

Sur le procédé

JACKODUR Atlas

Famille de produit/Procédé : Sous-couche de fondation

Titulaire(s) : **Société JACKON Insulation GmbH**

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 3.3 - Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	1 ^{ère} demande.	PAYET Loïc	BERNARDIN-EZRAN Roseline

Descripteur :

Le procédé d'isolation et de coffrage pour radier JACKODUR Atlas consiste en un assemblage sur chantier de panneaux isolants thermiques en XPS certifiés ACERMI pré-usinés en fonction du plan de fondation du projet de construction. Le caractère innovant du système réside dans l'usage structurel des panneaux et le mode d'assemblage des panneaux (protégé par brevet) pour coupure du pont thermique en about de dalle.

Une étude géotechnique doit être réalisée préalablement et conclure favorablement sur le mode de fondation par radier.

Les panneaux sont disposés sur une couche de forme préalablement réalisée (fond de forme) conformément aux règles de l'Art.

Le radier est dimensionné conformément à la norme NF P 94-261 et aux Eurocodes 0, 1, 2, 7 et 8.

Préalablement à la réalisation du radier, un film polyéthylène est préalablement mise en œuvre sur les panneaux.

Ensuite, le béton du radier est coulé dans le volume formé par les panneaux et leurs relevés.

Enfin, les murs sont montés sur le radier et complétés préférentiellement par un système d'isolation par l'extérieur venant dans la continuité de la remontée en isolant thermique du coffrage.

Les panneaux sont sous Evaluation Technique Européenne n°ETA 17/0950 établie par le DIBt.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.1.1.	Zone géographique	4
1.1.2.	L'utilisation est limitée aux bâtiments de France métropolitaine.Ouvrages visés	4
1.2.	Appréciation.....	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Durabilité	5
1.2.3.	Impacts environnementaux	5
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	5
2.	Dossier Technique.....	6
2.1.	Mode de commercialisation	6
2.2.	Description.....	6
2.2.1.	Principe.....	6
2.2.2.	Caractéristiques des composants	6
2.3.	Dispositions de conception	8
2.3.1.	Etude géotechnique.....	8
2.3.2.	Dimensionnement de la couche de forme	8
2.3.3.	Drainage (figures 5 et 6).....	8
2.3.4.	Cotes du système	8
2.3.5.	Etude structure	8
2.3.6.	Etude thermique.....	9
2.3.7.	Hors-gel (Figure 4)	9
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	9
2.4.1.	Réception du support.....	9
2.4.2.	Pose de l'isolant.....	9
2.4.3.	Traitement des coffrages en face extérieure	10
2.4.4.	Mise en place des aciers et coulage du béton	10
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé	10
2.6.	Traitement en fin de vie	10
2.7.	Assistance technique.....	10
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	11
2.8.1.	Fabrication	11
2.8.2.	Contrôles	11
2.9.	Mention des justificatifs.....	11
2.9.1.	Résultats expérimentaux	11
2.9.2.	Références chantiers	11
2.10.	Annexe du Dossier Technique.....	13
	Tableaux.....	13
	Schémas et figures.....	16

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

1.1.2. L'utilisation est limitée aux bâtiments de France métropolitaine. Ouvrages visés

Le procédé peut être utilisé pour les radiers en construction neuve et pour l'extension, sur terre-plein, pour des bâtiments d'habitation et les bâtiments tertiaires.

L'utilisation est limitée aux bâtiments de la classe dite « à risque normal » pour les ouvrages ne nécessitant pas de disposition parasismique en zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

	Ouvrages de catégorie d'importance II	Ouvrages de catégorie d'importance III	Ouvrages de catégorie d'importance IV
Zone 1	Visé	Visé	Visé
Zone 2	Visé	Non visé	Non visé
Zone 3	Non visé	Non visé	Non visé
Zone 4	Non visé	Non visé	Non visé

Tableau 1 – Ouvrages visés

Le géotechnicien par une étude géotechnique jusqu'au niveau G2 PRO, prenant en compte l'implantation et les caractéristiques du bâtiment projeté, est obligatoire pour valider la faisabilité du projet.

Du point de vue capacité portante, le domaine d'utilisation est limité aux charges verticales admissibles à l'ELS des isolants de :

Panneau	Charge verticale maximale à l'ELS (kPa)
Jackodur Atlas KF300	140
Jackodur Atlas KF500	235
Jackodur Atlas KF700	330

L'utilisation de ce procédé n'est pas visée dans les zones avec possibilité de remonté de la nappe phréatique, pour les radiers servant à ponter des faiblesses géotechniques ou pour la réalisation de chambre froide.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Stabilité

La stabilité est normalement assurée tant que la charge reprise reste limitée dans les conditions indiquées au Dossier Technique. Les résistances de service en compression des trois types de panneaux sont déclarées dans les autres caractéristiques certifiées de leurs certificats ACERMI.

Sécurité en cas d'incendie

Les panneaux sont classés E en Euroclasse selon leur déclaration de performance.

Ils ont par ailleurs fait l'objet d'une Appréciation de Laboratoire en cas de feu intérieur à l'ouvrage en surface du radier (cf. APL n°EFR 21-003715 du 11 octobre 2021 d'Efectis France).

Isolation thermique

Le procédé consiste à isoler thermiquement le plancher bas du sol de fondation.

Les installations sont réalisées conformément aux exigences telles que définies dans les réglementations thermiques en vigueur au moment de la mise en œuvre, relatives "aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants" et "aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments".

Les conductivités thermiques des trois types de panneaux sont déclarées dans leurs certificats ACERMI et des configurations de protection contre les risques de gel du sol de fondation ont fait l'objet d'une étude par le LNE, ainsi que d'une vérification de cette dernière par le CSTB.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou de l'entretien

Pour le procédé proprement dit, la prévention des accidents est normalement assurée. La mise en œuvre est assurée par des entreprises formées ou avec l'aide de l'assistance technique de JACKON Insulation.

Aucun entretien n'est à prévoir sur le matériau, hormis l'entretien régulier du réseau de drainage pouvant lui être associé.

Aspects sanitaires

Le procédé dispose d'une fiche de données de sécurité (FDS).

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur

fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.2. Durabilité

Les panneaux sont imputrescibles. Aucun entretien n'est à prévoir sur le matériau. Le procédé bénéficie d'une ETE attestant de sa durabilité pour un usage en radier.

1.2.3. Impacts environnementaux

Le procédé ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale vérifiée par tierce partie et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Ce procédé a fait l'objet d'une consultation du Groupe Spécialisé n°20 « Produits et procédés d'isolation » le 26 septembre 2023 au sujet des revendications thermiques (performances thermiques et hors-gel).

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

Le titulaire est distributeur de son procédé :

JACKON Insulation GmbH

Carl Benz Strasse 8

DE – 33803 Steinhagen

Tél. : +49 5204 9955-0

Email : info@jackodur.com

Internet : www.jackon-insulation.com

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé d'isolation et de coffrage pour radier « JACKODUR Atlas » consiste en un assemblage sur chantier de panneaux isolants thermiques en XPS certifiés ACERMI pré-usinés en fonction du plan de fondation du projet de construction. Le caractère innovant du système réside dans le mode d'assemblage des panneaux (protégé par brevet) qui permet une coupure du pont thermique en about de dalle. Ces panneaux sont disposés sur une couche de forme préalablement réalisée (fond de forme). Dans l'assemblage sont ensuite disposés un film polyéthylène et un ensemble de fer à béton dimensionné suivant l'ouvrage. Enfin le béton du radier sera coulé dans la cuve formée par les isolants afin de former un radier général de fondation. Les murs seront ensuite montés sur le radier en béton et complétés préférentiellement par un système d'isolation par l'extérieur venant dans la continuité de la remontée en isolant thermique du coffrage.

L'assemblage des panneaux permettant la coupure du pont thermique est protégé par brevet. Le système est livré aux côtes du projet. Ceci permet d'éviter tout surplus de matière et découpes et ainsi de limiter les déchets.

Le système est proposé en différentes versions de panneaux isolants. Ceux-ci diffèrent principalement dans leurs caractéristiques mécaniques. Les panneaux sont en polystyrène extrudé et répondent à la norme NF EN 13164+A1. Les trois versions sont :

- Jackodur Atlas KF 300 ;
- Jackodur Atlas KF 500 ;
- Jackodur Atlas KF 700.

Le système est composé de quatre types de panneaux (figure 1) :

- Panneaux de surface ;
- Panneaux latéraux ;
- Panneaux d'angle ;
- Panneaux de coffrage.

L'épaisseur des panneaux est définie selon les besoins thermiques et suivant le dimensionnement du radier.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Généralités

Le système Atlas est proposé en différentes versions. Ceux-ci diffèrent principalement dans les caractéristiques mécaniques des panneaux.

Pour les panneaux de surface, d'angle et latéraux, seuls ceux de même type et de même épaisseur peuvent être utilisés pour un ouvrage donné.

2.2.2.2. Panneaux isolants (tableaux 2 et 3 en annexe)

Le système est composé de quatre types de panneaux (Figure 1) :

- Panneaux de surface (1230 x 580 mm) : ils forment la surface courante du projet ;
- Panneaux latéraux (1230 x 580 mm) : ils sont disposés en périphérie du projet et présentent une rainure afin de recevoir les panneaux de coffrage ;
- Panneaux d'angle (1230 x 580 mm) : ils sont disposés aux angles et présentent deux rainures afin de recevoir les panneaux de coffrage ;
- Panneaux de coffrage (1,22 m) : ils s'emboîtent verticalement dans les panneaux latéraux et d'angle.

	Versions des systèmes Atlas		
	Jackodur Atlas KF 300	Jackodur Atlas KF 500	Jackodur Atlas KF 700
Panneaux de surface	KF 300	KF 500	KF 700
Panneaux latéraux			
Panneaux d'angle			
Panneaux de coffrage		KF 300	KF 300

Tableau 2 : Composition du système Atlas en fonction de la version

2.2.2.2.1. Dimensions

L'épaisseur des panneaux est définie selon les besoins thermiques et suivant le dimensionnement du radier. Les cotes utiles à définir dans l'avant-projet sont (Figure 2) :

Epaisseur des éléments de coffrage : Fonction du type de paroi utilisé et de l'épaisseur de l'isolation extérieure de cette paroi, de 80 à 320 mm. Les faibles épaisseurs peuvent nécessiter un renforcement du coffrage vis-à-vis de la poussée du béton pour des épaisseurs de dalle importantes. Les dispositions de renfort et les épaisseurs concernées sont indiquées au §2.4.2.2 ;

- Epaisseur de la dalle béton armée en fonction de l'étude de structure ;
- Epaisseur des panneaux de surface (posés au sol) :
 - de 100 à 320 mm en un lit en KF 300 Standard ;
 - de 100 à 180 mm en un lit en KF 500 Standard ;
 - de 100 à 320 mm en un lit en KF 700 Standard.

Les panneaux sont sous certification ACERMI et sous Evaluation Technique Européenne n°ETA 17/0950 établie par le DIBt.

2.2.2.2.2. Résistance à l'écrasement

Les résistances à l'écrasement en compression à 10% de déformation, ou les résistances à la compression selon la NF EN 13164 sont de :

- 300 kPa pour le JACKODUR KF 300 Standard ;
- 500 kPa pour le JACKODUR KF 500 Standard ;
- 700 kPa pour le JACKODUR KF 700 Standard.

Nb : pour le dimensionnement, il a lieu de prendre les valeurs admissibles basées sur la résistance en compression de service indiquée au tableau 4.

2.2.2.2.3. Résistance au gel – dégel

La résistance aux effets du gel/dégel au sens de la norme NF EN 13164 est FTCD1. Il est rappelé que le procédé ne participe pas à la mise hors gel de la fondation.

2.2.2.2.4. Résistance au cisaillement

La résistance au cisaillement selon l'ETE n°ETA 17/0950 est de :

- 74 kPa pour le JACKODUR KF 300 standard et le JACKODUR KF 500 standard ;
- 165 kPa pour le JACKODUR KF 700 Standard.

2.2.2.2.5. Comportement au feu

Les panneaux sont classés en réaction au feu Euroclasse E. Le système Atlas bénéficie d'une appréciation de laboratoire n°EFR-21-003715 du 11 octobre 2021 établie par Efectis France en cas d'exposition à un feu à la surface d'un radier de 60 à 195 mm d'épaisseur.

2.2.2.2.6. Conductivité thermique

Les performances thermiques diffèrent suivant l'épaisseur des panneaux. Elles sont spécifiées sur les certificats ACERMI et Keymark :

- Certificat ACERMI N° 03/074/261 : JACKODUR KF 300 Standard ;
- Certificat ACERMI N° 07/074/463 : JACKODUR KF 500 Standard ;
- Certificat ACERMI N° 09/074/581 : JACKODUR KF 700 Standard.

2.2.2.3. Colle de montage JACKODUR sur chantier

Colle monocomposant à base de polyuréthane sans solvant pour le collage des panneaux de coffrage dans le cas de dalles de forte épaisseur :

- Temps de maniabilité (23°C, 50 % d'humidité relative) : 5-10 min ;
- Stockage hors gel : ≤ 30 °C.

2.2.2.4. Mousse de fixation JACKODUR (Figure 3) sur chantier

Mousse monocomposant à base de polyuréthane sans solvant de fixation et de comblement pour des découpes :

- Temps de maniabilité (23°C, 50 % d'humidité relative) : env. 8 min ;
- Stockage hors gel : +5°C à +25°C °C ;

- Température d'application : -5 °C à +35 °C ;
- Conductivité thermique par défaut des règles Th-Bat : 0,05 W/(m·K).

2.3. Dispositions de conception

La conception de chaque projet comprend les étapes suivantes :

2.3.1. Etude géotechnique

Cette étude vise à déterminer les conditions d'assise du bâtiment vis-à-vis des contraintes admissibles par le sol, les tassements admissibles par la structure. Il est nécessaire d'avoir une mission géotechnique de type G2 Pro à minima telle que définie dans la norme NF P 94-500.

Une mission géotechnique G3 est nécessaire pour la conception et la réception de la couche de forme.

Certains produits chimiques peuvent dégrader les panneaux de polystyrène extrudé tels que : aldéhydes, amines aromatiques, esters, éthers polyglycol, hydrocarbures, cétones, huiles et généralement les solvants. En cas de terrain pollué par ces produits, la possibilité de mise en œuvre ou non du procédé doit être étudiée dès la conception par le maître d'œuvre.

Concernant notamment les risques de remontée des nappes phréatiques et de risque de gonflement des argiles (RGA), le géotechnicien doit préciser les préconisations associées pour la conception et la mise en œuvre du procédé à toutes les étapes de l'étude de sols.

Les points particuliers devant être visés par cette étude sont à minima ceux listés au paragraphe A4 de l'annexe A de la norme NF P 94-500.

2.3.2. Dimensionnement de la couche de forme

La couche de forme, prescrite par le géotechnicien dans le cadre de la mission G2PRO, a pour objet d'offrir une base plane et compacte à la construction empêchant également les remontées d'humidité. Il tient lieu de vérifier les indications de l'étude de sol et de l'étude de structure quant à sa constitution, son épaisseur, sa tolérance de planéité et son module de déformation.

A défaut, elle devra être d'une épaisseur minimale de 200 mm et être constituée de concassé ayant une granulométrie décroissante sur son épaisseur sur un géotextile. La granulométrie en haut de couche de forme (couche de réglage) devra être de l'ordre de 2/5 ou 4/8. Le compactage se fait par couches successives de 200 mm maximum. On peut utiliser par exemple des matériaux d'apport classés D21 ou D31 selon la norme NF P11-300 Exécution des terrassements - Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières (GTR 92).

Il faut respecter une altimétrie de +/- 10 mm.

Les dispositions et la méthodologie de mesure de la compacité de la couche de forme, notamment le type d'essai à réaliser et le nombre, sont spécifiés dans le rapport de sol dans le cadre de la mission G3. La réception du support se fait par exemple à l'aide d'un essai de plaque avec un indice de compacité $\leq 2,2$. Le débord des pièces latérales vis-à-vis de la dalle est de 350 mm. Il est néanmoins nécessaire de prévoir une couche de forme plus large de 90 cm que les côtes du radier béton afin de garantir une pose optimale de l'isolant.

La couche de forme intègre les différents VRD (plomberie, chauffage, électricité, ventilation...). Les essais d'étanchéité et de fonctionnement doivent être réalisés avant que les canalisations soient rendues inaccessibles. Ils doivent être exécutés suivant les prescriptions figurant dans le NF DTU 60.1 P1-1-1.

Toutes les attentes doivent être bouchonnées provisoirement.

2.3.3. Drainage (figures 5 et 6)

Dans le cas où un système de drainage est requis pour le projet, il convient de placer la conduite de drainage au niveau des panneaux latéraux à 200 mm minimum sous le niveau du terrain suivant la figure 5, ou suivant la figure 6 en présence de terrains argileux (la distance entre la tranchée et la maison sera donnée par l'étude géotechnique (communément, cette distance est de 2 mètres minimum).

2.3.4. Cotes du système

Le système est dimensionné et pré-usiné en fonction de la dimension de la dalle béton. Le débord des pièces latérales vis-à-vis de la dalle est de 350 mm. Un plan de pose est établi par le bureau d'étude de JACKON et joint à la livraison des panneaux.

2.3.5. Etude structure

Le dimensionnement d'un radier recouvre notamment :

- L'aspect géotechnique : la vérification du non-poinçonnement des sols et matériaux d'assise situés sous le radier (y compris JACKODUR Atlas), la vérification de la durabilité de leurs caractéristiques, le calcul des tassements prévisibles à long termes conformément à la norme NF P 94-261 ;
- L'aspect structure béton : la vérification des états limites de service vis-à-vis des déformations absolue et différentielle du radier et de la résistance à la compression du béton.

Il y a lieu simplement de prendre en compte les caractéristiques du matériau dans l'analyse, notamment son coefficient de glissement et sa raideur.

Le dimensionnement de radier (épaisseur, ferrailage) est réalisé suivant les normes :

- NF EN 1991 (Eurocode 1) + Annexe Nationale : Actions sur les structures ;
- NF EN 1992 (Eurocode 2) + Annexe Nationale : Calcul des structures béton ;

- NF EN 1997 (Eurocode 7) + Annexe Nationale : calculs géotechniques ;
- NF P 94-261 : Justification des fondations superficielles.

Concernant les risques de remontée de nappe phréatique et de gonflement des argiles (RGA), le géotechnicien doit préciser les préconisations associées pour la conception et la mise en œuvre du procédé à toutes les étapes de l'étude de sols. Les points particuliers devant être visés par cette étude sont à minima ceux listés au paragraphe A4 de l'annexe A de la norme NF P 94-500.

L'étude spécifique au projet réalisée par un bureau structure doit prendre en compte les caractéristiques mécaniques des panneaux isolants définies au tableau 4, les spécificités du projet et du sol.

Le dimensionnement recouvre :

- la vérification du non-poinçonnement des sols et matériaux d'assise situés sous le radier, la vérification de la durabilité de leurs caractéristiques, le calcul des tassements prévisibles à court et long termes,
- la vérification du non-glissement,
- la vérification du non-cisaillement des sols et matériaux d'assise situés sous le radier,
- la vérification des états limites de service vis-à-vis des déformations absolue et différentielle du radier et de la résistance à la compression du béton.

Dans le cas de renforcement du sol par inclusion ou par colonne ballastée prescrit par le géotechnicien, un matelas de répartition est généralement nécessaire. Ces ouvrages doivent faire l'objet de missions géotechniques G3 (étude et suivi géotechniques d'exécution) et G4 (supervision géotechnique), conformément à la norme NF P 94-500. Les recommandations ASIRI de l'IREX (« Recommandations pour la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des ouvrages sur sols améliorés par inclusions rigides verticales ») doivent être suivies.

2.3.6. Etude thermique

Les valeurs de coefficient de transmission surfacique équivalent U_e se calculent selon le paragraphe 2.2.2.2 Planchers des règles Th-bat. Pour une approximation, il est possible d'utiliser la formule ci-après :

$$U_e = 0,6 \times 1 / (R_{si} + R_{se} + \Sigma R)$$

avec $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, $R_{se} = 0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ et ΣR = somme des résistivités thermiques des différents constituants de la paroi.

La valeur de pont thermique peut faire l'objet d'une étude spécifique par bureau d'étude en fonction des caractéristiques du système et celles du mur. Différentes configurations types ont été calculées et sont disponibles. Il a été démontré qu'une valeur de $\Psi = 0,17 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ par défaut peut être utilisée. Lorsque les panneaux de surface atteignent au moins 200 mm d'épaisseur alors la valeur par défaut de $0,13 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ peut être utilisée. Les tableaux 5 et 6 en annexe et extraits du rapport de validation des coefficients Ψ de ponts thermiques (rapport DEB/R2EB-2023-157-HI/LB), donnent des valeurs de ponts thermiques.

Les limites de validité de ces valeurs sont complétées des limites de validité indiquées ci-après :

- Conductivité thermique de l'isolant JACKODUR (radier et coffrage) $\leq 0,036 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;
- Murs ITE sans profils de départ traversant ou alors profil en PVC ;
- Remplissage en béton du bloc de coffrage d'épaisseur $\geq 160 \text{ mm}$;
- Mur intérieur en béton ou maçonnerie pour le mur double d'épaisseur $\geq 126 \text{ mm}$;
- Mur intérieur en béton pour le mur ITE d'épaisseur $\geq 137 \text{ mm}$.

En dehors de ces limites de validités, un calcul spécifique conformément à la norme NF EN 10211 est requis.

2.3.7. Hors-gel (Figure 4)

Afin de protéger l'ouvrage de mouvements au niveau de sa fondation il tient lieu de se prémunir de l'action du gel. En France l'assise des fondations superficielles réalisée sur un sol habituellement humide doit se trouver hors d'atteinte du gel et donc se situer à une profondeur dite hors gel. Cette profondeur se mesure à partir de la surface du sol extérieur. La profondeur minimum varie selon la nature du sol, les régions et l'altitude.

Dans le cas du système Atlas, la profondeur hors gel se calcul à partir de la surface du terrain naturel :

- sous la couche de forme, si elle est constituée de matériaux non gélifs,
- sous les isolants de surface, si la couche de forme n'est pas réputée non gélive.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Réception du support

Après réalisation de la couche de forme suivant le §2.3.3, il tient lieu de vérifier la bonne compacité du sol ou de la couche de forme réalisée suivant les prescriptions du géotechnicien, ainsi que la tolérance de planéité de +/- 10 mm. La réception du support fait l'objet de la mission G3.

Les contrôles s'effectuent en différents points uniformément répartis. Le nombre de points est de 3 essais in situ, plus 1 point tous les 1000 m² pour la compacité et d'un point par 20 m² avec un minimum de 10 points pour la planéité. Cette réception du support doit être réalisée et formalisée par une fiche d'autocontrôle. Un modèle est disponible en annexe (cf. figure 9).

2.4.2. Pose de l'isolant

Chaque panneaux JACKODUR Atlas étant fabriqué pour un projet spécifique, il est préusiné et livré avec un plan de pose (figure 7). Le système ne nécessite pas d'ajustement. Il convient uniquement de découper le passage des gaines et tuyaux. La majorité des panneaux sont aux dimensions standards. Des types de panneaux spécifiques sont identifiés sur le plan. Les numéros figurent également sur les panneaux.

La circulation de véhicules et d'engins sur les panneaux est interdite.

Le réglage du niveau final de la couche de forme (sablon) est fondamental afin d'éviter des pianotages, des jeux supérieurs à 1-2 mm entre panneaux, et finalement des surcotes. Un réglage complémentaire pourra donc être nécessaire au fur et à mesure de la pose.

Aucune découpe des panneaux latéraux ou d'angle n'est autorisée sur chantier.

2.4.2.1. Pose des éléments de surface, d'angle et latéraux

Il convient de démarrer par l'angle identifié comme point de départ sur le plan, puis de poser une première rangée d'éléments latéraux. Il faut prêter attention au fait que le débord de la feuillure soit vers l'intérieur du système. Une deuxième rangée d'éléments latéraux est ensuite disposée. Après avoir vérifié l'angle les panneaux de surface peuvent commencer à être posés.

Au droit des gaines il convient de découper les panneaux au plus juste à l'aide d'une scie sabre ou d'un fil chaud. Après avoir placé le panneau les chutes peuvent être employées pour combler les vides importants.

2.4.2.2. Pose des éléments de coffrage

Une fois tous les panneaux latéraux et de surfaces posés, il convient de placer les éléments de coffrage dans les encoches des panneaux latéraux.

Pour une épaisseur de coffrage entre 80 et 140 mm :

- Jusqu'à 250 mm de dalle, les éléments de coffrage sont simplement emboîtés dans les éléments latéraux et d'angle ;
- Pour des dalles d'épaisseur supérieures à 250 mm, il est nécessaire de coller les éléments à l'aide de la colle de montage ou de la mousse de collage JACKODUR suivant la figure 8.

Pour une épaisseur de coffrage entre 140 et 320 mm :

- Jusqu'à 300 mm de dalle, les éléments de coffrage sont simplement emboîtés dans les éléments latéraux et d'angle ;
- Pour des dalles d'épaisseur supérieures à 300 mm, il est nécessaire de coller les éléments à l'aide de la colle de montage ou de la mousse de collage JACKODUR suivant la figure 8.

Les interstices au droit des VRD et autres ouvertures sont comblées à l'aide de la mousse de fixation JACKODUR.

Le tout est recouvert d'un film polyéthylène posé à recouvrement de 15 cm minimum.

2.4.3. Traitement des coffrages en face extérieure

Il est nécessaire d'appliquer une protection sur la face extérieure des coffrages. La protection peut consister en :

- Un système d'enduit pour soubassement réalisé au mortier de liants hydrauliques avec des ciments résistants aux milieux agressifs, choisis parmi ceux mentionnés dans le NF DTU 20.1 P1-2. L'enduit est armé avec treillis ;
- Panneaux en fibre ciment d'épaisseur minimale 6 mm conforme à la norme NF EN 12467 de catégorie A et de classe 2 prévue pour les soubassements. Le collage est réalisé grâce à la colle de montage JACKODUR.

2.4.4. Mise en place des aciers et coulage du béton

Les aciers sont mis en œuvre conformément à l'étude structure et aux règles de l'Art.

Le coulage du béton doit être réalisé à la pompe.

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

Aucun entretien n'est à prévoir.

Le débord ne doit en aucune façon être supprimé ou réduit durant la vie de l'ouvrage du fait de son rôle thermique.

2.6. Traitement en fin de vie

Les panneaux en fin de vie peuvent être recyclés ou traités comme des déchets de polystyrène extrudé standards.

2.7. Assistance technique

Le système « Jackodur® sous radier » est un procédé sur mesure livré sur chantier.

A la livraison le client dispose d'une nomenclature complète avec :

- l'identification des palettes (chaque palette à un numéro),
- l'identification des pièces par palette (numéro sur chaque pièce spécifique).

Plan de pose des éléments avec la procédure de démarrage de chantier (pièce d'angle N°1)

La société assure la formation du personnel et/ou l'assistance au démarrage sur chantier, auprès des utilisateurs qui en font la demande, afin de préciser les dispositions spécifiques de mise en œuvre du procédé.

Nota : 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.

Lors des études : La maîtrise d'œuvre coordonne le dimensionnement mécanique et thermique du radier à l'aide d'un géotechnicien, d'un bureau structure et d'un bureau de calculs thermiques sur base du rapport géotechnique, des considérations architecturales, ainsi que des descentes de charges.

Lors des travaux : La préparation du site est réalisée par l'entreprise en charge du lot terrassement sur les indications de l'étude de sol. L'entreprise ayant le lot fondation met en œuvre le procédé et le radier en se conformant aux indications de l'étude structure. Toute question ou modification doit être vue avec le bureau structure et au besoin avec le géotechnicien. Dans tous les cas, la maîtrise d'œuvre/l'architecte doit être avisé.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. Fabrication

Le système Atlas est fabriqué par la Société Jackon Insulation GmbH dans son usine d'Arendsee (Allemagne).

Les panneaux de coffrage sont usinés par fraisage à partir des panneaux JACKODUR KF 300 Standard. Un rabotage de la surface extérieure est également réalisé pour faciliter l'accroche des enduits de finition.

Les panneaux de surface, d'angle et latéraux sont usinés et ajustés par fraisage de panneaux standard JACKODUR KF 300 Standard, JACKODUR KF 500 Standard ou JACKODUR KF 700 Standard suivant les cas.

La fabrication des panneaux s'effectue en continu et comprend essentiellement les étapes suivantes :

- Mélange du polystyrène et des additifs ;
- Fusion et homogénéisation du mélange, extrusion de la pâte ;
- Collage/fusion des panneaux en technologie Multi Layer pour les épaisseurs supérieures à 80 mm ;
- Coupe aux dimensions, emballage, stockage ;
- Stabilisations des produits.

2.8.2. Contrôles

Ils sont effectués par le laboratoire de l'usine en se conformant au minimum aux exigences de la norme NF EN 13164.

a) Sur matières premières :

Il existe des contrats qualités avec les fournisseurs. Ces derniers garantissent les caractéristiques des matières premières grâce à des contrôles réalisés par leurs soins. b) En cours de fabrication :

Des contrôles fréquents sont réalisés sur les produits pour garantir leur qualité. Il est notamment réalisé :

- Vérification toutes les deux heures de la longueur, la largeur, la planéité, la perpendicularité, l'épaisseur et la densité ;
- Après chaque changement de produit, de réglage ou d'équipe, la résistance à la compression à chaud est contrôlée.

c) Sur produits finis :

Les contrôles sont au minimum ceux imposés par le tableau B.1 de l'annexe B de la norme NF EN 13164 :

- Les tolérances sur la longueur ou la largeur sont de ± 6 mm ;
- Les tolérances d'épaisseurs sont de $-2/+3$ mm jusqu'à 120 mm, puis $-2/+6$ mm jusqu'à 320 mm.

Les modalités et les fréquences des essais ont été données au CSTB.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

ETA n°17/0950 établie par le DIBt le 22 janvier 2018 visant l'emploi des panneaux isolants en polystyrène extrudé, JACKODUR KF 300 Standard, JACKODUR KF 500 Standard et JACKODUR KF 700 Standard sous radier porteur de charge et/ou en dehors de la couche d'étanchéité :

- Certificat ACERMI N° 03/074/261 : JACKODUR KF 300 Standard ;
- Certificat ACERMI N° 07/074/463 : JACKODUR KF 500 Standard ;
- Certificat ACERMI N° 09/074/581 : JACKODUR KF 700 Standard ;
- Certificat Keymark N° 039-MPA NRW-00381-11 : JACKODUR KF 300 Standard, JACKODUR KF 500 Standard, JACKODUR KF 700 Standard ;
- Appréciation de laboratoire n°EFR-21-003715 du 11 octobre 2021 établie par Efectis France ;
- Rapport d'essais DEV2113773-V2 relatif à l'évaluation des valeurs de ponts thermiques avec le système Atlas et différents types de murs par calculs numériques établi par le LNE (Laboratoire National de métrologie d'Essais) ;
- Rapport CSTB de 2023 de vérification des ponts thermiques déclarés dans le rapport du LNE : « Validation de 25 coefficients Ψ de ponts thermiques de liaison mur/plancher pour le système de coffrage de radier JACKODUR ATLAS » ;
- Rapport de classement de réaction au feu du MFPA de Leipzig du 16/01/2020 n°KB 3.1-19-371-2 sur KF 300, KF 500, KF 700.

2.9.2. Références chantiers

Le système est commercialisé en France depuis 2008. Il fait l'objet d'une centaine de réalisations par an dont :

Date	Ville	Type de panneaux	Type de réalisation
18/10/2011	Plennes (54460)	Atlas KF 300	Bureaux
02/03/2012	Albon (26140)	Atlas KF 700	Logements collectifs

23/10/2013 Les Plains et Grands Essarts (25458) Atlas KF 300 Centre périscolaire
11/04/2014 Venette (60280) Atlas KF 300 Maison et Showroom
27/05/2015 Baume-Lès-Dames (25110) Atlas KF 300 Syndicat intercommunal
29/07/2016 La Bresse (88250) Atlas KF 500 Agence bancaire
13/10/2016 Mirecourt (88304) Atlas KF 700 Internat
20/05/2020 Florange (57190) Atlas KF 300 Logements collectifs
14/12/2020 Bazoche Sur Guyonne (78050) Atlas KF 500 Hébergement Maison Jean Monnet
11/01/2021 Omelmont (54409) Atlas KF 300 Maison sénior

2.10. Annexe du Dossier Technique

Tableaux

Caractéristiques		Valeurs spécifiées	Unité	Observations	
Présentation		Usinage latéral	Les chants des panneaux sont feuillurés sur les quatre côtés : largeur 15 mm x 1/2 épaisseur nominale comptés à partir de la face inférieure.		
		Couleur	Violet dans la masse, l'intensité de la teinte pouvant varier d'un panneau à l'autre.		
Pondérales	Masse volumique	KF 300 Standard	34,5 (± 5,5)	kg/m ³	EN 1602
		KF 500 Standard	42,5 (± 7,5)	kg/m ³	EN 1602
		KF 700 Standard	42,5 (± 7,5)	kg/m ³	EN 1602
Hygrométriques	Absorption d'eau à long terme par immersion totale : WL(T)		≤ 0,7	%	EN 12087 Méthode 2A
	Absorption d'eau à long terme par diffusion : WD(V)	100 – 190 mm	≤ 2	%	EN 12088
		200 – 320 mm	≤ 1	%	EN 12088
	Résistance aux effets du gel-dégel		FTCD1	-	EN 12091
Thermiques	Conductivité thermique déclarée λ_D				
	JACKODUR KF 300 Standard SF - de 100 à 190 mm		0,035	W/m.K	EN 13164
	- de 200 à 320 mm		0,036	W/m.K	
	JACKODUR KF 500 Standard SF et JACKODUR KF 700 Standard SF - de 100 à 320 mm		0,035	W/m.K	EN 13164
Réaction au Feu		E	Euroclasse		

Tableau 3 - Caractéristiques des panneaux JACKODUR

	KF 300	KF 500	KF 700
Charge admissible de service Rcs (kPa) (1)	140	235	330
Module d'élasticité E (MPa)	6,2	10,1	15,8
(1) Valeur de résistance en compression de service Rcs selon le NF DTU 45.1			

Tableau 4 - Caractéristiques mécaniques des panneaux JACKODUR à long terme

Type de mur	N°	Epaisseur de l'isolant extérieur (mm)	Résistance thermique de l'isolant extérieur (m².K)/W	Epaisseur du radier JACKODUR (mm)	Epaisseur du coffrage JACKODUR (mm)	Longueur du débord (mm)	Résistance thermique du complément d'isolation intérieur éventuel (m².K)/W¹	ψ en W/(m.K)
Blocs de coffrage	1	95	≤ 3,06	100	80	≥ 260	≥ 1,45	0,144
	2	95	≤ 3,06	320	80	≥ 260		0,136
	3	295	≤ 9,52	320	280	≥ 20		0,069
	4	295	≤ 9,52	100	280	≥ 20		0,092
	5	200	≤ 6,45	100	200	≥ 100		0,094
Double mur	1	80	≤ 3,64	100	80	≥ 260	Sans complément	0,134
	2	80	≤ 3,64	320	80	≥ 260		0,128
	3	320	≤ 14,55	320	320	≥ 200		0,092
	4	320	≤ 14,55	100	320	≥ 200		0,113
	5	200	≤ 9,09	100	200	≥ 160		0,123
Mur ITE	1	100	≤ 3,23	100	80	≥ 260	Sans complément	0,126
	2	100	≤ 3,23	320	80	≥ 260		0,119
	3	340	≤ 10,97	320	320	≥ 20		0,059
	4	340	≤ 10,97	100	320	≥ 20		0,080
	5	220	≤ 6,46	100	200	≥ 140		0,089

Tableau 5 : exemples de valeurs de ponts thermiques – liaison radier JACKODUR / mur bloc de coffrage double mur / mur ITE

Type de mur	N°	Epaisseur de l'isolant extérieur (mm) ²	Résistance thermique de l'isolant extérieur (m ² .K)/W	Epaisseur du radier JACKODUR (mm)	Epaisseur du coffrage JACKODUR (mm)	Longueur du débord (mm)	Résistance thermique du complément d'isolation intérieur éventuel (m ² .K)/W	Ψ en W/(m.K)
Mur ossature bois	1	180	≤ 5,14	100	80	≥ 260	Sans complément	0,164
	2	180	≤ 5,14	320	80	≥ 260	complément	0,160
	3	320	≤ 9,14	320	320	≥ 20	≥ 5,2	0,065
	4	320	≤ 9,14	100	320	≥ 20		0,092
	5	200	≤ 5,71	100	200	≥ 140		0,106
Mur surbot	1	170	≤ 4,86	100	80	≥ 260	Sans complément	0,152
	2	170	≤ 4,86	320	80	≥ 260	complément	0,148
	3	325	≤ 9,29	320	320	≥ 20	≥ 4,9	0,084
	4	325	≤ 9,29	100	320	≥ 20		0,111
	5	205	≤ 5,86	100	200	≥ 140		0,116

Tableau 6 : Valeurs de ponts thermique – Liaison radier JACKODUR/ Mur ossature bois et surbot

Schémas et figures

Figure 1 - Type de panneaux constituant le système Atlas

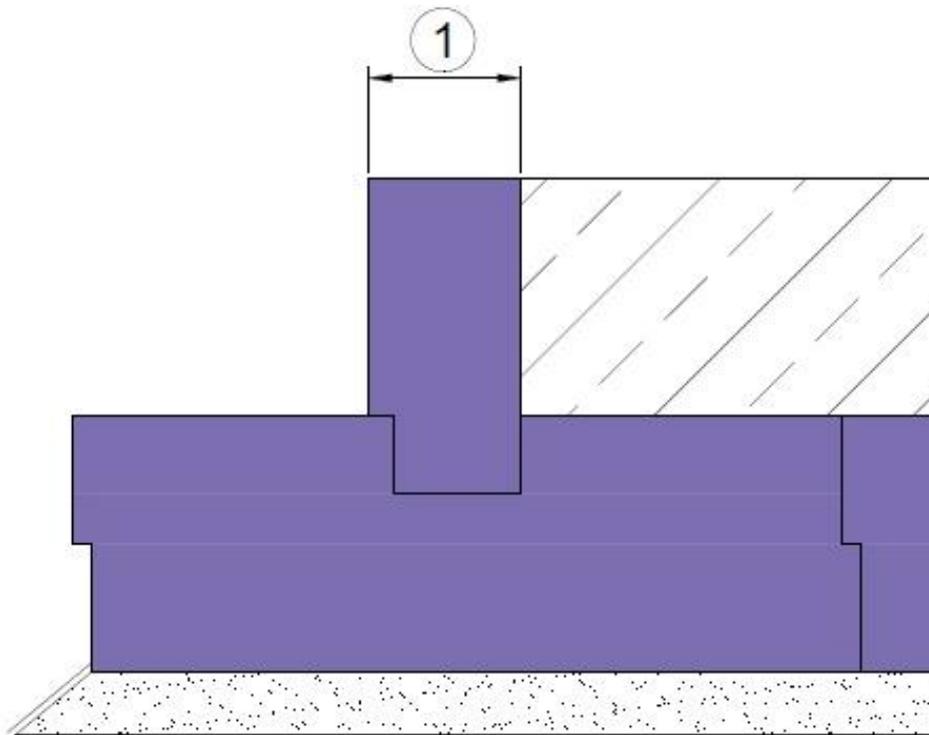
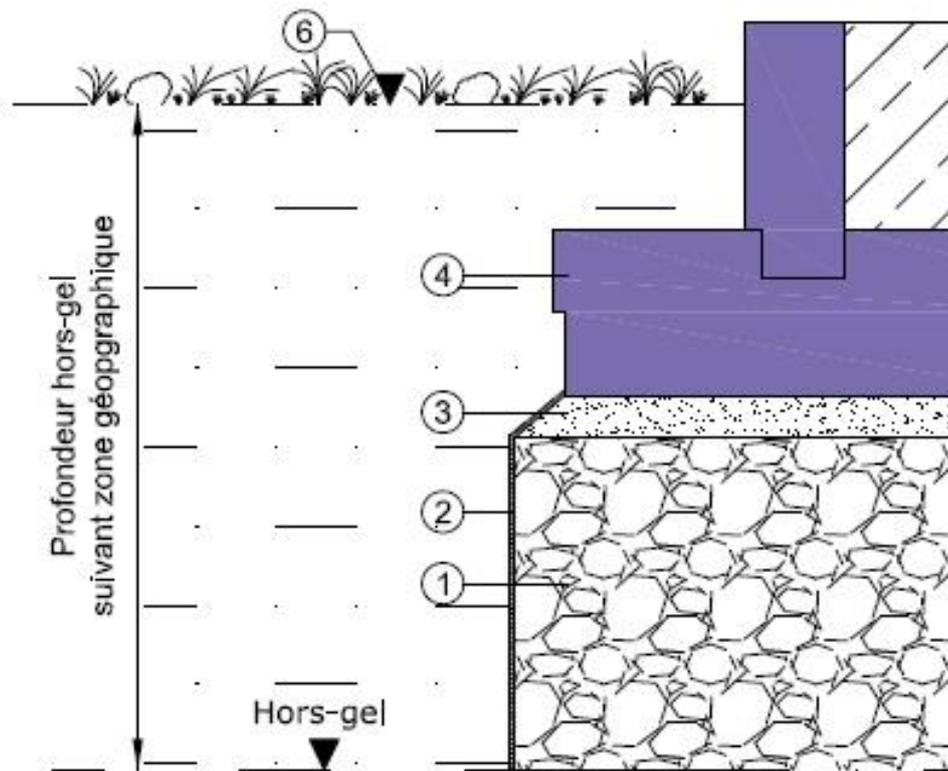


Figure 2 - Données utiles pour le système JACKODUR Atlas

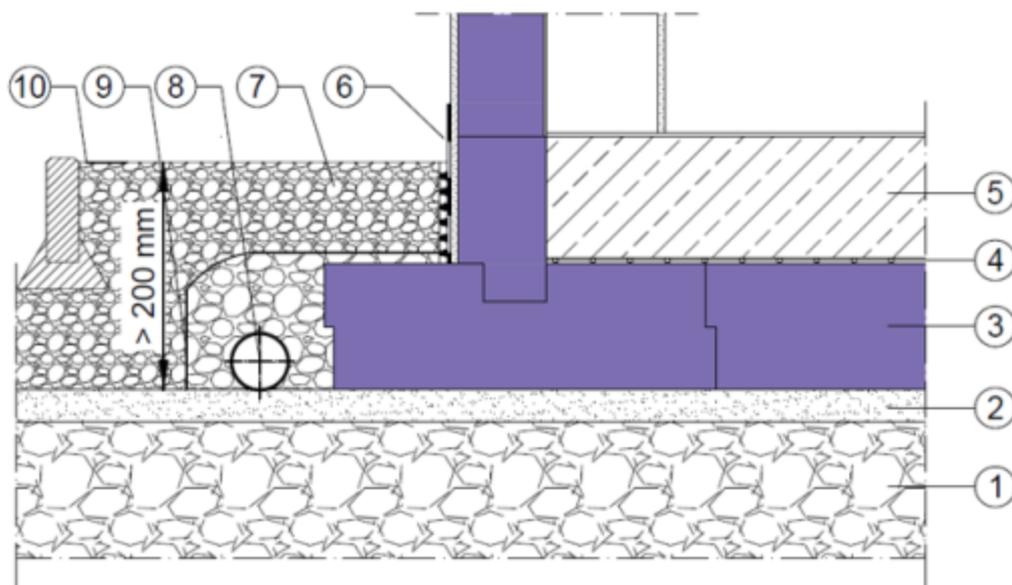


Figure 3 – Mousse de fixation JACKODUR



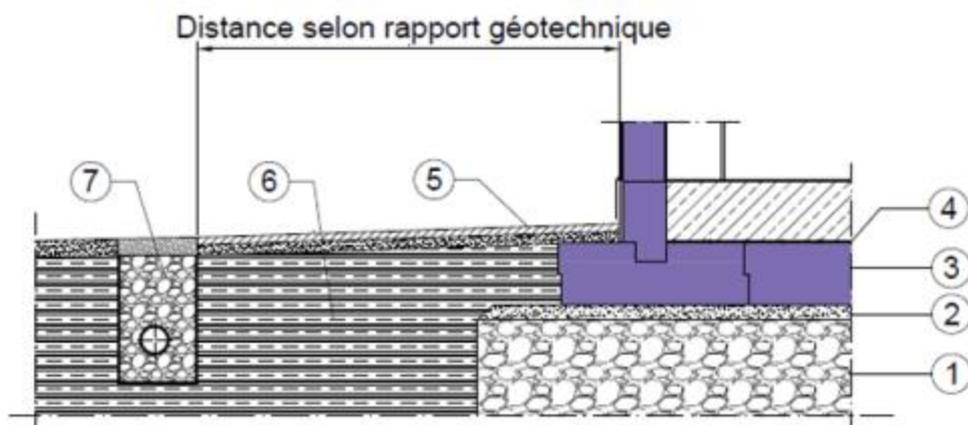
Dimensions en

- ① Couche plane et compacte non gélive empêchant la
Figure 4 – Hors-gel



- | | |
|--|---|
| ① Couche plane et compacte empêchant les remontées capillaires.
Par ex. concassé 0/45 ou 0/63 | ⑦ Matériaux drainant en 0/31 |
| ② Couche de réglage plane et compacte en gravillon (par ex. 2/5, 4/8) | ⑧ Matériaux drainant en 20/40 dans un non-tissé avec conduite de drainage |
| ③ JACKODUR® Atlas | ⑨ Geotextile |
| ④ Film polyéthylène | ⑩ Niveau du terrain naturel |
| ⑤ Radier | |
| ⑥ Enduit de soubassement avec drainage vertical | |

Figure 5 – JACKODUR Atlas et drainage



- | | |
|--|--|
| ① Couche plane et compacte empêchant les remontées capillaires.
Par ex. concassé 0/45 ou 0/63 | ⑤ Imperméabilisation périmétrique |
| ② Couche de réglage plane et compacte | ⑥ Terrain/remblai peu ou non perméable |
| ③ JACKODUR® Atlas | ⑦ Tranchée drainante |
| ④ Film polyéthylène | |

Figure 6 – JACKODUR Atlas et drainage en présence de terrains argileux

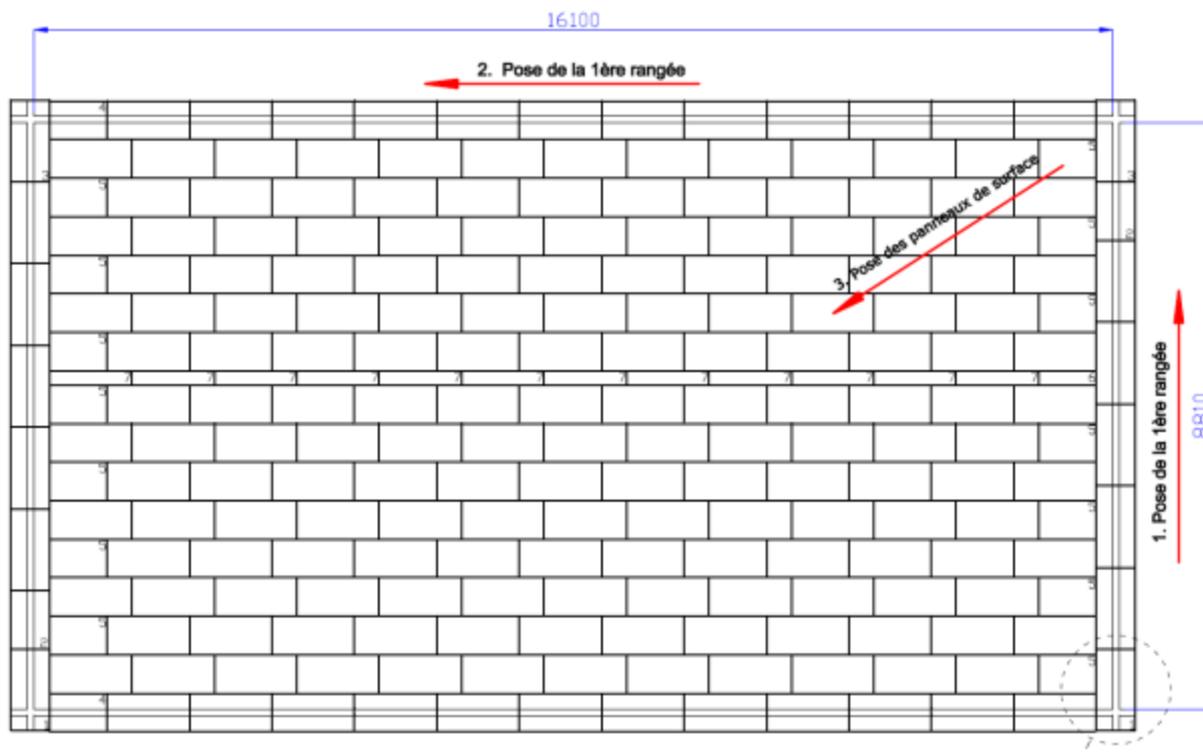


Figure 7 – Exemple de plan de pose

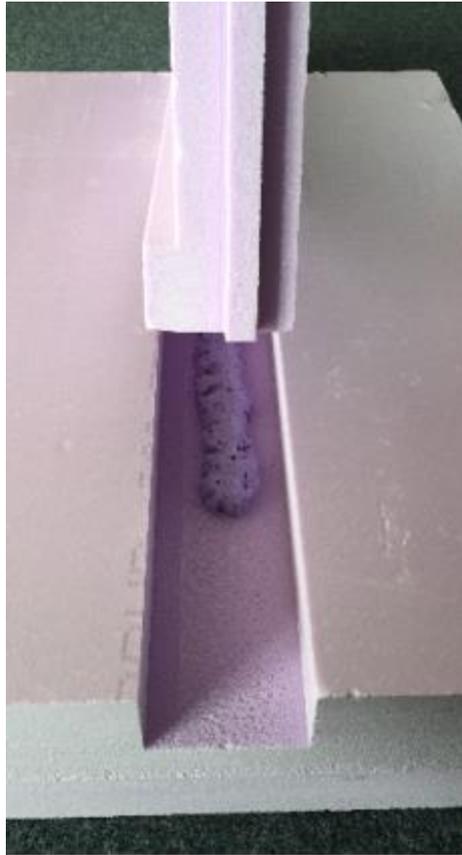


Figure 8 – Collage des coffrages en faible épaisseur

Vérification sur chantier du fond de forme avant mise en place du JACKODUR Atlas					
Référence chantier et Maître d'ouvrage	Chantier		Maître d'ouvrage		
	Nom		Nom		
	Adresse		Adresse		
	Ville/CP		Ville/CP		
Entreprise ayant réalisé la prestation	Nom				
	Adresse				
	Ville/CP				
Moyen de contrôle des niveaux du fond de forme	Laser <input type="checkbox"/>	Autre moyen <input type="checkbox"/>		lequel	
Contrôle altimétrie du fond de forme tous les 20 m²					
Nature du fond de forme					
Valeurs des niveaux du fond de forme	Niveau sur point 1 :		Niveau sur point 4 :		
	Niveau sur point 2 :		Niveau sur point 5 :		
	Niveau sur point 3 :		Niveau sur point 6 :		
Personne responsable du contrôle	Date :		Signature :		
	Nom et Prénom				

Figure 9 - Modèle de fiche de réception de support