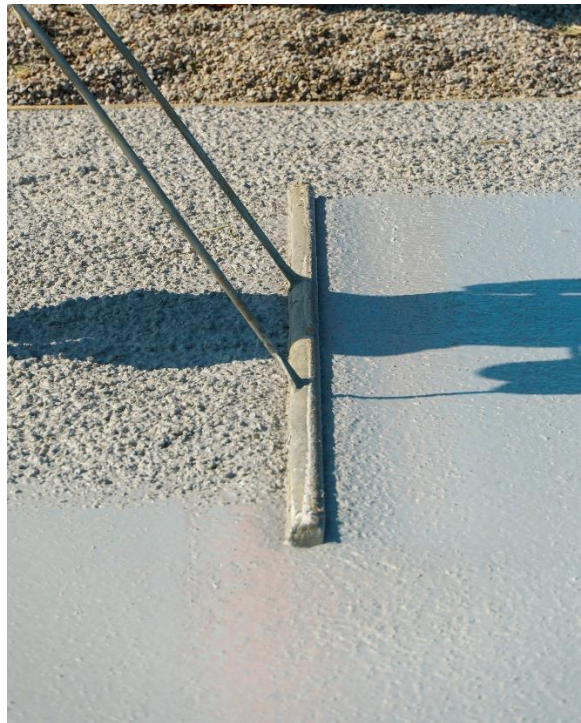


# APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3238\_V2

*ATEx de cas a*

**Validité du 19/07/2023 au 19/07/2025**



---

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 :**

HOFFMANN GREEN CEMENT TECHNOLOGIES

6 Rue de la Bretauillère - Chaillé-sous-les-Ormeaux, 85 310 RIVES DES L'YON

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3238\_V2

*Note Liminaire* : Cette Appréciation porte sur le procédé de « Béton prêt à l'emploi à base de liant H-UKR pour la réalisation de dallages sur terre-plein ».

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 12/10/2022, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- demandeur : Société HOFFMANN GREEN CEMENT TECHNOLOGIES,
- technique objet de l'expérimentation : Béton prêt à l'emploi à base de ciments H-UKR N (à prise normal) ou H-UKR R (à prise rapide) pour la réalisation de dallages sur terre-plein, hors dallages industriels et couches d'usure.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3238\_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 est subordonné à la mise en application ultérieure de l'ensemble des recommandations formulées au §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 sécurité des intervenants

Le béton à base de ciments H-UKR N (à prise normal) ou H-UKR R (à prise rapide) n'est pas conforme à la norme NF EN 206+A2/CN. Les règles de calcul définies par la norme NF DTU 13.3 ne lui sont donc pas directement applicables. Une approche expérimentale a été adoptée pour caractériser le béton à base de ciments H-UKR N ou H-UKR R, dans le but d'ajuster certains paramètres. Il en résulte les conclusions suivantes :

- Le béton à base de ciments H-UKR N ou H-UKR R présente des résistances mécaniques comparables à celles d'un béton traditionnel ;
- La contrainte d'adhérence acier-béton d'un béton à base de liant H-UKR est comparable à celle d'un béton traditionnel ;
- Le retrait libre du béton à base de liant H-UKR est près de deux fois supérieur à celui du béton traditionnel, à formulation identique ;
- Le fluage est de l'ordre de trois fois supérieur à celui d'un béton traditionnel. Le coefficient de fluage d'un béton traditionnel a donc été multiplié, pour les calculs, par trois pour le béton H-UKR ;
- Du fait du comportement du béton à base de ciments H-UKR N ou H-UKR R par rapport aux phénomènes de fluage et de retrait, le calcul des déformations du dallage (tassement, soulèvement en bord et en angle, etc.) devra être systématiquement réalisé suivant les hypothèses du projet. Les valeurs obtenues devront être comparées aux exigences requises dans les DPM ou à défaut au NF DTU 13.3.

Compte tenu du domaine d'emploi en dallage tel que décrit au §2.2.2 du Dossier Technique, l'incidence et le risque de désordre lié à un retrait important du béton à base de ciments H-UKR N ou H-UKR R est négligeable moyennant le respect des recommandations du §4.

La stabilité des ouvrages visés par la présente Appréciation est ainsi assurée.

La mise en œuvre du béton à base de ciments H-UKR N ou H-UKR R est similaire 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.

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3238\_V2

Afin de prévenir le risque d'épaufrures aux droits des joints sciés, le garnissage des joints au mastic polyuréthane, compatible avec ciments H-UKR N ou H-UKR R, a été mentionné (§ 2.4.4 du DT).

### 1.2 Sécurité en cas d'incendie

Compte tenu de l'usage de dallage en béton armé, la sécurité en cas d'incendie est assurée.

## 2°) Faisabilité

### 2.1 Production

Les ciments H-UKR N ou H-UKR R sont produits par Hoffman Green Cement Technologies. Le béton à base de ciments H-UKR N ou H-UKR R est fabriqué dans les centrales de béton prêt à l'emploi puis livré sur chantier.

Les formules de béton à base de ciments H-UKR N ou H-UKR R ont été adaptées à l'usage en dallage et sont dénommées H-UKR 380 C40 U.a (cf. §2.3.1.2.).

### 2.2 Mise en œuvre

La mise en œuvre du béton à base de ciments H-UKR N ou H-UKR R, pour la réalisation de dallages coulés en place, est similaire à celle d'un béton traditionnel, et ne nécessite pas de contrôles additionnels.

Seule est exigée la réalisation des essais initiaux et de convenance pour les formulations qui doivent être effectués pour toute nouvelle centrale, Hoffman Green Cement Technologies devant porter assistance et analyser ces résultats.

## 3°) Risques de désordres

Les exigences de fabrication et de mise en œuvre, ainsi que les résultats d'essais fournis permettent de considérer les risques de désordres comme « maîtrisés » à ce stade de conception du projet.

## 4°) Recommandations

- L'utilisation des granulats recyclés est exclue et les granulats doivent être non réactifs à l'alcali réaction ;
- En l'absence de justification de compatibilité de couche d'usure et de résistance à l'usure, les couches d'usure sont exclues, ainsi que les dallages industriels avec charges roulantes ;
- La fabrication du béton sur site est exclue. Compte tenu des formulations, seules des centrales BPE-NF préalablement accompagnées par Hoffman Green Cement Technologies ont la capacité de maîtriser la constance de fabrication et les contrôles associés ;
- Des calculs de dallage pour le dimensionnement, doivent être effectués en conformité avec l'annexe C (C1 à C6) de la norme NF DTU 13.3 P1-1-1 ;
- L'utilisation de superplastifiant est exclue pour les maisons individuelles ;
- L'utilisation de plastifiant est possible sous réserve de réalisation d'essais préalablement ;
- Les milieux sensibles à la biotétérioration (H<sub>2</sub>S) sont exclus du domaine d'emploi ;
- La classes d'exposition XA3 est exclue pour les milieux acides et les eaux pures ;
- La classes d'exposition XA3 est admise uniquement vis-à-vis des attaques sulfatiques si les granulats justifient d'une absorption inférieure à 1% ;
- Compte tenu du retrait plus important du bétons, une ouverture des joints plus importante se produira et impliquera une fréquence de maintenance des joints plus élevée ;
- Préalablement à la mise en œuvre de revêtement, des essais d'adhérence doivent être effectués, et les produits de cure doivent être éliminés.

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3238\_V2

### EN CONCLUSION

En conclusion, et sous réserve du respect des recommandations figurant au paragraphe 4 ci-avant, le Comité d'Experts considère que :

- La sécurité est assurée ;
- La faisabilité est avérée ;
- Les risques de désordres sont considérés comme limités.

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

Ménad CHENAF

## ANNEXE 1

### FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société HOFFMANN GREEN CEMENT TECHNOLOGIES (HGCT)  
6 Rue de la Bretau dière  
Chaille sous les ormeaux  
85 310 RIVES DES L'YON

#### Définition de la technique objet de l'expérimentation :

Les ouvrages du procédé H-UKR - Dallage sont des dallages non armé ou armé coulés en place à l'aide de béton H-UKR confectionnés à partir de ciments H-UKR N (à prise normal) ou H-UKR R (à prise rapide).

#### Spécificité du liant H-UKR :

- Le liant H-UKR, composé de laitier de hauts fourneaux, d'activateurs carbo-silicates et d'un mélange de filler calcaire, est produit par la société HGCT ;
- Le liant H-UKR a fait l'objet d'une Évaluation Technique de Produits et de Matériaux – ETMP-18/0056-D ;
- Le béton mis en œuvre pour le coulage des éléments de structure vise les caractéristiques suivantes : classes d'expositions visées X0, XC1, XC2, XC3, XC4 & XF1, XD1, XD2, XD3 & XF2, XS1, XS2, XS3, XA1, XA2 et XA3<sup>(2)</sup> ;
- Les bétons à base de liant H-UKR ont des caractéristiques particulières caractérisées par essais et dont il convient de tenir compte pour le dimensionnement suivant les règles de dimensionnement Eurocodes.

Le domaine d'emploi du procédé H-UKR – Dallage est destiné à la réalisation de tous types de dallages en béton non armé ou armé destinés aux constructions neuves ou existantes (au sens de la NF DTU 13.3) :

- Maisons individuelles, garages et sous-sol attenants ;
- Bâtiment à usage d'habitation de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> famille ;
- Etablissement recevant du public, de 1<sup>ère</sup> à 5<sup>ème</sup> catégorie ;
- Bâtiments relevant du Code du Travail ;
- Locaux agricoles ;
- Zones extérieures (aire de béquillage, stockage, etc.) ayant un usage autre que voirie.

Pour l'application en zone sismique, l'EC 8 (NF EN 1998) est à prendre en compte pour le calcul des tirants et rigidité des soubassements.

Les dallages visés sont des dallages désolidarisés ou solidarisés ne participant pas à la reprise ni au transfert des efforts horizontaux, ne jouant pas le rôle de diaphragme et ne participant pas à la stabilité du bâtiment sauf fonction de butonnage d'un mur enterré.

La durée d'utilisation du projet est limitée à 50 ans.

Les dallages visés sont des dallages désolidarisés ou solidarisés ne participant pas à la reprise ni au transfert des efforts horizontaux, ne jouant pas le rôle de diaphragme et ne participant pas à la stabilité du bâtiment sauf fonction de butonnage d'un mur enterré.

Les dallages fibrés ne sont pas visés.

Les locaux industriels tel qu'usine, atelier, entrepôt, stockage, etc. quelles que soient ses charges d'exploitation, au sens de la NF DTU 13.3 P1-1-1, § 5.5.1., Tableau 1 ne sont pas visés.

Les dallages pour lesquels une fonction d'étanchéité est nécessaire ne sont pas visés.

Les dallages de chambres froides au sens de l'Annexe D de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021) ne sont pas visés.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEEx 3238\_V2.

(2) La classe XA3 fait l'objet de restrictions (cf. Recommandations de l'ATEX).

## **ANNEXE 2**

Dossier Technique du demandeur

Ce document comporte un dossier technique principal (17 pages joint à ce PV) + 39 annexes (non jointes).

Procédé de « H-UKR - Dallage »

« DT-ATEx\_a - H-UKR - Dallage - DT demandeur V2 »

Daté du 27/07/2023

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEx 3238\_V2

Fin du rapport

# DOSSIER TECHNIQUE

## H-UKR - Dallage

**Titulaire :** Hoffmann Green Cement Technologies

6 la Bretaudière - Chaillé-sous-les-Ormeaux

85310 RIVES DE L'YON

*Usines de production :* Hoffmann Green Cement Technologies // Rue Archereau – 85480 BOURNEZEAU

Version du 27/07/2023

## Table des matières

2.	Dossier Technique.....	3
2.1.	Mode de commercialisation .....	3
2.1.1.	Coordonnées .....	3
2.1.2.	Rôle des intervenants .....	3
2.2.	Description.....	3
2.2.1.	Principe.....	3
2.2.2.	Domaine d'emploi.....	3
2.2.3.	Matériaux, produits et composants .....	4
2.3.	Disposition de conception.....	5
2.3.1.	Généralités.....	5
2.3.2.	Principes de dimensionnement d'un dallage en béton non armé .....	8
2.3.3.	Principes de dimensionnement d'un dallage en béton armé.....	10
2.3.4.	Principes de dimensionnement d'une dalle de transition .....	12
2.3.5.	Principes de dimensionnement d'un dallage de maison individuelle .....	13
2.3.6.	Dimensionnement des fixations.....	14
2.4.	Disposition de mise en œuvre .....	15
2.4.1.	Principe de mise en œuvre .....	15
2.4.2.	Cure de la face supérieure des dallages.....	15
2.4.3.	Tolérances d'exécution.....	15
2.4.4.	Remplissage des joints sciés .....	15
2.4.5.	Revêtement de surface .....	15
2.5.	Maintien en service du produit .....	16
2.5.1.	Entretien courant .....	16
2.5.2.	Traitement des désordres (épaufrures, éclats, etc.) .....	16
2.6.	Traitement en fin de vie .....	16
2.7.	Assistance technique .....	16
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	16
2.8.1.	Principe de fabrication.....	16
2.8.2.	Plans d'Assurance Qualité.....	16
2.9.	Fiche de Déclaration Environnementale et de Sécurité – FDES .....	16
2.10.	Mention des justificatifs .....	17
2.10.1.	Résultats Expérimentaux .....	17



## 2. Dossier Technique

---

### 2.1. Mode de commercialisation

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Le procédé H-UKR - Dallage est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : Hoffmann Green Cement Technologies  
6 rue de la Bretaudière - Chaillé-sous-les-Ormeaux  
85310 RIVES DE L'YON

Usines de production ciment : Rue Archereau – 85480 BOURNEZEAU

#### 2.1.2. Rôle des intervenants

Le procédé H-UKR - Dallage faisant l'objet de la demande d'ATEX de cas a concerne les dallages coulés sur place avec du béton confectionné à partir de ciment H-UKR N ou H-UKR R, ciments « bas carbone » innovants à faible empreinte environnementale. Les ciments H-UKR N et H-UKR R sont produits par la société Hoffman Green Cement Technologies – demandeur de l'ATEX.

Le béton H-UKR est produit à partir de ciment H-UKR N (à prise normal) ou H-UKR R (à prise rapide) dans des centrales à bétons et livré sur le chantier, ou bien directement produit sur site dans une centrale de chantier.

Les ouvrages du procédé H-UKR - Dallage sont réalisés en béton H-UKR coulé sur place par l'entreprise de gros-œuvre ou de dallage de l'opération.

Le dimensionnement des ouvrages du procédé H-UKR - Dallage est réalisé par un Bureau d'Etude Structure ou toute personne possédant les compétences de dimensionnement suivant les Eurocodes, notamment EC2, EC8 et la NF DTU 13.3.

---

### 2.2. Description

---

#### 2.2.1. Principe

Les ouvrages du procédé H-UKR - Dallage sont des dallages non armé ou armé coulés en place à l'aide de béton H-UKR confectionnés à partir de ciment H-UKR N ou H-UKR R.

Les ciments H-UKR N et H-UKR R sont produits par Hoffman Green Cement Technologies, puis livré en vrac ou conditionné aux centrales de béton prêt à l'emploi pour être utilisé dans les formulations de béton H-UKR.

Le béton H-UKR est fabriqué dans les centrales de béton prêt à l'emploi puis livré sur chantier ou bien directement fabriqué dans des centrales de chantier sur site.

Le béton H-UKR est mis en œuvre sur chantier comme un béton traditionnel à base de ciment conforme à la norme NF EN 197-1, NF EN 197-5 ou NF 15743.

Les ciments H-UKR N et H-UKR R n'étant pas couvert par les normes NF EN 197-1, NF EN 197-5 ou NF 15743, le béton H-UKR n'est pas couvert par la norme NF EN 206+A2/CN. Toutefois, la production de béton est soumise aux référentiels décrits dans la norme NF EN 206+A2/CN.

Le dimensionnement des ouvrages du procédé H-UKR - Dallage est réalisé par un Bureau d'Etude Structure ou toute personne possédant les compétences de dimensionnement suivant les Eurocodes, notamment EC2, EC8 et NF DTU 13.3.

#### 2.2.2. Domaine d'emploi

##### 2.2.2.1. Domaine d'emploi accepté

Le domaine d'emploi du procédé H-UKR – Dallage est destiné à la réalisation de tous types de dallages en béton non armé ou armé destinés aux constructions neuves ou existantes (au sens de la NF DTU 13.3) :

- Maisons individuelles, garages et sous-sol attenants,
- Bâtiment à usage d'habitation de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> famille,
- Etablissement recevant du public, de 1<sup>ère</sup> à 5<sup>ème</sup> catégorie,
- Bâtiments relevant du Code du Travail,
- Locaux agricoles,
- Zones extérieures (aire de béquillage, stockage, etc.) ayant un usage autre que voirie.

La durée d'utilisation du projet est limitée à 50 ans.

Les classes d'expositions visées sont X0, XC1, XC2, XC3, XC4 & XF1, XD1, XD2, XD3 & XF2, XS1, XS2, XS3, XA1, XA2 et XA3 (milieux contenant des sulfates uniquement).

Pour l'application en zone sismique, l'EC 8 est à prendre en compte pour le calcul des tirants et rigidité des soubassements.

Les dallages visés sont des dallages désolidarisés ou solidarisés ne participant pas à la reprise ni au transfert des efforts horizontaux, ne jouant pas le rôle de diaphragme et ne participant pas à la stabilité du bâtiment sauf fonction de butonnage d'un mur enterré.

Les dallages fibrés ne sont pas visés.

Les locaux industriels tel qu'usine, atelier, entrepôt, stockage, etc. quelles que soient ses charges d'exploitation, au sens de la NF DTU 13.3 P1-1-1, § 5.5.1., Tableau 1 ne sont pas visés.

Les dallages pour lesquels une fonction d'étanchéité est nécessaire ne sont pas visés.

Les dallages de chambres froides au sens de l'Annexe D de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021) ne sont pas visés.

Les dallages en milieux propices à la biodétérioration au sens du FD P18-011 ne sont pas visés.

## 2.2.3. Matériaux, produits et composants

### 2.2.3.1. Béton H-UKR

#### 2.2.3.1.1. Ciments H-UKR N et H-UKR R

##### 2.2.3.1.1.1. Evaluation Technique de Produits et de Matériaux

Les ciments H-UKR N et H-UKR R ont fait l'objet d'une Évaluation Technique de Produits et de Matériaux ETMP-18/0056-D en date du 28 avril 2023.

##### 2.2.3.1.1.2. Constitution des ciments H-UKR N et H-UKR R

Les ciments utilisés dans la formulation du béton sont les ciments H-UKR N et H-UKR R fabriqués et fournis par le demandeur, Hoffmann Green Cement Technologies.

Il est composé de laitier de hauts fourneaux, d'activateurs carbo-silicates et d'un mélange de filler calcaire.

Les ciments H-UKR N et H-UKR R sont des ciments réactifs (alcali-activation), qui se distinguent des ciments traditionnels par leur composition, présentée dans le tableau ci-dessous (source ETPM-18/0056-D).

Les % indiqués sont des pourcentages massiques		Ciment H-UKR N	Ciment H-UKR R	Ciment conforme NF EN 197-1	Ciment conforme NF EN 15743
Constituants	Précurseur laitier de haut fourneau	S = 79 à 85%	S = 79 à 85%	36 ≤ S ≤ 95% pour les CEM III	S ≥ 75%
	Activateur carbo-silicate	Silicate de sodium et carbonate de sodium 10 à 18%	Silicate de sodium et carbonate de sodium 10 à 18%	Non couvert	Non couvert L'activateur utilisé est un sulfate de calcium : 5 ≤ Cs ≤ 20%
Autres constituants	Clinker	K = 0%	K = 0%	K ≥ 5% minimum	0 < K ≤ 5%
	Constituants secondaires	A = 3 à 5% Matériaux minéraux naturels spécialement sélectionnés répondant à la norme NF EN 12620 et/ou matériaux minéraux dérivés du procédé de production de la chaux aérienne ou de la chaux hydraulique naturelle conforme à l'EN 459-1	A = 3 à 5% Matériaux minéraux naturels spécialement sélectionnés répondant à la norme NF EN 12620 et/ou matériaux minéraux dérivés du procédé de production de la chaux aérienne ou de la chaux hydraulique naturelle conforme à l'EN 459-1	A = 0 à 5%	A = 0 à 5%

NF EN 197-1 (Avril 2012) : Ciment – Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants  
NF EN 15743+A1 (Juin 2015) : Ciment sursulfaté - Composition, spécifications et critères de conformité.

#### 2.2.3.1.2. Filler

Le filler utilisé dans la formulation du béton devra être conforme à la norme NF EN 12620+A1.

#### 2.2.3.1.3. 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.

L'utilisation d'agrégats recyclés et d'agrégats réactifs à l'alcali-réaction dans la formulation du béton est exclue.

#### 2.2.3.1.4. Fibres

L'utilisation de fibres métalliques, polymères ou de verre dans la formulation du béton est exclue.

#### 2.2.3.1.5. Adjuvants

Seuls les adjuvants ayant fait l'objet d'une validation de compatibilité par le laboratoire Hoffmann Green Cement Technologies pourront être mis en œuvre dans le béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R.

L'utilisation de superplastifiant est exclue pour les dallages de maison individuelle.

#### 2.2.3.1.6. Eau de gâchage

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

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

#### 2.2.3.1.7. Produit de cure

Seuls les produits de cure ayant fait l'objet d'une validation de compatibilité par le laboratoire Hoffmann Green Cement Technologies pourront être utilisés pour la cure du béton H-UKR conformément au § 2.4.2 Cure de la face supérieure des dallages.

## 2.2.3.2. Armatures

### 2.2.3.2.1. Armatures CFA

Les armatures CFA mises en œuvre dans les ouvrages en béton H-UKR - Dallage sont réalisées en usine de préfabrication d'armatures ou sur chantier, et sont obtenues à l'aide d'acier HA en couronne, de classe B500A, B500B ou B500C suivant les exigences requises par le projet et certifié NF suivant la norme NF A 35-080-1.

### 2.2.3.2.2. Treillis soudés

Le treillis soudé mis en œuvre dans les ouvrages en béton H-UKR - Dallage est de classe B500A, B500B ou B500C suivant les exigences requises par le projet et certifié NF suivant la norme NF A 35-080-2.

## 2.2.3.3. Inserts

Les inserts de type goujons, rails, seuils de portes, gaines, fourreaux, décaissés, etc. peuvent être insérés à la réalisation des dallages en béton H-UKR suivant les mêmes dispositions que pour un béton traditionnel.

## 2.3. Disposition de conception

### 2.3.1. Généralités

#### 2.3.1.1. Application DTU & Eurocode

Hors indications et spécifications contraires indiquées dans les paragraphes suivant de la présente ATEx de cas a, les NF DTU 13.3 P1-1-1, P1-1-2, P1-2 & P2 (décembre 2021), la NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA ainsi que la NF EN 1998-1 et son Annexe nationale NF EN 1998-1/NA sont applicables pour le dimensionnement des dallages en béton non armé ou armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R.

**Compte tenu du comportement du béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R par rapport aux phénomènes de fluage et de retrait, le calcul des déformations du dallage (tassement, soulèvement en bord et en angle, etc.) devra être systématiquement réalisé suivant les hypothèses du projet.**

**Les valeurs obtenues devront être comparées aux exigences requises dans les DPM ou à défaut à la NF DTU 13.3.**

#### 2.3.1.2. Formulation du béton

Une formulation de référence en béton H-UKR a fait l'objet de qualification et est référencée comme suivant :

- H-UKR 380 C40 U.a – Formule n°1 (formule de référence)

La formulation béton H-UKR 380 C40 U.a devra respecter les critères de classe de consistance et de teneur en air spécifiés au § 5.1, c. & h. de la NF DTU 13.3 P1-2 (décembre 2021).

Les formulations peuvent faire l'objet d'ajustement dans leur composition (ajustement de la quantité d'eau pour garantir la classe de résistance C40/50, etc.), et sont soumises à validation du laboratoire de Hoffmann Green Cement Technologies.

Formulation	X0	XC				XD				XS				XA		
		XC1	XC2	XC3	XC4 /XF1	XD1	XD2	XD3f /XF2	XD3tf	XS1	XS2	XS3e	XS3m	XA1	XA2	XA3 <sup>2)</sup>
H-UKR 380 C40 U.a	380 kg/m <sup>3</sup>	✓	✓	✓	1)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

<sup>1)</sup> La formulation du béton H-UKR est utilisable pour un ouvrage soumis à une classe d'exposition XC3 sous réserve de respecter les deux conditions suivantes :

- la formulation utilisée doit obligatoirement répondre à la classe d'exposition XC4
- et l'enrobage des armatures sera déterminé en considérant une classe d'exposition XC4

<sup>2)</sup> La classe d'exposition XA3 est admise pour les milieux contenant des sulfates et pour des bétons H-UKR formulés avec des granulats ayant un taux d'absorption d'eau inférieur à 1%.

Dans le cas de dallage extérieur, l'utilisation d'entraîneur d'air n'est pas autorisée.

L'utilisation d'adjuvant de type superplastifiant, etc. dans le béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R devra faire l'objet d'une validation de compatibilité de la part du laboratoire Hoffmann Green Cement Technologies ainsi que d'une planche d'essai avec une finition surfacée mécaniquement.

#### 2.3.1.3. Caractéristiques mécaniques

La classe de résistance visée et garantie est C40/50 pour la formulation H-UKR 380 C40 U.a.

L'ensemble des caractéristiques mécaniques sont récapitulées dans le tableau ci-après.

<b>H-UKR 380 C40 U.a</b>	
$f_{ck}$ (MPa)	40
$f_{ck,cube}$ (MPa)	50
$f_{ctk\ 0,05}$ (MPa)	2,5
$E_{cm}$ (GPa)	32

### 2.3.1.4. Fluage

Le coefficient de fluage du béton H-UKR est déterminé à partir du coefficient d'un béton à base de ciment Portland, et doit être modulé à l'aide d'un facteur  $k_{creep}$  et déterminé à l'aide de l'expression suivante :

$$\varphi_{H-UKR}(\infty, t_0) = k_{creep} \times \varphi_{CEM}(\infty, t_0)$$

Avec :

- $k_{creep}$  : facteur de fluage H-UKR
- $\varphi_{CEM}(\infty, t_0)$  : coefficient de fluage pour un béton de classe de résistance équivalente C40/50 avec un ciment de classe N, dans les conditions du projet
- Le coefficient  $k_{creep}$  est défini à partir d'essai expérimentaux, dont la valeur est indiquée ci-dessous en fonction de la formulation de béton :

<b>H-UKR 380 C40 U.a</b>	
$k_{creep}$	3

### 2.3.1.5. Retrait

#### 2.3.1.5.1. Retrait libre

Le retrait libre est de l'ordre de deux fois plus important pour du béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R que du béton à base de ciment CEM I, à formulation identique, soit :

$$\varepsilon_{cs\ H-UKR} = 2 \cdot \varepsilon_{cs\ CEM\ I}$$

#### 2.3.1.5.2. Retrait linéaire H-UKR

Le retrait linéaire à prendre en compte pour calculer les longueurs de soulèvement en angle et en bord est majoré et tient compte de la présence de condensation en sous face de dallage.

Le retrait linéaire du béton à base de ciment H-UKR N et H-UKR R est pris égal à deux fois le retrait linéaire du béton à base de ciment CEM I, soit :

$$\varepsilon_{r\ H-UKR} = 2 \cdot \varepsilon_{r\ CEM\ I}$$

<b>H-UKR 380 C40 U.a</b>	
$\varepsilon_{r\ H-UKR}$	0,8 mm/m

### 2.3.1.6. Durabilité et enrobage des armatures

Les minorations liées à l'approche prescriptive proposées dans le Tableau 4.3NF de la NF EN 1992-1-1 ne sont pas applicables pour le béton à base de ciment H-UKR N et H-UKR R.

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 conditions indiquées ci-après :

Formulation	<b>Exigence environnementale pour <math>c_{min,dur}</math> (mm)</b>										
	<b>Classe d'exposition selon Tableau 4.1 de l'EC 2-1-1 et son A.N.F</b>										
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4/XF1	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XF2/XS3	XA1	XA2	XA3
<b>H-UKR 380 C40 U.a</b>	10	10	20	30		30	35	40	30	40	50

Les enrobages  $c_{min,dur}$  indiqués dans le tableau ci-dessus correspondent à une durée d'utilisation du projet de 50 ans, et tiennent compte des minorations possibles selon les critères définis dans l'approche performantielle. Aucune autre minoration n'est permise pour la détermination des enrobages  $c_{min,dur}$ .

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

### 2.3.1.7. Détermination de la longueur d'ancrage et de recouvrement des armatures

La détermination et vérification de la longueur d'ancrage et de recouvrement des armatures dans le béton H-UKR seront 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, ainsi que selon le § 5.6 Dispositions pour ancrages et jonctions de la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale NF EN 1998-1/NA.

### 2.3.1.8. Vérification du cisaillement à l'interface de reprise de bétonnage

La vérification du cisaillement à l'interface de reprise de bétonnage, dans le cas de :

- Béton H-UKR – béton traditionnel
- Béton traditionnel – béton H-UKR
- Béton H-UKR – béton H-UKR

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

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

Avec  $f_{ctd}$  déterminé suivant l'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  $\mu$  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	$c$	$\beta_{H-UKR}$	$c_{H-UKR}$	$\mu_{H-UKR} = \mu$
Lisse (brut)	0,2	0,6	<b>0,12</b>	<b>0,6</b>
Rugueux	0,4	0,3	<b>0,12</b>	<b>0,7</b>

Avec  $c_{H-UKR} = \beta_{H-UKR} \cdot c$  et  $\mu_{H-UKR} = \mu$

## 2.3.2. Principes de dimensionnement d'un dallage en béton non armé

### 2.3.2.1. Généralités

Le principe de dimensionnement d'un dallage en béton non armé réalisé en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est le même que pour un dallage en béton non armé réalisé en béton à base de ciment Portland, en prenant en compte les paramètres spécifiques intrinsèque au matériau qui sont récapitulés ci-après :

- Caractéristiques mécaniques
  - Résistance à la compression
  - Résistance à la traction
  - Module d'élasticité
- Comportement au fluage
  - Coefficient  $k_{creep}$
  - Coefficient de fluage :  $\varphi_{H-UKR}(\infty, t_0) = k_{creep} \cdot \varphi_{CEMI}(\infty, t_0)$
- Comportement au retrait
  - Retrait linéaire  $\varepsilon_{r H-UKR} = 2 \cdot \varepsilon_{r CEMI}$

L'ensemble des caractéristiques mécaniques sont données dans les Tableaux du § 2.3.1.3 Caractéristiques mécaniques, 2.3.1.4 Fluage & 2.3.1.5 Retrait.

Compte tenu du comportement du béton à base de H-UKR N ou H-UKR R par rapport aux phénomènes de fluage et de retrait, le calcul des déformations du dallage (tassement, soulèvement en bord et en angle, etc.) devra être systématiquement réalisé suivant les hypothèses du projet.

Les valeurs obtenues devront être comparées aux exigences requises dans les DPM ou à défaut à la NF DTU 13.3.

### 2.3.2.2. Dimensionnement suivant NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021)

Le dimensionnement d'un dallage en béton non armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R se fera suivant la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021), et notamment l'Annexe C (normative) Evaluation des déformations et des sollicitations.

#### 2.3.2.2.1. Déformation d'un dallage (§ C.3)

##### 2.3.2.2.1.1. Déformations d'un dallage supposé continu

Le calcul des déformations d'un dallage supposé continu en béton non armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est identique à celui d'un dallage en béton non armé à base de ciment Portland.

La vérification est réalisée suivant le § C.3.1. de la NF DTU P13.3 P1-1-1 (décembre 2021), Annexe C sous réserve de prendre en compte les valeurs des paramètres intrinsèques spécifiques du béton H-UKR données au § 2.3.2.1 Généralités.

##### 2.3.2.2.1.2. Déformations complémentaires liées à la présence des joints

Le calcul des déformations des déformations complémentaires liées à la présence des joints d'un dallage en béton non armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est identique à celui d'un dallage en béton non armé à base de ciment Portland.

Les vérifications sont réalisées suivant le § C.3.2. de la NF DTU P13.3 P1-1-1 (décembre 2021), Annexe C sous réserve de prendre en compte les valeurs des paramètres intrinsèques spécifiques du béton H-UKR données au § 2.3.2.1 Généralités.

#### 2.3.2.2.2. Calcul des sollicitations (§ C.4)

##### 2.3.2.2.2.1. Sollicitations d'un dallage en partie courante

Le calcul des sollicitations en partie courante d'un dallage en béton non armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est identique à celui d'un dallage en béton non armé à base de ciment Portland.

Les vérifications sont réalisées suivant le § C.4.1. de la NF DTU P13.3 P1-1-1 (décembre 2021), Annexe C sous réserve de prendre en compte les valeurs des paramètres intrinsèques spécifiques du béton H-UKR données au § 2.3.2.1 Généralités.

Les effets du retrait linéaire seront pris en compte pour le dallage en béton non armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R.

La valeur de la fraction  $\alpha$  de la contrainte  $\sigma_r$  définie au § 6.1 de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021) sera systématiquement prise égale à  $\alpha = 1$ .

##### 2.3.2.2.2.2. Sollicitations liées à la présence des joints

Le calcul des sollicitations liées à la présence des joints d'un dallage en béton non armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est identique à celui d'un dallage en béton non armé à base de ciment Portland.

Les vérifications sont réalisées suivant le § C.4.2. de la NF DTU P13.3 P1-1-1 (décembre 2021), Annexe C sous réserve de prendre en compte les valeurs des paramètres intrinsèques spécifiques du béton H-UKR données au § 2.3.2.1 Généralités.

#### 2.3.2.2.3. Conjugaisons des bordures de part et d'autre des joints (§ C.5)

Les vérifications des conjugaisons des bordures de part et d'autre des joints d'un dallage en béton non armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est identique à celui d'un dallage en béton non armé à base de ciment Portland.

Les vérifications sont réalisées suivant le § C.5 de la NF DTU P13.3 P1-1-1 (décembre 2021), Annexe C et sous réserve de prendre en compte les valeurs des paramètres intrinsèques spécifiques du béton H-UKR données au § 2.3.2.1 Généralités.

#### **2.3.2.2.4. Coefficients d'influence**

Les coefficients d'influence du tassement sont identiques pour la réalisation d'un dallage en béton non armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R que pour un dallage en béton non armé à base de ciment Portland.

#### **2.3.2.2.5. Méthode simplifiée pour un dallage d'une épaisseur inférieure à 150 mm**

La méthode simplifiée pour un dallage d'une épaisseur inférieure à 150 mm décrite dans le § C.7 de l'Annexe C de la NF DTU P13.3 P1-1-1 (décembre 2021) n'est pas applicable pour un dallage en béton non armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R.

### **2.3.2.3. Dispositions constructives**

#### **2.3.2.3.1. Interface**

L'interface entre la couche de forme et/ou remblais éventuels et le dallage en béton non armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R peut être réalisé suivant les dispositions constructives décrites au § 5.3 de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021).

Dans le cas de la mise en œuvre d'une couche de glissement, l'effet favorable de celle-ci dans le calcul des sollicitations en partie courante vis-à-vis du retrait linéaire ne devra pas être pris en compte conformément au 2.3.2.2.1 Sollicitations d'un dallage en partie courante.

#### **2.3.2.3.2. Longueurs entre joints**

La longueur entre joints pour les dallages en béton non armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R devra respecter les valeurs définies dans le § 5.6.6. Espacement entre joints de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021),

La longueur maximale entre joints ne pourra pas être majorée.

#### **2.3.2.3.3. Armatures minimales**

Les dispositions constructives d'armatures minimales à mettre en œuvre dans un dallage en béton non armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R sont les suivantes :

- ferrailage par treillis soudé général dans tout le dallage,
- au droit des joints, il est situé dans le tiers inférieurs de la hauteur du dallage,
- la section d'armatures représente 0,06 % de la section du béton,
- le diamètre minimal des aciers est de 6 mm et leur espacement maximal est de 20 cm.

Ces dispositions constructives permettent également d'assurer la conjugaison des panneaux adjacents dans le cas où les joints doivent être conjugués conformément au § 5.6.5 Conjugaisons des panneaux adjacents de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021).

### 2.3.3. Principes de dimensionnement d'un dallage en béton armé

#### 2.3.3.1. Généralités

Le principe de dimensionnement d'un dallage en béton armé réalisé en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est le même que pour un dallage en béton armé réalisé en béton à base de ciment Portland, en prenant en compte les paramètres spécifiques intrinsèque au matériau qui sont récapitulés ci-après :

- Caractéristiques mécaniques
  - Résistance à la compression
  - Résistance à la traction
  - Module d'élasticité
- Comportement au fluage
  - Coefficient  $k_{creep}$
  - Coefficient de fluage :  $\varphi_{H-UKR}(\infty, t_0) = k_{creep} \cdot \varphi_{CEMI}(\infty, t_0)$
- Comportement au retrait
  - Retrait linéaire  $\varepsilon_{r H-UKR} = 2 \cdot \varepsilon_{r CEMI}$

L'ensemble des caractéristiques mécaniques sont données dans les Tableaux du § 2.3.1.3 Caractéristiques mécaniques, 2.3.1.4 Fluage & 2.3.1.5 Retrait.

Compte tenu du comportement du béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R par rapport aux phénomènes de fluage et de retrait, le calcul des déformations du dallage (tassement, soulèvement en bord et en angle, etc.) devra être systématiquement réalisé suivant les hypothèses du projet.

Les valeurs obtenues devront être comparées aux exigences requises dans les DPM ou à défaut à la NF DTU 13.3.

#### 2.3.3.2. Dimensionnement suivant NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021)

Le dimensionnement d'un dallage en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R se fera suivant la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021), et notamment l'Annexe C (normative) Evaluation des déformations et des sollicitations.

##### 2.3.3.2.1. Déformation d'un dallage (§ C.3)

###### 2.3.3.2.1.1. Déformations d'un dallage supposé continu

Le calcul des déformations d'un dallage supposé continu en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est identique à celui d'un dallage en béton armé à base de ciment Portland.

La vérification est réalisée suivant le § C.3.1. de la NF DTU P13.3 P1-1-1 (décembre 2021), Annexe C sous réserve de prendre en compte les valeurs des paramètres intrinsèques spécifiques du béton H-UKR données au § 2.3.3.1 Généralités.

###### 2.3.3.2.1.2. Déformations complémentaires liées à la présence des joints

Le calcul des déformations des déformations complémentaires liées à la présence des joints d'un dallage en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est identique à celui d'un dallage en béton armé à base de ciment Portland.

Les vérifications sont réalisées suivant le § C.3.2. de la NF DTU P13.3 P1-1-1 (décembre 2021), Annexe C sous réserve de prendre en compte les valeurs des paramètres intrinsèques spécifiques du béton H-UKR données au § 2.3.3.1 Généralités.

##### 2.3.3.2.2. Calcul des sollicitations (§ C.4)

###### 2.3.3.2.2.1. Sollicitations d'un dallage en partie courante

Le calcul des sollicitations en partie courante d'un dallage en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est identique à celui d'un dallage en béton armé à base de ciment Portland.

Les vérifications sont réalisées suivant le § C.4.1. de la NF DTU P13.3 P1-1-1 (décembre 2021), Annexe C sous réserve de prendre en compte les valeurs des paramètres intrinsèques spécifiques du béton H-UKR données au § 2.3.3.1 Généralités.

Les effets du retrait linéaire seront pris en compte pour le dallage en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R.

La valeur de la fraction  $\alpha$  de la contrainte  $\sigma_r$  définie au § 6.1 de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021) sera systématiquement prise égale à  $\alpha = 1$ .

###### 2.3.3.2.2.2. Sollicitations liées à la présence des joints

Le calcul des sollicitations liées à la présence des joints d'un dallage en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est identique à celui d'un dallage en béton armé à base de ciment Portland.

Les vérifications sont réalisées suivant le § C.4.2. de la NF DTU P13.3 P1-1-1 (décembre 2021), Annexe C sous réserve de prendre en compte les valeurs des paramètres intrinsèques spécifiques du béton H-UKR données au § 2.3.3.1 Généralités.

##### 2.3.3.2.3. Conjugaisons des bordures de part et d'autre des joints (§ C.5)

Les vérifications des conjugaisons des bordures de part et d'autre des joints d'un dallage en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est identique à celui d'un dallage en béton armé à base de ciment Portland.

Les vérifications sont réalisées suivant le § C.5 de la NF DTU P13.3 P1-1-1 (décembre 2021), Annexe C et sous réserve de prendre en compte les valeurs des paramètres intrinsèques spécifiques du béton H-UKR données au § 2.3.3.1 Généralités.



#### **2.3.3.2.4. Coefficients d'influence**

Les coefficients d'influence du tassement sont identiques pour la réalisation d'un dallage en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R que pour un dallage en béton armé à base de ciment Portland.

#### **2.3.3.2.5. Méthode simplifiée pour un dallage d'une épaisseur inférieure à 150 mm**

La méthode simplifiée pour un dallage d'une épaisseur inférieure à 150 mm décrite dans le § C.7 de l'Annexe C de la NF DTU P13.3 P1-1-1 (décembre 2021) n'est pas applicable pour un dallage en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R.

### **2.3.3.3. Dispositions constructives**

#### **2.3.3.3.1. Interface**

L'interface entre la couche de forme et/ou remblais éventuels et le dallage en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R peut être réalisé suivant les dispositions constructives décrites au § 5.3 de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021).

Dans le cas de la mise en œuvre d'une couche de glissement, l'effet favorable de celle-ci dans le calcul des sollicitations en partie courante vis-à-vis du retrait linéaire ne devra pas être pris en compte conformément au § 2.3.2.2.1 Sollicitations d'un dallage en partie courante.

#### **2.3.3.3.2. Longueurs entre joints**

La longueur entre joints pour les dallages en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R devra respecter les valeurs définies dans le § 5.6.6. Espacement entre joints de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021) qui renvoie vers les exigences du 2.3.3 (3) de l'Annexe Nationale à la NF EN 1992-1-1 (Mars 2016).

La longueur maximale entre joints ne pourra pas être majorée.

En complément aux dispositions décrites dans le § 5.6.6. Espacement entre joints de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021) des joints sciés pourront être exécutés pour limiter les déformations et/ou sollicitations dans un dallage en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R.

#### **2.3.3.3.3. Armatures minimales**

Les dispositions constructives d'armatures minimales à mettre en œuvre dans un dallage en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R sont identiques à celles d'un dallage en béton armé à base de ciment Portland, et devront respecter le § 5.5.2.1 Dallage en béton armé de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021).

## 2.3.4. Principes de dimensionnement d'une dalle de transition

### 2.3.4.1. Généralités

Le principe de dimensionnement d'une dalle de transition réalisée en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est le même que pour une dalle de transition réalisée en béton à base de ciment Portland, en prenant en compte les paramètres spécifiques intrinsèque au matériau qui sont récapitulés ci-après :

- Caractéristiques mécaniques
  - Résistance à la compression
  - Résistance à la traction
  - Module d'élasticité
- Comportement au fluage
  - Coefficient  $k_{creep}$
  - Coefficient de fluage :  $\varphi_{H-UKR}(\infty, t_0) = k_{creep} \cdot \varphi_{CEM I}(\infty, t_0)$
- Comportement au retrait
  - Retrait linéaire  $\varepsilon_{r H-UKR} = 2 \cdot \varepsilon_{r CEM I}$

L'ensemble des caractéristiques mécaniques sont données dans les Tableaux du § 2.3.1.3 Caractéristiques mécaniques, 2.3.1.4 Fluage & 2.3.1.5 Retrait.

Compte tenu du comportement du béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R par rapport aux phénomènes de fluage et de retrait, le calcul des déformations du dallage (tassement, soulèvement en bord et en angle, etc.) devra être systématiquement réalisé suivant les hypothèses du projet.

Les valeurs obtenues devront être comparées aux exigences requises dans les DPM ou à défaut à la NF DTU 13.3.

### 2.3.4.2. Dimensionnement suivant NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021)

Le dimensionnement d'un dallage de transition en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R se fera suivant la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021), et notamment le § 5.5 Dallage.

Les armatures à disposer dans le panneau de dallage de transition seront à calculer suivant les hypothèses du projet, sans être inférieures à la section minimale définie dans le § 5.5 Dallage de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021).

### 2.3.4.1. Dispositions constructives

#### 2.3.4.1.1. Armatures minimales

Les dispositions constructives d'armatures minimales à mettre en œuvre dans une dalle de transition en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R sont identiques à celles d'un dallage en béton armé à base de ciment Portland, et devront respecter le § 5.5.2.1 Dallage en béton armé de la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021).

## 2.3.5. Principes de dimensionnement d'un dallage de maison individuelle

### 2.3.5.1. Généralités

Le principe de dimensionnement d'un dallage réalisé en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est le même que pour un dallage réalisé en béton à base de ciment Portland, en prenant en compte les paramètres spécifiques intrinsèque au matériau qui sont récapitulés ci-après :

- Caractéristiques mécaniques
  - Résistance à la compression
  - Résistance à la traction
  - Module d'élasticité
- Comportement au fluage
  - Coefficient  $k_{creep}$
  - Coefficient de fluage :  $\varphi_{H-UKR}(\infty, t_0) = k_{creep} \cdot \varphi_{CEM I}(\infty, t_0)$
- Comportement au retrait
  - Retrait linéaire  $\varepsilon_{r H-UKR} = 2 \cdot \varepsilon_{r CEM I}$

L'ensemble des caractéristiques mécaniques sont données dans les Tableaux du § 2.3.1.3 Caractéristiques mécaniques, 2.3.1.4 Fluage & 2.3.1.5 Retrait.

### 2.3.5.2. Dimensionnement suivant NF DTU 13.3

Le dimensionnement d'un dallage de maison individuelle en béton armé à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R sera réalisé :

- soit sur la base d'un calcul conformément à la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021) ainsi que des § 2.3.2. & § S 2.3.3. du Dossier Technique établi par le demandeur,
- soit la base de la NF DTU 13.3 P1-1-2 (décembre 2021) ainsi que des dispositions décrites ci-après.

A défaut de calcul spécifiques, le dimensionnement du dallage de maison individuelle se fera sur la base des dispositions décrites ci-après.

#### 2.3.5.2.1. Conception du dallage

##### 2.3.5.2.1.1. Dallage de maisons individuelles

Conformément au § 5.1 de la NF DTU 13.3 P1-1-2 (décembre 2021), les dallages de maisons individuelles réalisés en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R doivent avoir une épaisseur minimale de 120 mm.

Les dallages réalisés en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R seront systématiquement de type dallage solidaire, avec la mise en œuvre d'une section minimale d'armatures de rives, conformément au § 2.3.5.2.2 Armatures.

##### 2.3.5.2.1.2. Dallage de garages de véhicules légers attenants et/ou sous-sols

Conformément au § 5.1 de la NF DTU 13.3 P1-1-2 (décembre 2021), les dallages de maisons individuelles réalisés en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R doivent avoir une épaisseur minimale de 120 mm.

Les dallages des garages de véhicules légers attenants et/ou leurs sous-sols pourront être de type désolidarisé, sous réserve que le phénomène de soulèvement en bordure et en angle soit compatible avec la destination du dallage notamment au droit des portes d'accès et devra faire d'une validation de la part de la maîtrise d'ouvrage/maîtrise d'œuvre.

Par défaut, sans validation explicite de la maîtrise d'ouvrage/maîtrise d'œuvre, les dallages réalisés en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R seront systématiquement de type dallage solidaire, avec la mise en œuvre d'une section minimale d'armatures de rives, conformément au § 2.3.5.2.2 Armatures.

#### 2.3.5.2.2. Armatures

En partie courante, le dallage de maisons individuelles réalisé en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R comporte une section d'armatures équivalent à 0,4 % de la section de béton du dallage dans chaque sens du dallage.

En rive, dans le cas d'un dallage solidarisé, la section minimale d'armatures à mettre en œuvre est égale à 4,8 cm<sup>2</sup>/ml.

Les exigences d'enrobages doivent être conformes à la NF EN 1992-1-1 et sous réserve de tenir compte de la valeur de l'enrobage minimal  $c_{min,dur}$  donné dans le § 2.3.1.6 Durabilité et enrobage des armatures.

#### 2.3.5.2.3. Joints de retrait

Conformément au § 5.4 de la NF DTU 13.3 P1-1-2 (décembre 2021), en cas d'angle rentrant, la surface de dallage en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R doit être divisé, de façon à ne pas avoir de surface comportant un angle rentrant et/ou de ne pas avoir de surface comportant un point fixe.

### 2.3.5.3. Dispositions constructives

#### 2.3.5.3.1. Interface

L'interface entre la couche de forme et/ou remblais éventuels et le dallage de maisons individuelles en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R sera réalisé à l'aide d'une couche de glissement.

Cette couche de glissement pourra être constituée :

- soit d'une couche de sable de 0/4 de 5 à 20 mm d'épaisseur, toutes tolérances épuisées,
- soit d'un film en polyéthylène macroporeux de 150 µm sur un isolant reposant sur une couche de sable.

### **2.3.6. Dimensionnement des fixations**

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

- 330232-01-0601 pour les chevilles mécaniques
- 330499-01-0601 pour les chevilles chimiques

Des essais comparatifs ont été menés pour vérifier l'aptitude du béton H-UKR à reprendre les contraintes inhérentes au chevillage, et démontrent un comportement similaire que pour un béton à base de ciment Portland.

Il conviendra de suivre les Recommandations Professionnelles du chevillage de 2014 d'EVOLIS (ex CISMA), conformément au § 6.5.7.1. et de réaliser des essais sur site pour valider les valeurs annoncées par le fabricant de fixations.

## 2.4. Disposition de mise en œuvre

### 2.4.1. Principe de mise en œuvre

Le coulage des ouvrages du procédé H-UKR - Dallage est identique à celui de dallage en béton à base de ciment Portland, et ne requiert pas de sujétions spécifiques.

Les conditions d'exécution du procédé H-UKR - Dallage respecteront les spécifications définies dans la NF DTU 13.3 P1-2 (décembre 2021), § 5.1, j. et la NF DTU 13.3 P1-1-1 (décembre 2021), § 7.3.2.1.1.

Dans le cas d'une température ambiante prévisible sur chantier comprise entre -5°C et +5°C, les dispositions du § 7.3.2.1.1 seront respectées avec le chauffage du béton (utilisation d'eau chaude, réchauffage des agrégats, etc.) ou par chauffage du local (en évitant l'air pulsé, source de courant d'air).

### 2.4.2. Cure de la face supérieure des dallages

La face supérieure des dallages doit systématiquement faire l'objet d'une cure par application d'un produit de cure.

Les produits de cure utilisés peuvent être des produits de cure en phase aqueuse ou en phase solvanté.

**La cure par arrosage ou pulvérisation d'eau est proscrite.**

Le demandeur Hoffmann Green Cement Technologies propose une liste de produits compatibles à la disposition des applicateurs.

### 2.4.3. Tolérances d'exécution

Les tolérances d'exécution d'un dallage armé ou non armé réalisé en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R sont identiques à celles d'un dallage en béton armé ou non armé réalisé en béton à base de ciment Portland.

Sauf prescriptions particulières des DPM, les tolérances d'exécution d'un dallage réalisé en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R sont identiques à celles précisées dans la NF DTU 13.3 P1-1-1 & P1-1-2.

### 2.4.4. Remplissage des joints sciés

Sauf spécification contraire des DPM, les joints circulés sont obturés pour prévenir l'intrusion de corps durs. Le garnissage des joints se fera à l'aide d'un mastic souple à base de polyuréthane.

### 2.4.5. Revêtement de surface

#### 2.4.5.1. Généralités

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

Il est rappelé que la mise en œuvre d'un revêtement de sol adhérent sur un dallage nécessite de le considérer comme un dallage en béton armé, sauf cas particulier de la peinture.

Dans le cas des ouvrages du procédé H-UKR - Dallage, le demandeur Hoffmann Green Cement Technologies propose une liste de produits compatibles à la disposition des applicateurs.

Cette liste de produit compatible a 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. Dans le cas où un produit n'est pas présent dans la liste, l'applicateur peut se rapprocher du demandeur pour évaluer la compatibilité de réaliser des essais sur ce produit.

#### 2.4.5.2. Cas des sols fragiles (carrelage, pierre, etc.)

La mise en œuvre des sols fragiles devra être conforme aux normes et règlements en vigueur, notamment aux NF DTU 52.1 (P61-202) : Revêtements de sol scellés et NF DTU 52.2 (P61-204) : Pose collée des revêtements céramiques et assimilés - pierres naturelles.

#### 2.4.5.3. Autres revêtements

##### 2.4.5.3.1. Peinture et lasure

La mise en œuvre de revêtement de type peinture sera conforme aux NF DTU 59.1 (P74-201) : Revêtements de peinture en feuil mince, semi-épais ou épais (juin 2013) et DTU 59.3 (P74-203) : Peinture de sols (mai 1993).

L'application de revêtement de type peinture sur béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est similaire à l'application sur béton à base de ciment Portland.

##### 2.4.5.3.2. Sols souples

La mise en œuvre de revêtement de type sols souples sera conforme à la 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 à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est similaire à l'application sur béton à base de ciment Portland.

##### 2.4.5.3.3. Parquets collés

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

L'application de revêtement de type parquets collés sur béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est similaire à l'application sur béton à base de ciment Portland.

---

## **2.5. Maintien en service du produit**

---

### **2.5.1. Entretien courant**

L'entretien des ouvrages en béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est identique à celui des ouvrages en béton à base de ciment Portland.

Dans le cas d'utilisation de produit chimique, il conviendra de se rapprocher des fabricants de ces produits pour utilisation sur béton.

### **2.5.2. Traitement des désordres (épaufures, 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.

Dans le cas des ouvrages du procédé H-UKR - Dallage, le demandeur Hoffmann Green Cement Technologies propose une liste de produits compatibles à la disposition des applicateurs.

Cette liste de produit compatible a 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. Dans le cas où un produit n'est pas présent dans la liste, l'applicateur peut se rapprocher du demandeur pour évaluer la compatibilité de réaliser des essais sur ce produit.

---

## **2.6. Traitement en fin de vie**

---

A la fin de la durée de vie du produit, les ouvrages du procédé H-UKR - Dallage pourront faire l'objet du même traitement que les éléments en béton armé avec une dépose, concassage et séparation des armatures et du béton pour réemploi après retraitement.

---

## **2.7. Assistance technique**

---

Une assistance technique est apportée par le demandeur Hoffmann Green Cement Technologies dans le cas où un besoin serait formulé :

- à la maîtrise d'œuvre ou aux bureaux d'études d'exécution pour le dimensionnement des ouvrages du procédé H-UKR - Dallage,
- à la centrale de béton prêt à l'emploi pour la mise au point des formulations béton,
- à l'entreprise de gros-œuvre pour la mise en œuvre sur chantier du béton H-UKR dans le cadre du coulage des ouvrages du procédé H-UKR - Dallage.

Dans le cas de la première production initiale de béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R d'une nouvelle centrale à béton, une assistance technique est apportée par Hoffmann Green Cement Technologies pour la mise au point des essais initiaux de production des formulations béton et pour l'analyse des résultats.

---

## **2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication**

---

### **2.8.1. Principe de fabrication**

Le principe de fabrication du béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est identique à celui du béton à base de ciment Portland.

La fabrication sur site du béton base de ciment H-UKR N ou H-UKR R est exclue.

### **2.8.2. Plans d'Assurance Qualité**

#### **2.8.2.1. Plan d'Assurance Qualité de production des ciments H-UKR N et H-UKR R**

Les sites de production des ciments H-UKR N et H-UKR R disposent d'un Plan d'Assurance Qualité permettant de s'assurer de l'ensemble des contrôles des matières premières, ainsi que de la répétabilité des caractéristiques physico-chimique du ciment.

#### **2.8.2.2. Plan d'Assurance Qualité de la centrale de béton du béton H-UKR**

Les sites de production du béton prêt à l'emploi disposeront d'un Plan d'Assurance Qualité permettant de s'assurer de la qualité des matières premières, ainsi que de la qualité du béton confectionné.

#### **2.8.2.3. Plan d'Assurance Qualité Gros-Œuvre**

Le coulage des ouvrages du procédé H-UKR - Dallage est identique à celui des ouvrages en béton à base de ciment Portland, et ne nécessite pas de contrôles additionnels autre que ceux nécessaires à la réalisation des ouvrages en béton armé.

Le Plan d'Assurance Qualité de l'entreprise de gros-œuvre devra intégrer les contrôles et leurs fréquences associées relatifs à la réalisation d'ouvrage en béton armé.

---

## **2.9. Fiche de Déclaration Environnementale et de Sécurité – FDES**

---

La gamme de ciment H-UKR fait l'objet d'un inventaire de cycle de vie (ICV) disponible sur la base INIES.

Le béton à base de ciment H-UKR N ou H-UKR R fait l'objet de fiches FDES disponibles sur la base INIES. Un configurateur de FDES, certifié INIES, est disponible à l'adresse <https://calculateurco2.ciments-hoffmann.fr/login>.

---

## **2.10. Mention des justificatifs**

---

### **2.10.1. Résultats Expérimentaux**

Caractérisation des ciments H-UKR N et N-UKR R

- ETPM-18\_0056-D du 28 avril 2023

Caractérisation du fluage

- Rapport d'essai n° EEM 20 26085654-A-1 (fluage-retrait) – Formule n°1 – H-UKR 380
- Rapport d'essai n° EEM 20 26085654-C (fluage-retrait) – Formule n°4 – CEM I

Caractérisation du retrait :

- Rapport d'essai n° HGCT EEM 20 26085703 (retrait gêné)

Caractérisation adhérence acier béton

- Rapport d'essai n° EEM 19 26080852-A (adhérence acier béton)

Caractérisation comportement du béton à l'interface de reprise de bétonnage

- Rapport d'essai n° EEM 20 26085033-A (reprise de bétonnage)
- Rapport d'essai n° EEM 21 03565 (reprise de bétonnage complément)

Caractérisation des fixations

- Rapport d'essai n° EEM 21 035