificités liées au béton CARAT rappelées dans les articles 1.3.6 et 1.3.7.

Vérification du cisaillement à l'interface de reprise de bétonnage

Les indications faites au paragraphe 0 - Vérification du cisaillement à l'interface de reprise de bétonnage, seront respectées.

1.3.3. Principe de dimensionnement des poteaux

1.3.3.1. Généralités

Le principe de dimensionnement d'un poteau en béton CARAT V-BCN 0133H est le même que pour un poteau en béton courant, en prenant en compte les paramètres spécifiques intrinsèques au matériau qui sont récapitulés ci-après :

- Résistance à la compression
- Résistance à la traction
- Module d'élasticité
- Comportement au fluage

L'ensemble des caractéristiques mécaniques sont données dans le Tableau du § 1.3.1.3 Caractéristiques mécaniques.

1.3.3.2. Dimensionnement à l'ELS

Le dimensionnement aux Etats Limites de Service (ELS) d'un poteau en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui d'un poteau en béton traditionnel, en appliquant les règles et principes définis dans la Section 7 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA.

1.3.3.3. Dimensionnement à l'ELU

Le dimensionnement aux Etats Limites Ultimes (ELU) d'un poteau en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui d'un poteau en béton traditionnel, en appliquant les règles et principes définis dans la Section 6 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA.

1.3.3.4. Dimensionnement à l'ELUA

Le dimensionnement aux Etats Limites Ultimes Accidentelles (ELUA) d'un poteau en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui d'un poteau en béton traditionnel, en appliquant les règles et principes définis dans la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale NF EN 1998-1/NA, la NF EN 1992-1-2 et son annexe nationale NF EN 1992-1-2/NA, en prenant en compte les spécificités liées au béton CARAT rappelées dans les articles 1.3.6 et 1.3.7.

1.3.3.5. Vérification du cisaillement à l'interface de reprise de bétonnage

Les indications faites au paragraphe 1.3.1.9 – Vérification du cisaillement à l'interface de reprise de bétonnage, seront respectées.

1.3.4. Principe de dimensionnement des poutres

1.3.4.1. Généralités

Le principe de dimensionnement d'une poutre en béton CARAT V-BCN 0133H est le même que pour une poutre en béton courant, en prenant en compte les paramètres spécifiques intrinsèques au matériau qui sont récapitulés ci-après :

- Résistance à la compression
- Résistance à la traction
- Module d'élasticité
- Comportement au fluage

L'ensemble des caractéristiques mécaniques est donné dans le Tableau du § 1.3.1.3 Caractéristiques mécaniques.

1.3.4.2. Dimensionnement à l'ELS

Le dimensionnement aux Etats Limites de Service (ELS) d'une poutre en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui d'une poutre en béton traditionnel, en appliquant les règles et principes définis dans la Section 7 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA.

1.3.4.2.1. Vérification de la flèche totale

1.3.4.2.1.1. Détermination de la flèche totale

La détermination de la flèche totale se fera conformément à la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA, et notamment suivant l'article 7.4.3.

La flèche est déterminée sous la combinaison de charges quasi-permanente.

1.3.4.2.1.2. Valeur limite de la flèche totale

Dans le cas où la flèche de la poutre est susceptible de mettre en cause le bon comportement d'éléments dits fragiles tels que des cloisons, des revêtements de sols ou de plafonds, il est nécessaire de vérifier la flèche nuisible de celle-ci.

1.3.4.2.1.3. Contreflèche

Une contreflèche pourra être mise en œuvre pour limiter la flèche totale, dans la limite de L/250 conformément à la NF EN 1992-1-1, article 7.4.1. (4).

1.3.4.2.2. Vérification de la flèche nuisible

Dans le cas où la flèche de la poutre est susceptible de mettre en cause le bon comportement d'éléments dits fragiles tels que des cloisons, des revêtements de sols ou de plafonds, il est nécessaire de vérifier la flèche nuisible de celle-ci.

1.3.4.2.2.1. Détermination de la flèche nuisible

Le calcul de la flèche nuisible se fera conformément au FD P18-717 (août 2021) - Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Guide d'application des normes NF EN 1992, et notamment suivant l'article 7.4.3 (7) - Flèches nuisibles dans le cas des bâtiments - (II).

La flèche nuisible sera calculée à partir de l'expression suivante :

$$\Delta f_t = f_{gv} - f_{ji} + f_{pi} - f_{gi}$$

où :

- $f_{gv} - f_{ji}$ est la flèche nuisible due aux charges permanentes.
- $f_{pi} - f_{gi}$ est la flèche instantanée due aux charges d'exploitation.

1.3.4.2.2.2. Valeur limite de la flèche nuisible

À défaut d'indications dans les DPM ou de données plus précises, il est possible d'admettre que la part de flèche Δf_t, qui est susceptible de mettre en cause le bon comportement des cloisons et des revêtements de sols ou de plafonds, ne doit pas dépasser les valeurs réglementaires

1.3.4.3. Dimensionnement à l'ELU

Le dimensionnement aux Etats Limites Ultimes (ELU) d'une poutre en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui d'une poutre en béton traditionnel, en appliquant les règles et principes définis dans la Section 6 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA.

1.3.4.4. Dimensionnement à l'ELUA

Le dimensionnement aux Etats Limites Ultimes Accidentelles (ELUA) d'une poutre en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui d'une poutre en béton traditionnel, en appliquant les règles et principes définis dans la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale NF EN 1998-1/NA, la NF EN 1992-1-2 et son annexe nationale NF EN 1992-1-2/NA, en prenant en compte les spécificités liées au béton CARAT rappelées dans les articles 1.3.6 et 1.3.7.

1.3.4.5. Vérification du cisaillement à l'interface de reprise de bétonnage

Les indications faites au paragraphe 1.3.1.9 – Vérification du cisaillement à l'interface de reprise de bétonnage, seront respectées.

1.3.5. Principe de dimensionnement des planchers

1.3.5.1. Généralités

Le principe de dimensionnement d'un plancher en béton CARAT V-BCN 0133H est le même que pour un plancher en béton courant, en prenant en compte les paramètres spécifiques intrinsèques au matériau qui sont récapitulés ci-après :

- Résistance à la compression
- Résistance à la traction
- Module d'élasticité
- Comportement au fluage

L'ensemble des caractéristiques mécaniques sont données dans le Tableau du § 1.3.1.3 - Caractéristiques mécaniques.

1.3.5.2. Dimensionnement à l'ELS

Le dimensionnement aux Etats Limites de Service (ELS) d'un plancher en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui d'un plancher en béton traditionnel, en appliquant les règles et principes définis dans la Section 7 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA.

1.3.5.2.1. Vérification de la flèche totale

1.3.5.2.1.1. Détermination de la flèche totale

La détermination de la flèche totale se fera conformément à la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA, et notamment suivant l'article 7.4.3.

La flèche est déterminée sous la combinaison de charges quasi-permanente.

1.3.5.2.1.2. Valeur limite de la flèche totale

Dans le cas où la flèche de la poutre est susceptible de mettre en cause le bon comportement d'éléments dits fragiles tels que des cloisons, des revêtements de sols ou de plafonds, il est nécessaire de vérifier la flèche nuisible de celle-ci.

1.3.5.2.1.3. Contreflèche

Une contreflèche pourra être mise en œuvre pour limiter la flèche totale, dans la limite de L/250 conformément à la NF EN 1992-1-1, article 7.4.1. (4).

1.3.5.2.2. Vérification de la flèche nuisible

Dans le cas où la flèche de la poutre est susceptible de mettre en cause le bon comportement d'éléments dit fragiles tels que des cloisons, des revêtements de sols ou de plafonds, il est nécessaire de vérifier la flèche nuisible de celle-ci.

1.3.5.2.2.1. Détermination de la flèche nuisible

Le calcul de la flèche nuisible se fera conformément au FD P18-717 (août 2021) Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Guide d'application des normes NF EN 1992, et notamment suivant l'article 7.4.3 (7) - Flèches nuisibles dans le cas des bâtiments - (II).

La flèche nuisible sera calculée à partir de l'expression suivante :

$$\Delta f_t = f_{gv} - f_{ji} + f_{pi} - f_{gi}$$

où :

- $f_{gv} - f_{ji}$ est la flèche nuisible due aux charges permanentes.
- $f_{pi} - f_{gi}$ est la flèche instantanée due aux charges d'exploitation.

1.3.5.2.2.2. Valeur limite de la flèche nuisible

À défaut d'indications dans les DPM ou de données plus précises, il est possible d'admettre que la part de flèche Δft, qui est susceptible de mettre en cause le bon comportement des cloisons et des revêtements de sols ou de plafonds, ne doit pas dépasser les valeurs réglementaires.

1.3.5.3. Dimensionnement à l'ELU

Le dimensionnement aux Etats Limites Ultimes (ELU) d'un plancher en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui d'un plancher en béton traditionnel, en appliquant les règles et principes définis dans la Section 6 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA.

1.3.5.4. Dimensionnement à l'ELUA

Le dimensionnement aux Etats Limites Ultimes Accidentelles (ELUA) d'un plancher en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui d'un plancher en béton traditionnel, en appliquant les règles et principes définis dans la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale NF EN 1998-1/NA, la NF EN 1992-1-2 et son annexe nationale NF EN 1992-1-2/NA, en prenant en compte les spécificités liées au béton CARAT rappelées dans les articles 1.3.6 et 1.3.7.

Vérification du cisaillement à l'interface de reprise de bétonnage

Les indications faites au paragraphe 1.3.1.9 – Vérification du cisaillement à l'interface de reprise de bétonnage, seront respectées.

1.3.6. Justification de la tenue au feu

1.3.6.1. Réaction au feu

Le béton CARAT V-BCN 0133H est classé A1 (Euroclasse).

1.3.6.2. Résistance au feu

Les ouvrages en béton CARAT V-BCN 0133H - Voiles, poutre-voiles, poteaux, poutres et planchers ont fait l'objet de deux appréciations de Laboratoire, à savoir :

- Appréciation de Laboratoire n° AL24-369_V2 : Ecaillage béton CARAT V-BCN en date du 28/08/2025
- Appréciation de Laboratoire n° AL24-370 : Comportement thermo-mécanique béton CARAT en date du 29/08/2025

Ces APL, en particulier AL24-370, précisent que la loi de comportement mécanique à hautes températures de l'Eurocode 2-1-2 pour un béton siliceux peut être adoptée pour le cas du béton CARAT_V-BCN 0133H à base de granulats de type Pérouges et pour des classes de résistance inférieures ou égales à C30/37 à condition de considérer dans les calculs de stabilité au feu, une résistance en compression initiale réduite égale à 70% de la résistance en compression à froid.

Note :
Cette modulation ne concerne que les calculs de stabilité au feu selon la NF EN 1992-1-2 et son annexe nationale.
Les calculs préliminaires à froid ne sont pas systématiquement concernés par cette réduction de la contrainte en compression du béton.
La section §1.12 permet de montrer que cette modulation est significative pour les murs non armés.

Par ailleurs, le fascicule FD P18-484[10] permet l'utilisation des propriétés thermiques de l'EN 1992-1-2 pour le calcul du transfert thermique pour les éléments en béton CARAT_V-BCN 0133H étant donné que ce liant est de catégorie strictement inférieure à 3.

Trois approches sont donc possibles pour vérifier la stabilité au feu d'un élément en béton CARAT V-BCN 0133H à base de granulats de type Pérouges et de résistance en compression f_{ck} (≤ 30 MPa) :

1/ Approche directe (défavorable) :

Calculer l'élément en situation d'incendie comme si c'était du béton standard avec la valeur de f_{ck} et prendre en compte ensuite uniquement 70% de la capacité résistante obtenue pour la vérification de sa stabilité au feu.

2/ Approche avancée (optimale) :

Calculer l'élément en situation d'incendie avec les méthodes avancées de l'EN 1992-1-2 en considérant les courbes des propriétés thermo-mécaniques d'un béton siliceux et une résistance en compression du béton réduite à 70% du f_{ck} initial.

Note :
La section §1.12. donne des cas pratiques de calculs pour la méthode 2, sur des ouvrages types (dalles / poteaux / poutres / murs non armés) pour mettre en évidence les incidences effectives de cette modulation pour un R60.

3/ Approche tabulée (simple) :

Vérifier l'élément en situation normale (à froid) avec une résistance caractéristique f_{ck} et un module d'élasticité E tous les deux réduits à 70% de leurs valeurs initiales et appliquer ensuite les valeurs tabulées de l'EN 1992-1-2. Dans ce cas les niveaux de chargement μ_{fi} des tableaux de l'EN 1992-1-2 et qui font intervenir la résistance à froid sont aussi calculés avec un f_{ck} réduit à 70% de sa valeur initiale.

1.3.7. Dimensionnement des scellements d'armatures HA

Pour assurer une liaison béton / béton par reprise de bétonnage, l'entrepreneur pourra prévoir la mise en œuvre d'armatures rapportées, scellées par un produit de scellement.
Au choix :

- Une résine de scellement à séchage rapide ;
- Une résine de scellement à séchage lent ;
- Un mortier de scellement par injection.

La solution complète (technique de mise en œuvre + produit) retenue devra avoir fait l'objet d'une Evaluation Technique Européenne (ETE).

Note :
Ci-dessous, une liste non exhaustive de résines et mortiers recommandés :
- résine Hilti HIT-HY200-R ou similaire pour un séchage rapide ;
- résine Hilti HIT-RE 500V3 ou similaire pour un séchage lent ;
- mortier Hilti HIT-FP 700 R ou similaire si scellement avec injection.

1.3.7.1. Conception et Dimensionnement

Les ancrages sont calculés sous la responsabilité d'un ingénieur expérimenté en ancrages et ouvrages en béton.
Le dimensionnement sera conforme aux Eurocodes et justifié par une note de calcul.

Note :
Le logiciel type Hilti Profis Engineering – Module armatures rapportées peut formaliser ces calculs :
- sous charge statique ou quasi-statique conformément à la norme NF EN 1992-1 (Eurocode 2) ;
- sous charge sismique à la norme NF EN 1998-1 (Eurocode 8) ;
- sous condition d'incendie conformément à l'EN 1992-2.

Le produit de scellement doit être déterminé en fonction de l'application et des charges prévues (statique, sismique, feu, etc.).

La position exacte des armatures dans la structure existante doit être déterminée sur la base de la documentation de construction et prise en compte lors de la conception.

Il conviendra de respecter les classes de résistance visées du matériau support, et les températures dans le matériau support à la pose et en service, conformément à l'Evaluation Technique du produit.

Il conviendra de se référer à la FDP 18 717 pour la justification des armatures par scellements chimiques.

1.3.7.2. Procédure d'installation

Il convient de valider à minima le domaine d'application conformément à l'Evaluation Technique du produit :

- Catégorie d'utilisation : béton sec et humide (hors trous immergés).
- Technique de perçage : taille des barres d'armature 8 à 32 mm.
    - Perçage à percussion ou à air comprimé.
- Technique de perçage : taille des barres d'armature 34 à 40 mm:

- Perçage à percussion, ou à air comprimé

Note :
Suivant la technique de perçage retenue, les produits suivants sont recommandés :
- perçage à percussion avec mèche creuse type Hilti TE-CD, TE-YD ou similaire ;
- perçage à air comprimé ou carottage au diamant avec bouchardage, avec outil de bouchardage type TE-YRT ou similaire.

Il conviendra de vérifier la position des barres d'armature existantes.

Note :
Concernant la position des aciers, si cette position n'est pas connue, elle devra être déterminée à l'aide d'un détecteur de barres d'armatures adapté à cet usage (type Hilti PS300 ou similaire), ainsi que sur la base de la documentation de construction (plan EXE / plan DOE / etc.), puis marquée sur l'élément de construction en vue de la réalisation des joints de recouvrement.

La pose des barres d'armature est réalisée par du personnel dûment qualifié, sous la supervision du responsable des questions techniques sur le chantier.

Dans le cas des scellements de longueurs supérieures à 25 cm ou de scellements au plafond et afin d'assurer un scellement homogène, il conviendra d'utiliser le système complet d'injection comprenant des pinces adaptées, des embouts d'injection de diamètre correspondant au diamètre de la barre d'armature scellée.

Pour les scellements de grande profondeur (supérieure à 100 cm), les moyens de perçage et d'injection devront être adaptés.

Note :
Au-delà de 150 cm, une technologie de forage minier de type Hilti NX ou équivalent sera utilisée ;
Pour assurer une bonne trajectoire des percements, l'outil de forage sera installé sur une colonne fixe ;
La résine utilisée sera à séchage lent et sera injectée à l'aide d'une pince pneumatique de type Hilti P8000 D ou équivalent

1.3.8. Dimensionnement des fixations et chevilles

Les chevilles utilisées bénéficieront d'une Evaluation Technique Européenne (ETE) délivrée selon le Document d'Evaluation Européen (DEE) :

- EAD 330232-01-0601 pour les chevilles mécaniques :
- EAD 330499-01-0601 pour les chevilles chimiques :
- EAD 330284-00-0604 pour les chevilles plastiques

Note :
Ci-dessous, une liste non exhaustive de chevilles recommandées :
- chevilles mécaniques / vis à béton vis à béton de type Hilti HUS-4 ou similaire ;
- chevilles mécaniques / goujons à expansion de type Hilti HST-4 ou similaire ;
- chevilles chimiques / chevilles métalliques à scellement de type Hilti HAS-U + HIT HY200 ou similaire ;
- chevilles plastiques / Chevilles plastiques de type Hilti HRD ou similaire.

Le marquage CE est le seul marquage qui atteste la conformité du produit de construction avec les performances déclarées correspondant aux caractéristiques essentielles couvertes par l'Evaluation Technique Européenne (ETE).

Note :
Des essais comparatifs ont été menés pour vérifier l'aptitude du béton CARAT V-BCN 0133H à reprendre les contraintes inhérentes au chevillage, et démontrent un comportement similaire à un béton de référence à base de CEM II/A.

Les caractéristiques essentielles pour faire référence à des chevilles sont les suivantes :
- L'application : structurelle, de sécurité, multiple, isolation, … définie selon §6.2.2 Tableau 9 du Guide CISMA 2014.
- Le type de chevilles adapté (support, résistance à la corrosion, type de charge, feu, sismique, …) selon § 6.1 Tableau 7 du Guide CISMA 2014 ;
- La méthode de dimensionnement utilisée.

1.3.8.1. Conception et Dimensionnement

Le dimensionnement sera justifié par une note de calcul (par exemple telle qu'issue d'un logiciel type Hilti Profis Engineering ou similaire) et conforme aux Eurocodes :
- en prenant en compte les mêmes hypothèses qu'un béton courant C25/30 ;

- sous charge statique ou quasi-statique, le dimensionnement est réalisé conformément à l'EN 1992-4:2018 ;
- sous actions sismiques (béton fissuré) conformément à l'EN 1992-4:2018.

En cas d'exigences de résistance au feu, un éclatement local de l'enrobage en béton doit être évité.

Le modèle et les dimensions des chevilles doivent être déterminées en fonction de l'application et des charges prévues. Le matériau de fabrication doit assurer la résistance de la fixation aux conditions environnementales et chimiques.

Les ancrages sont conçus sous la responsabilité d'un ingénieur qualifié possédant une expérience approfondie des ancrages et ouvrages en béton.

Des plans et des notes de calcul vérifiables doivent être préparés en tenant compte des charges à ancrer, de la nature et de la résistance du matériau de support et des dimensions des fixations d'ancrage, ainsi que des tolérances admissibles.

Tous plans et notes de calcul devront être établis de manière à être vérifiables, compte tenu des charges des ancrages.
La position (par exemple leur position par rapport aux armatures, renforcements ou aux singularités) et le type de cheville utilisée (voir liste plus haut) devra être indiquée sur les plans structures.

Il conviendra de se référer à la FDP 18 717 pour la justification des chevilles et fixations.

1.3.8.2. Essais d'arrachement sur chantier

Avant de procéder à la fixation des platines/ancrages, l'entreprise procèdera à des essais d'arrachement sur site afin de qualifier les chevilles dans le support existant.

Les essais seront réalisés conformément au guide du CISMA *Recommandations pour la réalisation d'essais de chevilles sur site (ou sur chantier)* – Edition Mai 2014.

Un représentant du fabricant de chevilles procèdera aux essais à la demande de l'entreprise et remettra un PV d'essais conformément au guide du CISMA.

Des recommandations pour l'exécution et l'évaluation des Essais d'arrachement (On site Testing OST) sont données dans le Guide de recommandations CISMA (2014) selon la nature de la fixation.

1.3.8.3. Procédure d'installation

Une attention particulière sera apportée, conformément à l'Evaluation Technique Européenne du produit, aux points suivants :
- Les distances aux bords et les entraxes ;
- La réalisation du perçage des trous selon les modes de perçage autorisés ;
- La température lors de la pose ;
- L'exposition aux rayons UV du soleil des chevilles par scellement.

1.4. Disposition de mise en œuvre

1.4.1. Principe de mise en œuvre

Le coulage des ouvrages en béton CARAT V-BCN 0133H, à savoir voiles, poutre-voiles, poutres, planchers est identique à celui d'éléments en béton courant à base de CEM II/A, et ne requiert pas de sujétions spécifiques.
Il est réalisé conformément aux règles de l'art, notamment celles définies dans le DTU 21.

Pour le coulage des planchers, les recommandations suivantes sont à appliquer :
- coulage proscrit dans le cas d'une température ambiante prévisible sur chantier inférieure à 5°C et supérieure à 30°C.
- talochage mécanique à valider par des planches d'essai en amont du chantier.
- cure systématique de la face supérieure par application d'un produit de cure adapté.

Notes :
La cure par arrosage ou pulvérisation d'eau est proscrite.
Le produit de cure doit être nettoyé soigneusement avant pose de tout revêtement adhérent (par collage ou scellement).

1.4.2. Revêtements de surface

1.4.2.1. Généralités

Dans le cadre d'une application d'un revêtement de type peinture, enduits ou colles sur un support, les essais de convenances sont à la charge de l'applicateur.

Tous les revêtements doivent avoir fait l'objet au préalable d'essais de compatibilité. Le demandeur propose une liste de références de produits compatibles, pour lesquels ces essais de compatibilité ont déjà été réalisés, à la disposition des applicateurs.

Ces références de produits compatibles ont été dressée sur la base d'essais, normalisés dans le cas d'existence d'une norme, et est susceptible d'évoluer en fonction des essais à venir.

1.4.2.2. Revêtements de sol scellés

La mise en œuvre de revêtements de sol scellés devra être conforme aux normes et règlements en vigueur, notamment au NF DTU 52.1 (P61-202) : Revêtements de sol scellés.

1.4.2.3. Revêtements de sol collés

La mise en œuvre des revêtements de sol collés devra être conforme aux normes et règlements en vigueur, notamment au NF DTU 52.2 (P61-204).

Le mortier colle utilisé doit faire l'objet d'un marquage CE, d'un certificat QB, et d'essais réalisés conformément à la norme NF EN 12004 justifiant la possibilité de l'appliquer sur béton CARAT V-BCN 0133H.

Note :
La référence COLLIFLEX PREMIUM de la société VPI utilisée en consistance normale peut notamment être utilisée.

1.4.2.4. Autres revêtements

1.4.2.4.1. Enduits de façade

La mise en œuvre des enduits de mortiers devra être conforme au NF DTU 26.1 – Travaux d'enduits de mortiers.

Les enduits utilisés doivent bénéficier d'un certificat QB et d'un marquage CE, et leur compatibilité avec le support en béton CARAT V-BCN 0133H doit être vérifiée par des essais conformes à la norme NF EN 1015-12.

Note :
Les références MONOPASS GF/GM, MONOLOR GF, MONOCAL GF/GM, MONOROC GF/GM, MONOCAL BLANC POLAIRE et MONOROC BLANC POLAIRE, de la société VPI, peuvent être utilisées.

1.4.2.4.2. Isolation thermique par l'extérieur

Des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolants peuvent être mis en œuvre sur des voiles en béton CARAT-V-BCN 0133H sous réserve que l'adhérence des mortiers de collage et de calage de l'isolant soit justifiée par des essais réalisés conformément à l'EAD 040083-00-0404.

Ces procédés d'isolation thermique extérieure doivent également être visés par une ETE et un DTA valides. De manière générale, la mise en œuvre doit respecter les règles de l'art en vigueur (les CPT 3035, CPT 3714 et CPT 3699 en vigueur), ainsi que les ETE et DTA des systèmes d'isolation thermique extérieure concernés.

Note :
Les systèmes d'isolation thermique extérieure RHEATHERM 600 PSE et RHEATHERM 600 LR de la société VPI, avec collage et calage des isolants à l'aide des mortiers RHEACOL PSE et RHEAMIX MONO, peuvent être utilisés.

1.4.2.4.3. Plaquettes murales et pierres naturelles

La mise en œuvre des plaquettes et pierres naturelles en façade devra être conforme aux normes et règlements en vigueur, notamment au NF DTU 52.2 (P61-204).

Le mortier colle utilisé doit faire l'objet d'un marquage CE, d'un certificat QB dont les caractéristiques certifiées en page 1 incluent le collage de carrelage de façade (noté : option façade), et d'essais réalisés conformément à la norme NF EN 12004 justifiant la possibilité de l'appliquer sur béton CARAT V-BCN 0133H.

Note :
La référence COLLIFACADE de la société VPI peut notamment être utilisée.

1.4.2.4.4. Bardage

Des systèmes de bardage rapportés sous avis technique peuvent également être installés sur des supports en béton CARAT V-BCN 0133H. Leur mise en œuvre sera conforme au cahier du CSTB 3194-V2 et 3725 ainsi qu'aux préconisations figurant dans leur avis technique.

La résistance des fixations des pattes dans le support en béton CARAT V-BCN 0133H devra être vérifiée selon les dispositions prévues au 3.1 du cahier du CSTB 3194 en vigueur, ainsi qu'au 2 du cahier du CSTB 3725 en cas de pose en zone sismique.

Les chevilles utilisées et leur dimensionnement devront respecter les préconisations de l'article 1.3.8.

1.4.2.4.5. Peinture et lasure

La mise en œuvre de revêtement de type peinture sera conforme aux NF DTU 59.1 : Revêtements de peinture en feuille mince, semi-épais ou épais et NF DTU 59.3 : Peinture de sols.
L'application de revêtement de type peinture sur béton CARAT V-BCN 0133H est similaire à l'application sur béton ordinaire à base de CEM II/A, et ne requiert pas de sujétions spécifiques.

Des essais doivent néanmoins être réalisés au préalable pour vérifier la compatibilité avec le support en béton CARAT V-BCN 0133H.

1.4.2.4.6. Sols souples

La mise en œuvre de revêtement de type sols souples sera conforme au NF DTU 53.12 (P62-207) - Préparation du support et revêtements de sol souples (décembre 2020).

L'application de revêtement de type sol souple sur béton CARAT V-BCN 0133H est similaire à l'application sur béton ordinaire à base de CEM II/A.

Des essais doivent néanmoins être réalisés au préalable pour vérifier la compatibilité avec le support en béton CARAT V-BCN 0133H.

1.4.2.4.7. Parquets collés

La mise en œuvre de revêtement de type parquets collés sera conforme au NF DTU 51.2 (P63-202) - Parquets collés (mai 2020).

L'application de revêtement de type parquets collés sur béton CARAT V-BCN 0133H est similaire à l'application sur béton ordinaire à base de CEM II/A.

Des essais doivent néanmoins être réalisés au préalable pour vérifier la compatibilité avec le support en béton CARAT V-BCN 0133H.

1.4.2.4.8. Sols en résine de synthèse

La mise en œuvre de revêtement de type résine de synthèse sera conforme au NF DTU 54.1 (P62-206) - Revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse.

L'application de revêtement de type résine de synthèse sur béton CARAT V-BCN 0133H est similaire à l'application sur béton ordinaire à base de CEM II/A, et ne requiert pas de sujétions spécifiques.

Des essais doivent néanmoins être réalisés au préalable pour vérifier la compatibilité avec le support en béton CARAT V-BCN 0133H.

1.4.2.4.9. SPEC

Un Système de Protection à l'eau sous Carrelage (SPEC) peut également être mis en œuvre. Il doit bénéficier d'un certificat QB et faire l'objet d'essais de compatibilité avec le support selon le référentiel QB11-05.

Note :
La référence CRYLIMPER associée aux bandes de renfort ANGLETANCHE et BUTYLIMPER de la société VPI peut notamment être utilisée

1.4.2.4.10. Enduit de sol autolissant

Un enduit de ragréage peut être mis en œuvre au préalable sous réserve qu'il bénéficie d'un certificat QB et d'un marquage CE, qu'il soit appliqué conformément au CPT en vigueur 3634, et que sa compatibilité avec le support en béton CARAT V-BCN 0133H soit vérifiée par essais conformes au QB 11-02.

Cet enduit de ragréage est nécessaire en cas de pose de revêtement de type sols souples et parquets collés, dont la mise en œuvre doit respectivement être conformes au NF DTU 53.12 et au NF DTU 51.2.

Note :
Les enduits de sol PREPALISS 3 FIBRE et PREPASOL 4S FIBRE en association avec PRIMA UNIVERSEL, de la société VPI, peuvent notamment être utilisés.

1.4.2.4.11. Mortier de ragréage mural

Les surfaces en béton CARAT V-BCN 0133H peuvent être ragréées si nécessaires à l'aide d'un mortier de ragréage ayant fait au préalable l'objet d'essais de compatibilité.

Note :
La référence BETOMUR FIN de la société VPI peut être utilisée.

1.4.2.4.12. Revêtement d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité conformes aux NF DTU 43.1 (NF P84-204) et NF DTU 43.11 (NF P84-211), ainsi que ceux bénéficiant d'un avis technique visant une pose sur éléments porteurs, sont admis.

Le support en béton CARAT V-BCN 0133H et sa préparation devront respecter la NF DTU 20.12 (NF P10-203) ainsi que les prescriptions figurant dans les éventuels avis techniques des produits retenus.

1.5. Maintien en service du produit ou procédé

1.5.1. Entretien courant

L'entretien des ouvrages en béton CARAT V-BCN 0133H est identique à celui des ouvrages en béton ordinaire à base de CEM II/A.

Dans le cas d'utilisation de produit chimique, il conviendra de se rapprocher des fabricants de ces produits pour utilisation sur béton CARAT V-BCN 0133H.

1.5.2. Traitement des désordres (épaufrures / éclats / etc.)

Dans le cadre d'une réparation à l'aide d'un mortier ou enduit, les essais de convenances sont à la charge de l'applicateur.

Le mortier de réparation utilisé doit faire l'objet d'un marquage CE et d'essais réalisés conformément à la norme NF EN 1504-3 justifiant la possibilité de l'appliquer sur béton CARAT V-BCN 0133H.

Note :
Le mortier REPASTRUCTURE R3 de la société VPI, conforme à la norme NF EN 1504-3 de classe R3 a passé ces essais permettant d'établir sa compatibilité avec le béton CARAT V-BCN 0133H.

Il peut donc être utilisé pour la réparation des ouvrages en béton CARAT V-BCN 0133H sous réserve que son emploi et sa mise en œuvre respecte les dispositions prévues dans sa fiche technique.

1.6. Traitement en fin de vie

A la fin de la durée de vie du produit, les ouvrages en béton CARAT V-BCN 0133H , à savoir voiles, poutre-voiles, poutres, planchers pourront faire l'objet du même traitement que les éléments en béton armé ordinaire à base de CEM II/A avec une dépose, concassage et séparation des armatures et du béton pour réemploi après retraitement.

1.7. Assistance technique

1.7.1. Calcul des structures :

Il est réalisé par le Bureau d'Etudes Techniques (B.E.T.) de l'opération, en tenant compte des spécificités du procédé développées dans le présent Avis Technique et des autres parties d'ouvrage associées (planchers coulés en place, planchers préfabriqués, …). Ainsi, le B.E.T. coordonne l'ensemble des informations utiles à la conception et au dimensionnement. Les plans d'exécution sont effectués par le B.E.T.

Béton Vicat pourra apporter son assistance afin de répondre aux interrogations relatives aux spécificités techniques du béton CARAT V-BCN 0133H.

1.7.2. Mise en œuvre :

Elle est réalisée par l'entreprise titulaire du marché. Béton VICAT assure l'information et l'aide aux entreprises qui en font la demande pour le démarrage d'un chantier afin de préciser les dispositions spécifiques de mise en œuvre du procédé. Cette assistance ne peut être assimilée ni à la conception de l'ouvrage, ni à la réception des supports, ni à un contrôle des règles de mise en œuvre. Ces dernières étant décrites dans le présent document, il appartient à l'entreprise applicatrice de les respecter.

1.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

1.8.1. Fabrication

Le béton est confectionné dans les unités de production du réseau ou les unités mobiles du Groupe Vicat, équipées pour produire le béton CARAT V-BCN 0133H.

Le béton doit être contrôlé par le service qualité du producteur ou assimilé ayant été formé au préalable.

1.8.2. Livraison

Les bétons CARAT V-BCN 0133H sont livrés sur chantier en camion malaxeur (toupie).

Toute livraison est accompagnée d'un bon de livraison pouvant être dématérialisé conforme à la norme NF EN 206+A2/CN, précisant notamment l'appellation commerciale du béton ainsi que sa dénomination normative au sens de la norme NF EN 206+A2/CN.

Aucun ajout de quelque nature que ce soit n'est autorisé sur chantier.

Pendant le transport et les attentes sur chantier, le camion malaxeur doit obligatoirement rester en rotation (vitesse lente).

Avant déchargement, le camion malaxeur est mis en rotation à vitesse rapide pendant 3 à 5 minutes afin d'homogénéiser le béton.

Avant le début du déchargement des camions, les responsables du chantier s'assurent auprès des chauffeurs que le béton livré correspond à leur commande, à travers le bon de production ou de livraison qui est remis au chantier (par exemple en cas de coulage simultané avec divers types de béton).

Lors du dernier déchargement, le camion malaxeur est mis en rotation à vitesse lente afin d'assurer une vidange optimale du béton.

1.8.3. Contrôles

Les bétons CARAT font l'objet du même suivi qualité que les autres bétons à base de liant normalisé et respectent les spécifications de la norme NF EN 206+A2/CN ou de la marque NF 033.

1.9. Fiches de Déclaration Environnementales et de Sécurité (FDES)

Le liant CARAT V-BCN 0133H fait l'objet d'un inventaire de cycle de vie (ICV) disponible sur la base INIES. Cet inventaire de cycle de vie est utilisé dans le cadre du configurateur interne VICAT utilisable pour la RE2020 pour le calcul la performance environnementale des bâtiments au sens de l'article L. 171-1 du code de la construction et de l'habitation.

Le béton à base de liant CARAT V-BCN 0133H fait l'objet de fiches FDES disponibles sur la base INIES.

1.10. Mention des justificatifs

1.10.1. Résultats Expérimentaux

Liant

Le liant a CARAT V-CBN 0133H est sous ETPM :

- ETPM 23-0085 (se référer à la version en vigueur)

Matériaux

Caractérisation du BETON CARAT V-BCN 0133H R&D, rapport d'étude ou essais synthétisant l'ensemble des propriétés mesurées :

- SIGMA BETON R&D 2024_NL_10 - Rapport d'essais pour l'ATEx CARAT V-BCN 0133H - Synthèse
  - Etat frais :
    - Affaissement,
    - Masse volumique,
    - Air occlus,
    - Température
  - Etat durci :
    - Résistance à la compression,
- SIGMA BETON R&D 2024_NL_13 - Rapport d'essais pour l'ATEx CARAT V-BCN 0133H - Synthèse des valeurs de retrait
  - Retraits totaux
- SIGMA BETON R&D 2024_NL_14 - Rapport d'essais pour l'ATEx CARAT V-BCN 0133H - Synthèse des modules sécants élastiques
  - Module sécant d'élasticité
- SIGMA BETON R&D 2024_NL_15 - Rapport d'essais pour l'ATEx CARAT V-BCN 0133H - Synthèse des essais de durabilité avec différentes formulations en CARAT V-BCN 0133H
  - Durabilité
- SIGMA BETON R&D 2024_NL_16 Liste des adjuvants utilisés pour la formulation du béton CARAT V-BCN 0133H
  - Liste des adjuvants

Suivi qualité du BETON CARAT V-BCN 0133H produit dans les UP du groupe VICAT :

- BETON VICAT_M029 Manuel d'Assurance Qualité Béton CARAT V-BCN indice 7 du 24 09 2024

Structure

- CERIB - Rapport d'essai de retrait / fluage n° 040595-A du 29/01/2024 – essai sur éprouvettes cylindriques 11x22 et 10x30
- CERIB - Rapport d'essai de pull-out statique n° 039015-B du 14/09/2022 – essai sur Ø8 / Ø12 / Ø14 / Ø20
- CERIB - Rapport d'essai de pull-out statique n° 046547-B du 15/05/2024 – complément d'essais sur du Ø8 et Ø25
- CERIB - Rapport d'essai de pull-out cyclique n° 046560-B du 15/05/2024 – essai sur Ø14
- CERIB - Rapport d'essai Arc de triomphe n° 046582-A du 16/05/2024 - reprise de bétonnage lisse / paraffinée / rugueuse
- CERIB - n° 050208-A - LOI DE COMPORTEMENT BETON CARAT - visa expert du 01/08/2024

Feu - Liant

- CSTB - Rapport d'essai DSSF2431485 – Concernant la Réaction au Feu d'un produit de construction (liant CARAT)

- CSTB - Rapport d'essai RC240078_DSSF2431485 – RAPPORT DE CLASSEMENT EUROPEEN DE REACTION AU FEU (liant CARAT)
- CSTB – RA24-0078 - RAPPORT DE CLASSEMENT EUROPEEN DE REACTION AU FEU du 15/04/2024

Feu - béton

- CSTB - Appréciation de Laboratoire n° AL24-369_v2 : Ecaillage béton CARAT V-BCN en date du 25/08/2025
- Appréciation de Laboratoire n° AL24-370 : Comportement thermo-mécanique du béton Carat en date du 29/08/2025

Fixations (compte rendu d'essais de traction à titre indicatif)

- HILTI - CR d'essais de traction n° 75849 du 09/02/23 – fixation HUS4-H 10x100 45/25/15 hnom3 (REF.) – arrachement à 7 jours
- HILTI - CR d'essais de traction n° 75851 du 09/02/23 – fixation HUS4-H 14x130 65/45/15 hnom3 (REF.) – arrachement à 7 jours
- HILTI - CR d'essais de traction n° 75853 du 09/02/23 – fixation HUS4-H 10x100 45/25/15 hnom3 (CARAT) – arrachement à 7 jours
- HILTI - CR d'essais de traction n° 75854 du 09/02/23 – fixation HUS4-H 14x130 65/45/15 hnom3 (CARAT) – arrachement à 7 jours

- HILTI - CR d'essais de traction n° 76212 du 29/03/23 – fixation HIT HY200 A + HAS-U 8.8 M10x130 (REF.) – arrachement à 28 j.
- HILTI - CR d'essais de traction n° 76214 du 04/04/23 – fixation HIT HY200 A + HAS-U 8.8 M10x130 (CARAT) – arrachement à 28 j.

- HILTI - CR d'essais de traction n° 76218 du 29/03/23 – fixation HIT RE 500 V4 + HAS-U 8.8 M10x130 (REF.) – arrachement à 28 j.
- HILTI - CR d'essais de traction n° 76222 du 09/02/23 – fixation HIT RE500 V4 + HAS-U 8.8 M10x130 (CARAT) – arrachement à 28 j.

- HILTI - CR d'essais de traction n° 76223 du 30/03/23 – fixation HVU2 M10x90 + HAS-U 8.8 M10x130 (REF.) – arrachement à 28 j.
- HILTI - CR d'essais de traction n° 76224 du 30/03/23 – fixation HVU2 M10x90 + HAS-U 8.8 M10x130 (CARAT) – arrachement à 28 j.

- HILTI - CR d'essais de traction n° 76225 du 30/03/23 – fixation HST3 M10x110 50/30 (REF.) – arrachement à 28 j.
- HILTI - CR d'essais de traction n° 76226 du 30/03/23 – fixation HST3 M10x110 50/30 (CARAT) – arrachement à 28 j.

- HILTI - CR d'essais de traction n° 76227 du 30/03/23 – fixation HRD-C 8x100 (REF.) – arrachement à 28 j.
- HILTI - CR d'essais de traction n° 76228 du 30/03/23 – fixation HRD-C 8x100 (CARAT) – arrachement à 28 j.

- HILTI - CR d'essais de traction n° 76229 du 30/03/23 – fixation HUS4-H 10x100 45/25/15 (REF.) – arrachement à 28 j.
- HILTI - CR d'essais de traction n° 76230 du 30/03/23 – fixation HUS4-H 10x100 45/25/15 (CARAT) – arrachement à 28 j.

Finitions

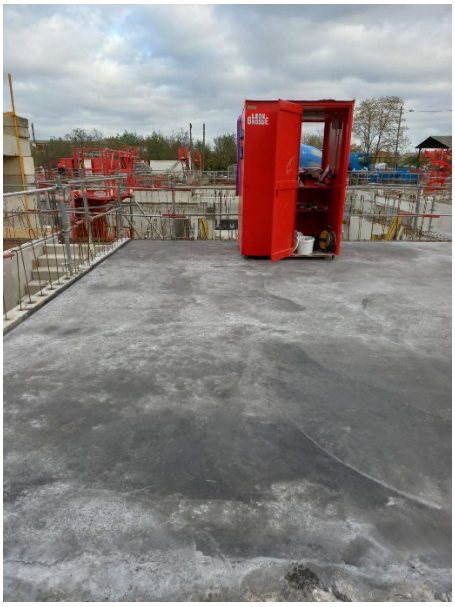
- VPI/REF/23-08
  - Rapport d'essais – Compatibilité des enduits monocouches Monopass GF, Monolor GF et Monoroc GF avec le béton CARAT.
- VPI/REF/23-09
  - Rapport d'essais - Adhérence des colles pour isolants thermiques PSE et laines minérales, Rhéacol PSE et Rheamix Mono, sur support en béton CARAT
- VPI/PMO 23-MC-010
  - Rapport d'essais – Adhérence de différents produits VPI sur support CARAT
- VPI/GC 24-REP-01
  - Rapport d'essais – adhérence du mortier K130 Repastructure R3 sur support en béton CARAT

1.10.2. Références chantiers

Type d'ouvrage	Lieux	Période	Liant utilisé	Volume	Avis (interne / BC)
Voile	Ambérieu en Bugey (01)	2022	CARAT_V-BCN 0133H	20 m³	Chantier expérimental
Voile + dalle	Bron (69)	2022/2023	CARAT_V-BCN 0133H	850 m³	Avis bureau de contrôle
Dalle	Bourgoin-Jallieu (38)	2022	CARAT_V-BCN 0133H	5,5 m³	Chantier expérimental
Radier	Bourgoin-Jallieu (38)	2022	CARAT_V-BCN 0133H	6 m³	Chantier expérimental
Voile	Saint Denis (92)	2023	CARAT_V-BCN 0133H	45 m³	Avis bureau de contrôle
Dallage	Crechy (63)	2023	CARAT_V-BCN 0133H	95 m³	Chantier expérimental
Voile	Lyon 8 (69)	2023	CARAT_V-BCN 0133H	7 m³	Chantier expérimental
Voile	Bobigny (93)	2023	CARAT_V-BCN 0133H	6 m³	Chantier expérimental
Voile	Saint-Etienne (42)	2023	CARAT_V-BCN 0133H	10 m³	Chantier expérimental
Voile	Chilly-Mazarin (91)	2023	CARAT_V-BCN 0133H	5 m³	Chantier expérimental
Voile	Puteaux (92)	2023	CARAT_V-BCN 0133H	5 m³	Chantier expérimental
Voile	Villeurbanne (69)	2023	CARAT_V-BCN 0133H	7 m³	Chantier expérimental
Voile + dalle	Domene (38)	2024	CARAT_V-BCN 0133H	200 m³	Avis bureau de contrôle
Dalle	Lyon (69)	2025	CARAT_V-BCN 0133H	150 m³	Avis de chantier CSTB / feu
Dalle	Beaurepaire (38)	2025	CARAT_V-BCN 0133H	215 m³	Avis bureau de contrôle

1.11. Exemple de teintes (coulage et parement) d'ouvrages réalisés en Béton CARAT V-BCN 0133H

EXEMPLE DE VOILE RÉALISÉ EN BÉTON CARAT V-BCN 0133H	
	
Type de teinte au décoffrage	Type de teinte 6 jours après échange avec l'air ambiant

EXEMPLE DE PLANCHER RÉALISÉ EN BÉTON CARAT V-BCN 0133H	
	
Type de teinte au coulage	Type de teinte quelques jours après échange avec l'air ambiant

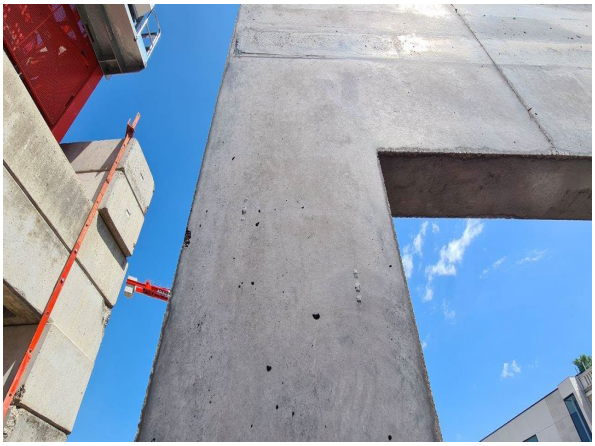
EXEMPLE DE CONTRASTE ENTRE UN BÉTON STANDARD ET LE BÉTON CARAT V-BCN 0133H	
	
	
Type de teinte du béton CARAT V-BCN 0133H au droit d’un ou deux murs en béton courant	

EXEMPLE DE PLANCHER RÉALISÉ AVEC LE BÉTON CARAT V-BCN 0133H





Réalisation selon les techniques courantes (coulage / vibrage / lissage / cure)

EXEMPLES DIVERS DE DÉTAILS EN BÉTON CARAT V-BCN 0133H	
	
	

1.12. CAS PRATIQUES DE CACULS DE STABILITE AU FEU SELON LES MÉTHODES AVANCÉES DE L'EN 1992-1-2

1.12.1. ETUDE DE POTEAUX TYPES

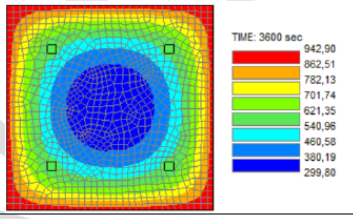
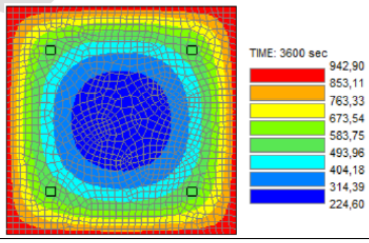
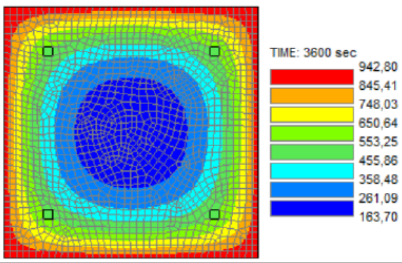
Configurations étudiées

Les poteaux proposés sont :

REF.	Section	Hauteur libre	Ferraillage	Enrobage des filants
POT1	16 x 16 (cm)	250 cm	4 HA 8	31 (mm)
POT2	18 x 18 (cm)	300 cm		
POT3	20 x 20 (cm)	300 cm		

Résultats des calculs thermiques après 60 minutes d'exposition

Le tableau d'isothermes suivant récapitule les résultats des calculs thermiques après 60 minutes d'exposition en utilisant des calculs par éléments finis sur le logiciel SAFIR.

Poteau	Isothermes après 60 minutes d'exposition sous feu ISO
16 cm x 16 cm	
18 cm x 18 cm	
20 cm x 20 cm	

Résultats des calculs mécaniques après 60 minutes d'exposition

Le tableau suivant récapitule les résultats des calculs mécaniques après 60 minutes d'exposition en utilisant des calculs par éléments finis sur le logiciel SAFIR.

	Effort résistant R60 (excentricité = 2 cm)		RATIO	CONCLUSIONS
REF. F_{ck}	f_{ck} = 25 MPa	f_{ck} = 17,5 MPa	70,0%	La diminution de la résistance du béton ne se traduit pas nécessairement par une réduction proportionnelle de la capacité portante du poteau.
POT1	45,5 KN	39 KN	85,2%	
POT2	53,6 KN	46 KN	85,8%	
POT3	81,2 KN	68,4 KN	84,2%	

1.12.2. ETUDE DE POUTRES EN T TYPES

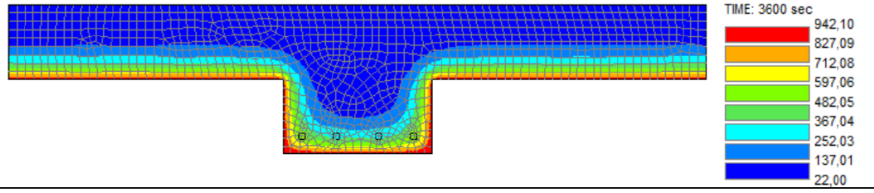
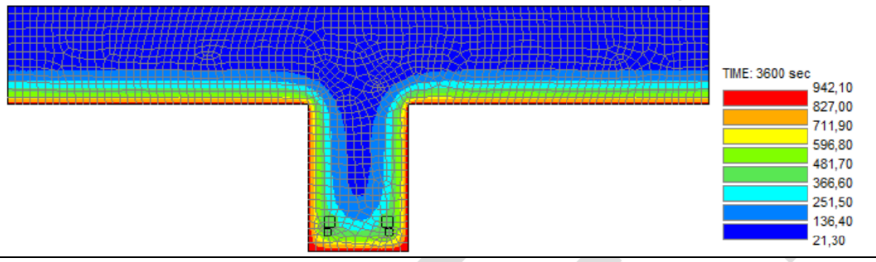
Configurations étudiées

Les poutres en T proposées sont :

REF.	Largeur de la retombée	Hauteur de la retombée	Largeur de la table	Hauteur de la table	Portée	Ferraillage	Enrobage des filants
P001	30 (cm)	15 (cm)	140 (cm)	15 (cm)	550 (cm)	4 HA 8	31 (mm)
P002	20 (cm)	30 (cm)		20 (cm)	600 (cm)	Lit 1 : 2HA25 Lit 2 : 2HA 16	

Résultats des calculs thermiques après 60 minutes d'exposition

Le tableau d'isothermes suivant récapitule les résultats des calculs thermiques après 60 minutes d'exposition en utilisant des calculs par éléments finis sur le logiciel SAFIR.

Poutre	Isothermes après 60 minutes d'exposition sous feu ISO
30 cm x 15 cm + 140 cm x 15 cm	
20 cm x 30 cm + 140 cm x 20 cm	

Résultats des calculs mécaniques après 60 minutes d'exposition

Le tableau suivant récapitule les résultats des calculs mécaniques après 60 minutes d'exposition en utilisant des calculs par éléments finis sur le logiciel SAFIR.

	Moment résistant en travée R60		RATIO	CONCLUSIONS
REF. F_{ck}	f_{ck} = 25 MPa	f_{ck} = 17,5 MPa	70,0%	La réduction de la résistance du béton a un impact négligeable sur le moment résistant de la poutre en Té, même en condition R60.
P001	281,8 KN.ml	279,5 KN.ml	99,2%	
P002	64,6 KN.ml	64,6 KN.ml	100,0%	

1.12.3. ETUDE DE MURS « NON ARMÉ » TYPES

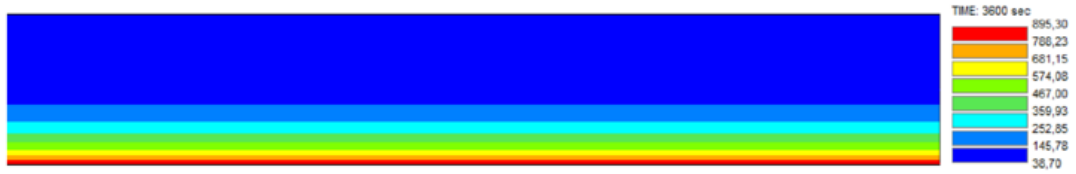
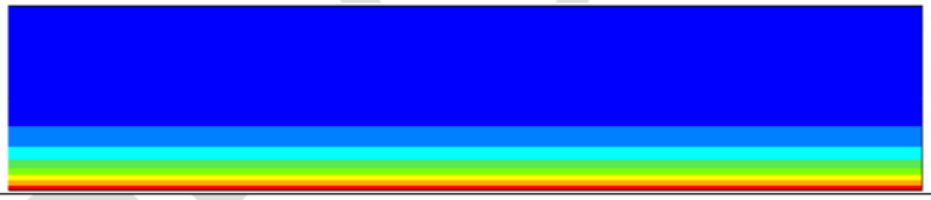
Configurations étudiées

Les murs « non armé » proposés sont :

REF.	Epaisseur	Hauteur libre	Ferraillage
M1	16 (cm)	250 (cm)	Aucun
M2	20 (cm)	300 (cm)	Aucun

Résultats des calculs thermiques après 60 minutes d'exposition

Le tableau d'isothermes suivant récapitule les résultats des calculs thermiques après 60 minutes d'exposition en utilisant des calculs par éléments finis sur le logiciel SAFIR.

Mur	Isothermes après 60 minutes d'exposition sous feu ISO
16 cm	
20 cm	

Résultats des calculs mécaniques après 60 minutes d'exposition

Le tableau suivant récapitule les résultats des calculs mécaniques après 60 minutes d'exposition en utilisant des calculs par éléments finis sur le logiciel SAFIR.

	Effort résistant R60		RATIO	CONCLUSIONS
REF. F_{ck}	f_{ck} = 25 MPa	f_{ck} = 17,5 MPa	70,0%	Pour les murs non armés, la réduction de la capacité portante est globalement proportionnelle à la diminution de la résistance du béton en situation R60
M1	1 930 KN/ml	1 350 KN/ml	70,0%	
M2	2 750 KN/ml	1 935 KN/ml	70,0%	

Note :
La capacité en compression du mur en béton non armé, est liée à la résistance en compression f_{ck}.
La capacité en flambement est liée à la raideur E (dans la formule d'Euler).
Comme les deux paramètres (f_{ck} et E) sont réduits de 30%, la capacité résistante du mur en béton non armé est réduite exactement de la même façon.

Note :
Les murs de façades comportant un treillis soudés anti-fissuration côté extérieur sont assimilables à des murs non armés.
Leurs vérifications structurelles doivent se faire conformément à cette section.

1.12.4. COMMENTAIRE SUR LES MURS ARMÉS TYPES

Configurations requises

Les murs armés auront des armatures définies par le calculs, conformément aux recommandations de la section §1.3.2 - Principes de dimensionnement des voiles et poutres-voiles de la présente ATEx.

Note :

Un mur peut comporter des armatures pour différentes raisons, à savoir :

- Rôle structurel de poutres voiles avec par exemple un ST25C par face
- Rôle structurel de contreventement avec complément d'armature car non vérifié en non armé
- Rôle structurel de voute
- Rôle structurel de reprise d'effort de poussée comme un mur de sous-sol avec du remblai en face extérieure
- Nécessité d'avoir des armatures car reprise de charge à froid trop importante pour être justifiée en non armé
- Etc.

Un mur armé comporte des armatures verticales et horizontales sur ses 2 faces.

Résultats des calculs thermiques après 60 minutes d'exposition

Le tableau d'isothermes des résultats des calculs thermiques après 60 minutes d'exposition en utilisant des calculs par éléments finis sur le logiciel SAFIR, sera similaire à ceux obtenus pour les poteaux types (cf. §1.12.1).

Résultats des calculs mécaniques après 60 minutes d'exposition

La modulation de portance des murs armés sera du même ordre de grandeur que celle obtenue pour les poteaux types (cf. §1.12.1).

Conclusions

Le comportement des murs armés est intermédiaire entre les poteaux et les murs non armés.

Les armatures améliorent la portance de ces éléments structurels.

1.12.5. ETUDE DE DALLES TYPES

Configurations étudiées

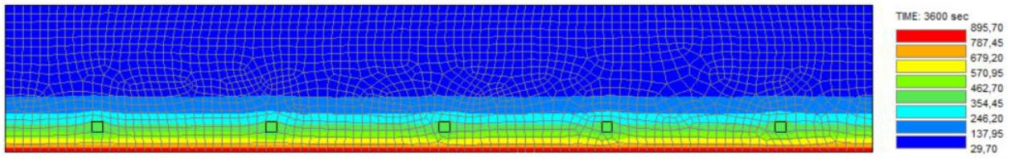
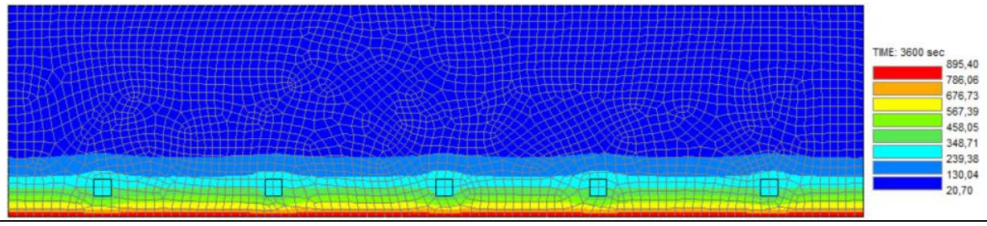
Les dalles proposées sont :

REF.	Epaisseur	Portée	Ferraillage	Enrobage
D001	18 (cm)	540 (cm)	5 HA 14 / ml	25 (mm)
D002	25 (cm)	750 (cm)	5 HA 16 / ml	

Note :
Il est question ici de dalle, assimilable à des dalles pleines ou planchers.
Les dalles sont considérées comme portant dans une direction

Résultats des calculs thermiques après 60 minutes d'exposition

Le tableau d'isothermes suivant récapitule les résultats des calculs thermiques après 60 minutes d'exposition en utilisant des calculs par éléments finis sur le logiciel SAFIR.

Dalle	Isothermes après 60 minutes d'exposition sous feu ISO
Dalle 18 cm	
Dalle 25 cm	

Résultats des calculs mécaniques après 60 minutes d'exposition

Le tableau suivant récapitule les résultats des calculs mécaniques après 60 minutes d'exposition en utilisant des calculs par éléments finis sur le logiciel SAFIR.

	Moment résistant en travée R60		RATIO	CONCLUSIONS
REF. F_{ck}	f_{ck} = 25 MPa	f_{ck} = 17,5 MPa	70,0%	La réduction de la résistance du béton n'a quasiment pas d'incidence sur le moment résistant de la dalle en R60.
D001	52,7 KN.m/ml	51,7 KN.m/ml	98,0%	
D002	189,7 KN.m/ml	178,3 KN.m/ml	94,0%	

1.12.6. CONCLUSIONS

Les études de cas montrent que la réduction de la résistance du béton, appliquée dans le cadre des évaluations à chaud, n'entraîne pas systématiquement une baisse équivalente de la portance des éléments structurels.

Cette dissociation est particulièrement notable pour les éléments armés, où la diminution de portance reste généralement inférieure à celle de la résistance du béton.

Seuls les murs non armés présentent une corrélation plus directe entre ces deux paramètres.