



FAÇADE F4

Solution de façade
pour les bâtiments BBC, BEPOS et HQE®

Façade F4



© J. Chretien

© J. Chretien

Qu'est-ce que la Façade F4 ?

La Façade F4 est une solution innovante pour réaliser des murs de façade performants et économiques pour les bâtiments BBC, BEPOS et HQE, en neuf comme en rénovation.

La dénomination F4 induit des performances de tout premier ordre dans 4 domaines essentiels :



Thermique



Acoustique

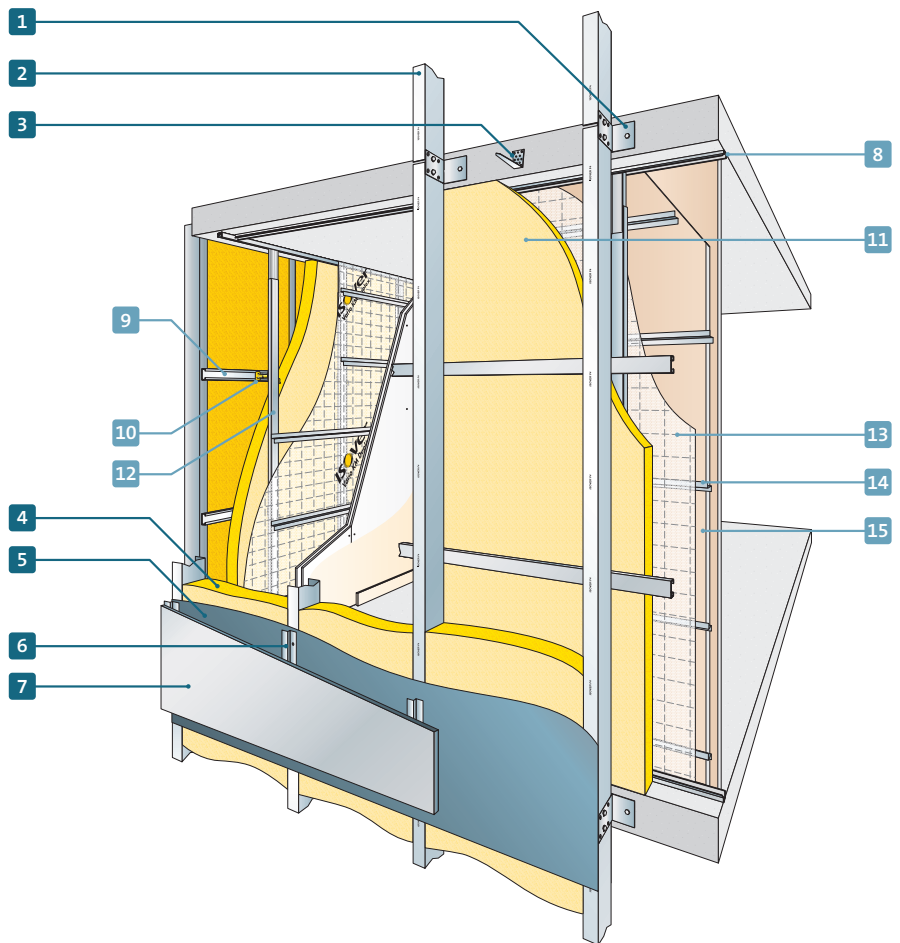


Environnemental



Economique

- 1 Platine F4
- 2 Profilé F4
- 3 Maxi PB Fix
- 4 Isofaçade 32
- 5 Membrane Isover UV-Façade
- 6 Profilé Interface bardage
- 7 Bardage
- 8 Lisse Clip' Optima
- 9 Fourrure Optima
- 10 Appui Optima2
- 11 Isoconfort 32
- 12 Fourrure + Eclisse Optima
- 13 Membrane Vario Duplex
- 14 Profilé Stil® MOB
- 15 Placoplatre® BA 13



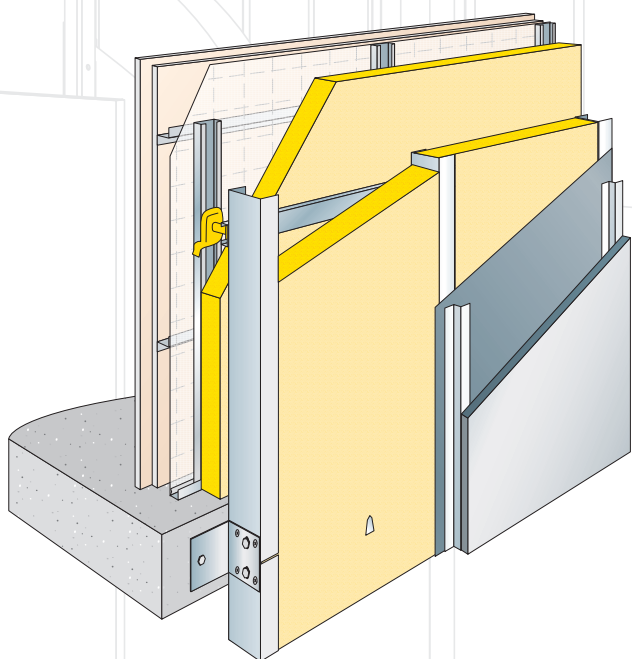


© De Bahari Architecture - Résidence Villa Natura - Suresnes

Description du système

La **Façade F4** est un système d'isolation répartie : il associe une isolation extérieure, une isolation intérieure et un système d'étanchéité à l'air.

Ce système est sous brevet exclusif Isover et a obtenu un Avis Technique délivré par le CSTB.



Domaines d'emploi

La **Façade F4** est utilisée pour les types de bâtiments suivants :

- Structure porteuse en poteaux-poutres, poteaux-dalles ou refends-porteurs.
- Logements jusqu'à la 3^{ème} famille de type B.
- Immeubles de bureaux.
- Bâtiments neufs et existants de faible ou moyenne hygrométrie.
- Autres bâtiments tertiaires et ERP : il conviendra de vérifier que la durée de résistance au feu demandée pour la façade est au maximum de 1 heure.



Fonctions de la Façade F4

Remarquable pour ses performances thermiques et acoustiques, la **Façade F4** remplit également les autres fonctions dévolues à une façade classique. Toutes ses caractéristiques ont été validées par des essais réalisés au CSTB.

Protéger les occupants

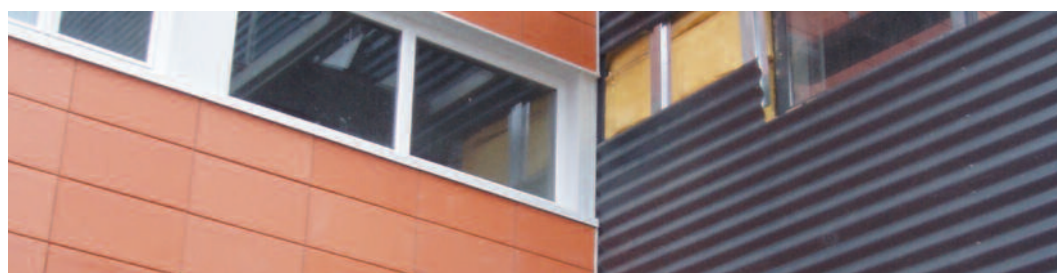
Fonction première d'une façade, la **Façade F4** prend soin de la **sécurité et de la santé des occupants** à plusieurs niveaux :

- **Essais chocs** : la **Façade F4** répond aux mêmes exigences que les façades traditionnelles.
- **Sécurité incendie** : la **Façade F4** intègre très peu de masse combustible et répond aux exigences de l'IT 249.
- **Qualité de l'air intérieur** : les matériaux utilisés dans la façade émettent peu ou pas de COV (Composés Organiques Volatiles).
La technologie Placo® Activ'Air®, disponible sur certaines plaques, permet d'éliminer jusqu'à 80 % du formaldéhyde présent dans l'air.

Durer dans le temps

Réalisés lors de l'instruction de l'Avis Technique au CSTB, les essais suivants valident la pérennité de la **Façade F4** :

- **Essais AEV** (air, eau, vent) pour valider l'étanchéité à l'air, à l'eau et la résistance aux charges dues au vent sur la façade. Des essais spécifiques sur la durabilité de l'écran pare-pluie ont par ailleurs été effectués.
- **Essais mécaniques** pour valider la résistance de la façade aux différentes charges de vent et de matériaux et aux chocs qu'elle peut subir.
- **Evaluation du comportement hygrométrique** pour valider l'absence de condensation dans la façade.





S'insérer dans l'environnement

Principal élément de l'**identité d'un bâtiment**, la façade doit lui permettre d'exister dans un environnement contraint.

La **Façade F4** autorise une **diversité architecturale** de formes et de parements quasiment illimitée.

Sa mise en œuvre en filière sèche avec une **économie de temps et de matériaux** limite les nuisances liées au chantier.

Conçue pour avoir un impact environnemental limité, la **Façade F4** utilise moins de ressources que les façades traditionnelles et intègre des composants issus de matières premières recyclées et recyclables.



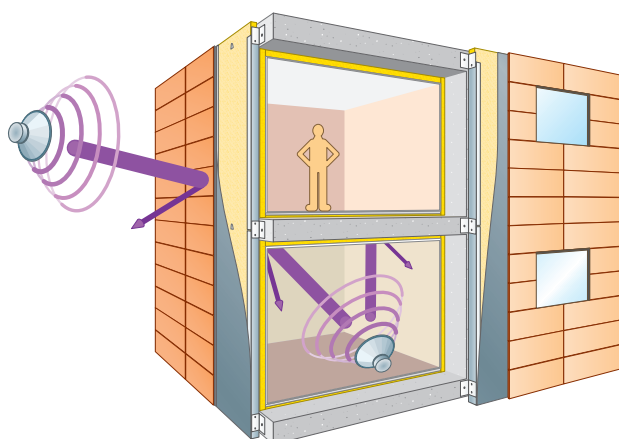
© J. Chretien

Assurer le confort des occupants

Au-delà des fonctions mécaniques et de protection, une façade moderne doit **contribuer au confort des occupants**.

- **Confort thermique** : la **Façade F4** associée à des vitrages adaptés permet de garder la chaleur à l'intérieur l'hiver et d'éviter les surchauffes l'été avec une isolation renforcée, un traitement performant des ponts thermiques et une inertie maîtrisée à l'intérieur du logement.

- **Confort acoustique** : se protéger des bruits extérieurs et des bruits de voisinage, c'est ce qu'offre la **Façade F4** en recréant une véritable « boîte dans la boîte » désolidarisée de la structure.





© J. Chretien



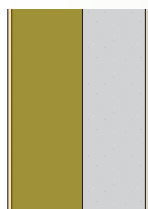
© J. Chretien

Des performances de haut niveau

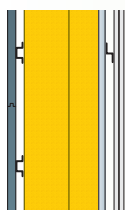


Performances thermiques

Pour $U_p = 0,20$ W/(m².K) :



Façade traditionnelle
360 mm



Façade F4
304 mm

La combinaison des systèmes d'isolation extérieure et intérieure permet d'atteindre des **dépensements thermiques de façade jusqu'à 2 fois inférieures** à celles couramment utilisées pour les bâtiments BBC/RT 2012. De même, à épaisseur de mur identique, la **Façade F4** est deux fois plus performante que des solutions traditionnelles (isolation sur maçonnerie).

A l'échelle du bâtiment, la performance de la façade et le traitement des ponts thermiques permettent de **réduire la déperdition thermique globale de plus de 20 %**.

Quelques chiffres clés :

Déperdition paroi : $U_p = 0,20$ à $0,10$ W/(m².K)

Pont thermique de plancher :

$\Psi = 0,28$ W/(m.K)

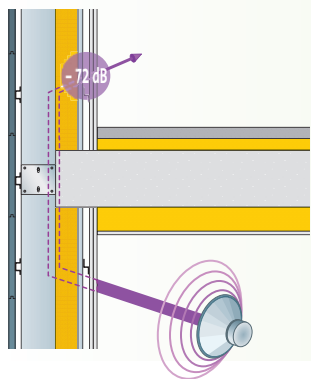
Performances thermiques de la **Façade F4** paroi courante :

	BBC	BEPOS			
Up Façade F4 (W/(m².K))	0,20	0,17	0,16	0,14	0,10
Ep. totale de la paroi hors bardage (mm)	282	302	322	342	432
Ep. Isofaçade 32 + Isoconfort 32 (mm)	120 + 80	120 + 100	120 + 120	120 + 140	120 + 230



Performances acoustiques

- La **Façade F4** présente des indices d'**affaiblissement acoustique** de premier ordre : **$R_w (C ; C_{tr}) = 57$ dB (-4 ; -11)** quand la réglementation exige un niveau d'isolation de 45 dB pour les bâtiments les plus exposés au bruit extérieur.
- L'**isolation entre étages et entre locaux d'un même niveau** a été particulièrement soignée. La façade bénéficie des premiers essais d'isolement acoustique latéral réalisés par le CSTB : **$D_{n,f,w} (C ; C_{tr}) = 72$ dB (-1 ; -0)**
- Ces performances exceptionnelles ont été remarquées par le Conseil National du Bruit, qui a décerné à la **Façade F4** le **Décibel d'Or 2011** dans la catégorie Matériau.





Performances environnementales



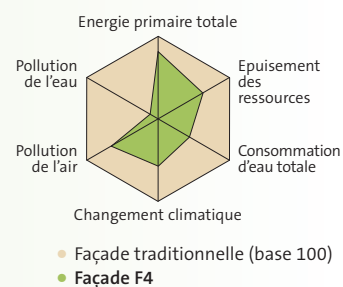
- Le montage en filière sèche améliore considérablement le bilan de l'analyse de cycle de vie de la **Façade F4** au regard des solutions traditionnelles de mur de façade : la consommation d'eau et les émissions de CO₂ sont divisées par 2 pour un ouvrage de performance thermique identique.
- La **compression des isolants**, qui permet de minimiser les volumes de transports, contribue aussi à améliorer les performances environnementales.
- Les produits utilisés dans la façade sont majoritairement issus de **matières**

premières recyclées et recyclables (acier, laine minérale, gypse, ...).

- En fin de vie, la façade est **déconstruible rapidement** et ses différents composants peuvent aisément être séparés pour être valorisés dans leurs différentes filières.

La **Façade F4** a fait l'objet d'une étude environnementale sur l'ensemble de son cycle de vie (www.facadef4.fr). A cette occasion, deux autres systèmes constructifs ont été étudiés : voile béton + ITE sous enduit et voile béton + isolation intérieure.

Extrait de l'analyse environnementale



Etude réalisée par TRIBU Energie à l'aide du logiciel Elodie développé par le CSTB.

Performances économiques

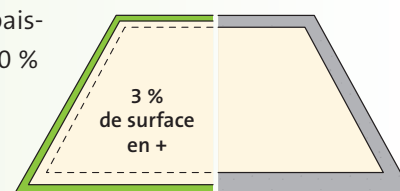


La **Façade F4** améliore l'économie globale du projet :

- Un **gain de temps de 20 à 25 %** sur l'exécution du chantier. Les temps de séchage sont fortement raccourcis et les différents corps d'état peuvent intervenir en parallèle : le lot plaquiste peut démarrer sans attendre la pose du bardage. La **Façade F4** peut être assemblée en atelier pour réduire davantage les temps de montage sur site.
- Un **gain de surface habitable de 3 %** à performance thermique équivalente.

En moyenne, la réduction de l'épaisseur des murs représente 15 à 20 % (environ 6 à 7 cm) et permet de commercialiser de la surface habitable supplémentaire.

- Un **moindre coût des équipements** de production de chaleur et d'eau chaude sanitaire. Les performances thermiques de la **Façade F4** permettent de réduire les besoins de chaud et de froid au niveau passif. La mise en œuvre d'équipements moins puissants, moins sophistiqués et avec des budgets d'entretiens plus faibles est alors possible.





© J. Chretien



© J. Chretien



© RES ALIENOR LE MANS - Architecte : Cabinet DOURDY

Dans quels cas utiliser la Façade F4 ?

La **Façade F4** peut s'intégrer dans la majorité des projets, notamment ceux qui visent des performances thermiques très élevées. Elle est particulièrement adaptée aux projets présentant un ou plusieurs des enjeux suivants :

Maximiser la surface habitable

Les dimensions de certains bâtiments peuvent être contraintes par des exigences d'alignement de façade, de surface constructible ou simplement dans le cas de réhabilitation ou d'extension, par la structure existante.

La surface habitable supplémentaire libérée par la **Façade F4** peut modifier l'équilibre économique de certains programmes, notamment dans les zones où le prix de l'immobilier est élevé.

3 % de surface habitable supplémentaire en moyenne.

Réduire les délais de chantier

Que ce soit sur des programmes neufs ou de réhabilitation, la durée des travaux est un enjeu essentiel.

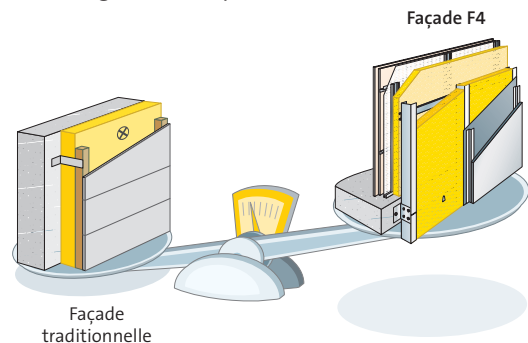
La **Façade F4** présente des atouts dans ce domaine tels que :

- La réduction des temps de séchage
- La gestion des corps d'état
- La préfabrication

Limitier les charges rapportées

En neuf, sur des sols de mauvaise qualité, comme en réhabilitation ou en extension, quand il faut se fixer sur une structure existante, il est parfois nécessaire de limiter les surcharges rapportées sur la structure tout en garantissant des performances thermiques élevées.

Poids de la Façade F4 : 42 kg/m² (hors parement).



Se conformer à la réglementation incendie

Par sa très faible masse combustible, la **Façade F4** permet de mettre en conformité des ouvrages qui ne sont pas aux normes incendie actuelles (IT 249).



La **Façade F4** modifie la façon de penser et concevoir les bâtiments. Elle est particulièrement adaptée aux projets ambitieux en matière architecturale, environnementale et énergétique.

Exploiter tout le potentiel esthétique du projet

La **Façade F4** s'arrête au profilé interface bardage. Elle accepte la grande majorité des parements extérieurs (matières, granularités, textures, couleurs, ...) et se prête particulièrement à leur combinaison. Les traitements de ponts thermiques sont gérés par la façade et n'entraînent aucune contrainte supplémentaire.

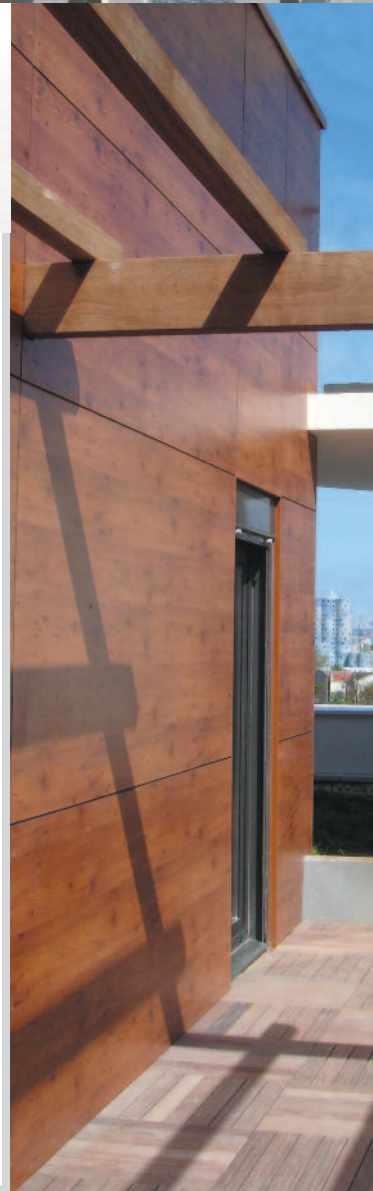
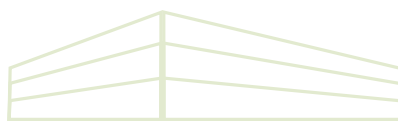
Réaliser des bâtiments à énergie positive

Plus les performances thermiques d'un projet sont élevées et plus la **Façade F4** est intéressante économiquement. En effet, seule l'épaisseur de l'isolant intérieur varie. Il est alors possible de construire des bâtiments à énergie positive, tout en restant dans des épaisseurs de façades standard, avec un prix compétitif.

Construire dans une démarche HQE®

La **Façade F4** a fait l'objet d'une étude ACV, qui analyse son impact environnemental tout au long de son cycle de vie. De plus, la **Façade F4** contribue favorablement à l'atteinte de 7 des 14 cibles de la démarche HQE® :

- La relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat
- Le choix intégré des procédés et des produits de construction
- Le chantier à faibles nuisances
- La gestion de l'énergie
- Le confort hygrothermique
- Le confort acoustique
- La qualité de l'air intérieur





Les parements extérieurs

La **Façade F4** accepte la très grande majorité des bardages du marché, qu'ils soient à joints fermés ou ajourés.

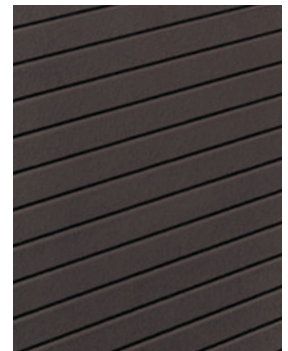
Les architectes peuvent ainsi choisir tous types de parements, de matières, de textures et de couleurs pour signer leurs ouvrages.



© Réunion des musées nationaux
Architecte : ATELIER 2/3/4



Cette caractéristique de la **Façade F4** met à disposition des architectes une palette illimitée de matières, de finitions et de couleurs.



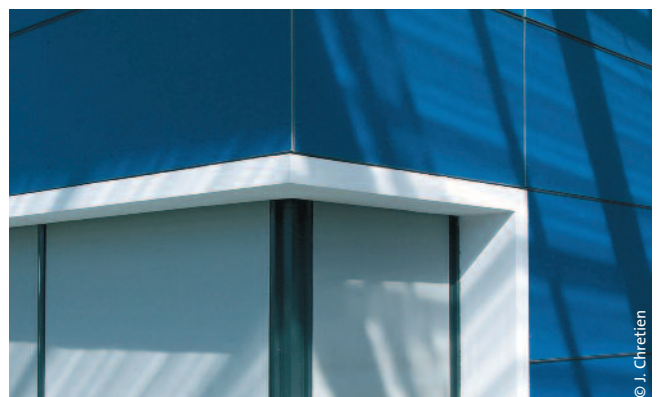
Une bibliothèque de parements est disponible sur le site internet : www.facadef4.fr



© J. Chretien



© J. Chretien



© J. Chretien





Les parements intérieurs

L'Avis Technique **Façade F4** a été validé exclusivement avec les parements intérieurs de plâtre **Placo®**. Pour chaque exigence règlementaire, une plaque spécifique a été développée, à choisir en fonction de la destination de l'ouvrage ou de performances spécifiques recherchées. Les plaques doivent être doublées et peuvent également être combinées entre elles.

- **Placo® Phonique**,
pour le confort acoustique

Plaque de plâtre acoustique : améliore les performances acoustiques de 3 dB par rapport à un système en plaque standard, soit 50 % de bruit en moins.



- **Placo Impact Activ'Air®**,
pour résister aux chocs

Plaque de plâtre haute résistance développée pour les établissements scolaires. 4 fois plus résistante qu'une plaque standard, elle intègre l'innovation **Activ'Air®**. Elle permet l'accrochage de charges lourdes et la réduction du bruit jusqu'à 50 %.

- **Placo® Activ'Air®**,
pour un air pur



Plaque de plâtre intégrant la technologie **Activ'Air®** : un composant spécifique capte et transforme jusqu'à 80 % des principaux COV (Composés Organiques Volatils - famille des aldéhydes) en un composé inerte sans réémission dans l'air intérieur. **Activ'Air®** préserve ainsi la qualité de l'air intérieur des bâtiments.

Une bibliothèque de parements intérieurs est disponible sur le site internet : www.facadef4.fr





Mise en œuvre

L'offre Isover et Placo® pour la Façade F4 se décompose en 2 lots : 1 lot façadier et 1 lot plaquiste.

Le lot façadier (ou lot façade) :

Il s'agit de réaliser l'isolation thermique et acoustique par l'extérieur. C'est à cette étape que l'on traite l'étanchéité à l'eau.

- Assemblage sur site d'éléments pré-industrialisés.
- Les platines et profilés sont facilement reconnaissables grâce au logo **Isover F4**.

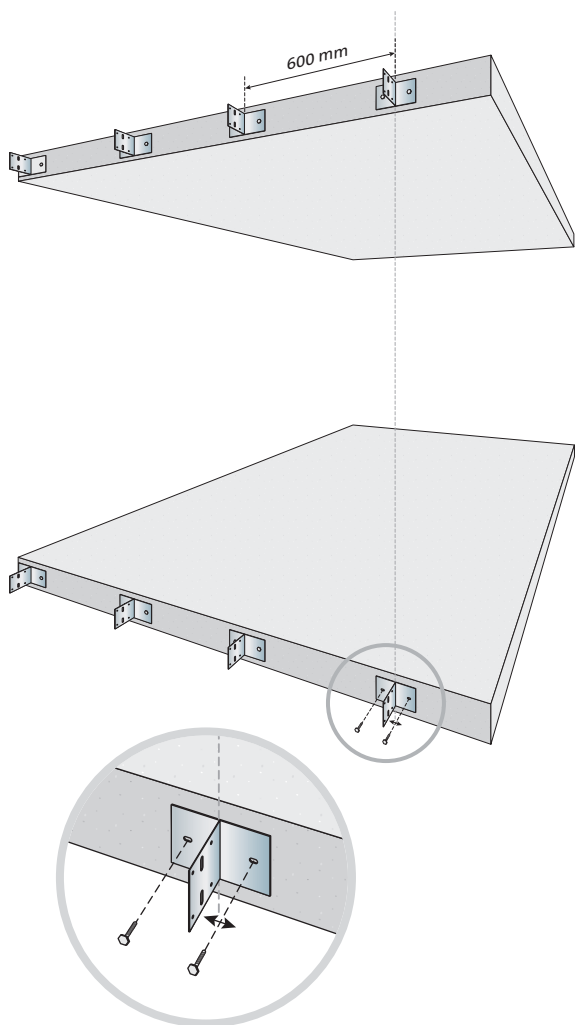
Le lot plaquiste (ou lot doublage) :

Il s'agit de réaliser l'isolation thermique et acoustique par l'intérieur. C'est à cette étape que l'on traite l'étanchéité à l'air.

- Le lot doublage se compose de 2 systèmes sous Avis Technique Isover :
 - Le système **Optima**
 - Le système **Vario**
- Les parements seront issus de la gamme **Placoplatre®**.

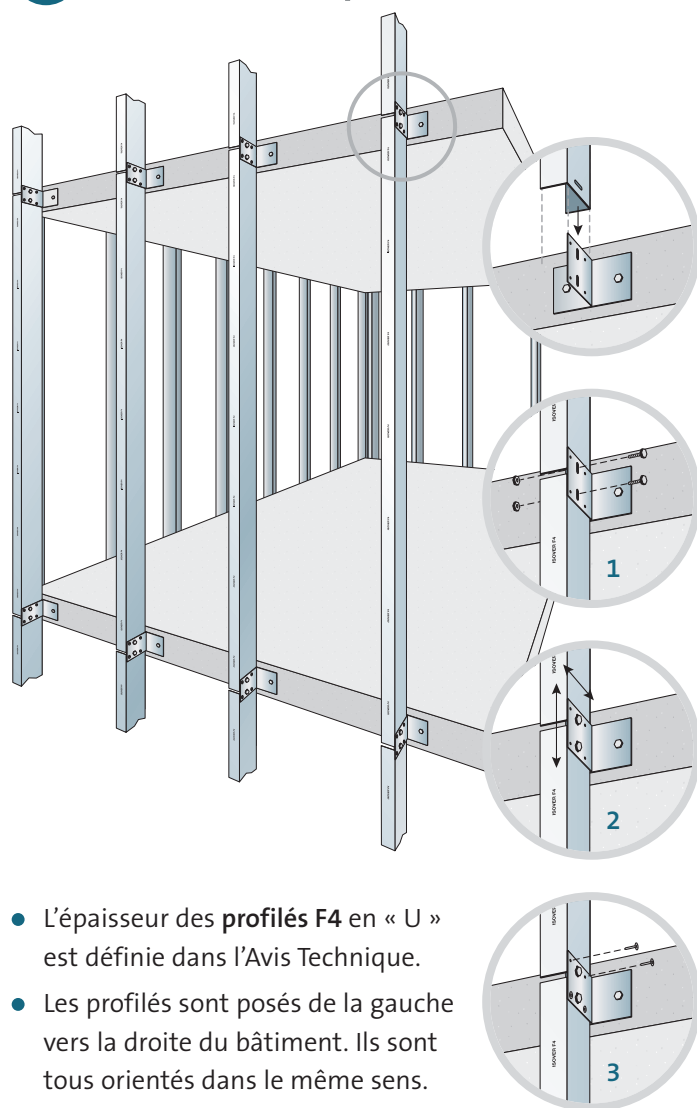
Mise en œuvre : lot façadier

1 Pose des platines F4



- Les **platines F4** sont fixées sur les nez de dalle tous les 600 mm.
- L'alignement vertical des platines est réglé à cette étape. Des trous oblongs permettent un réglage latéral.

2 Pose des profilés F4

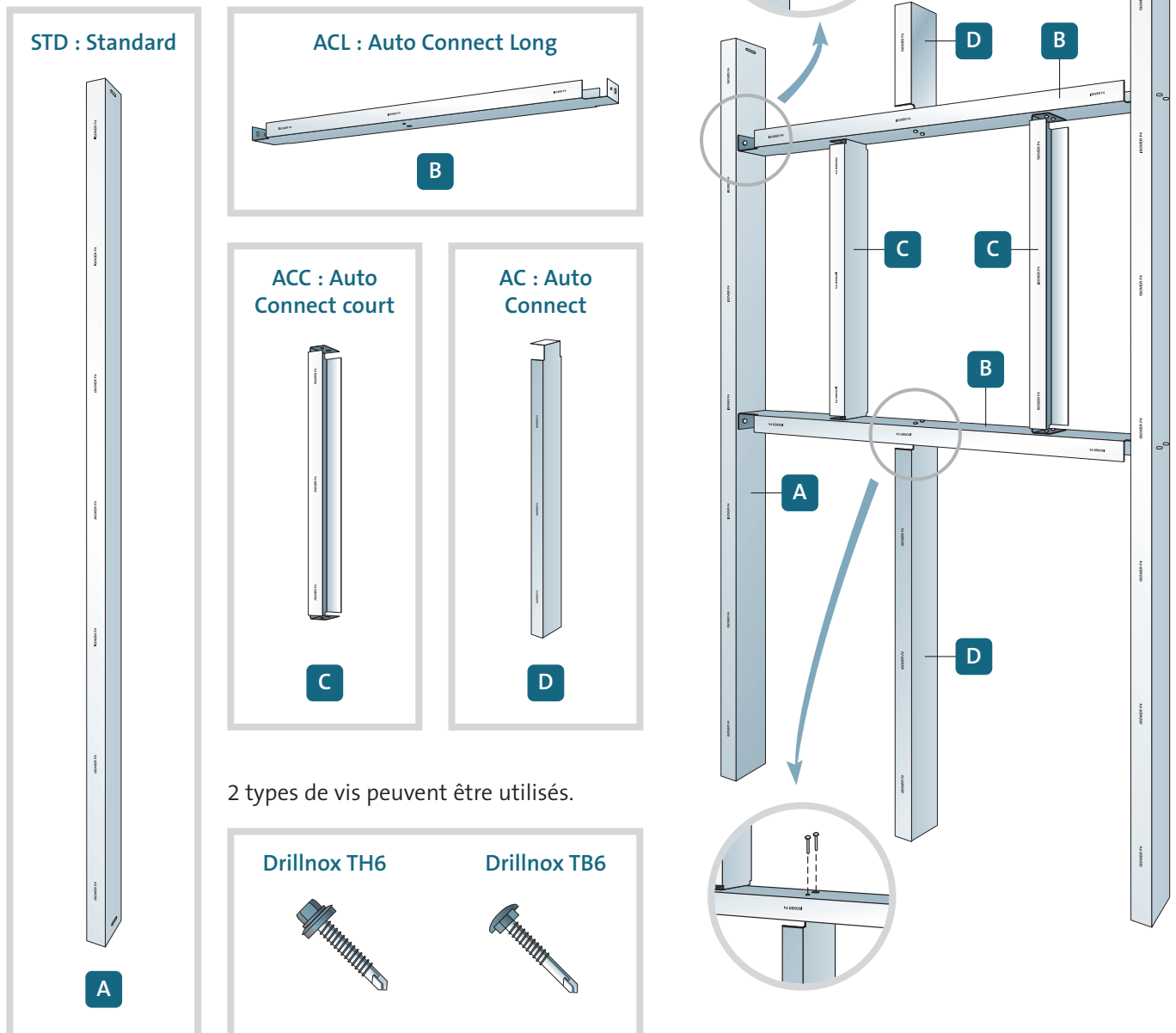


- L'épaisseur des **profilés F4** en « U » est définie dans l'Avis Technique.
- Les profilés sont posés de la gauche vers la droite du bâtiment. Ils sont tous orientés dans le même sens.
- Les alignements de profilés en hauteur et en profondeur sont réglés à cette étape. Des trous oblongs sur les platines et les profilés permettent le réglage de l'ossature.
 - 1 - Les **profilés F4** sont boulonnés sur la platine.
 - 2 - Le réglage est réalisé dans les 2 axes.
 - 3 - Les **profilés F4** sont vissés sur les platines.

Profilés F4

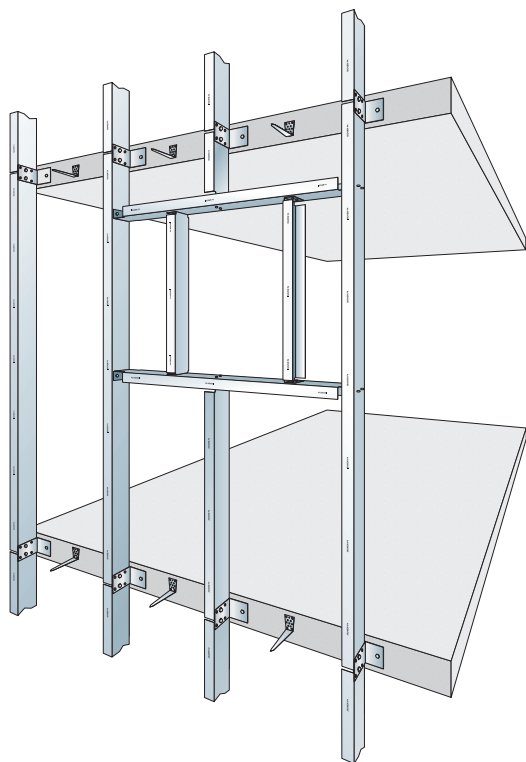
Détails constructifs

L'ossature de la **Façade F4** est constituée de 4 types de profilés, marqués « **Isover F4** » sur les ailes extérieures afin de garantir leur traçabilité.

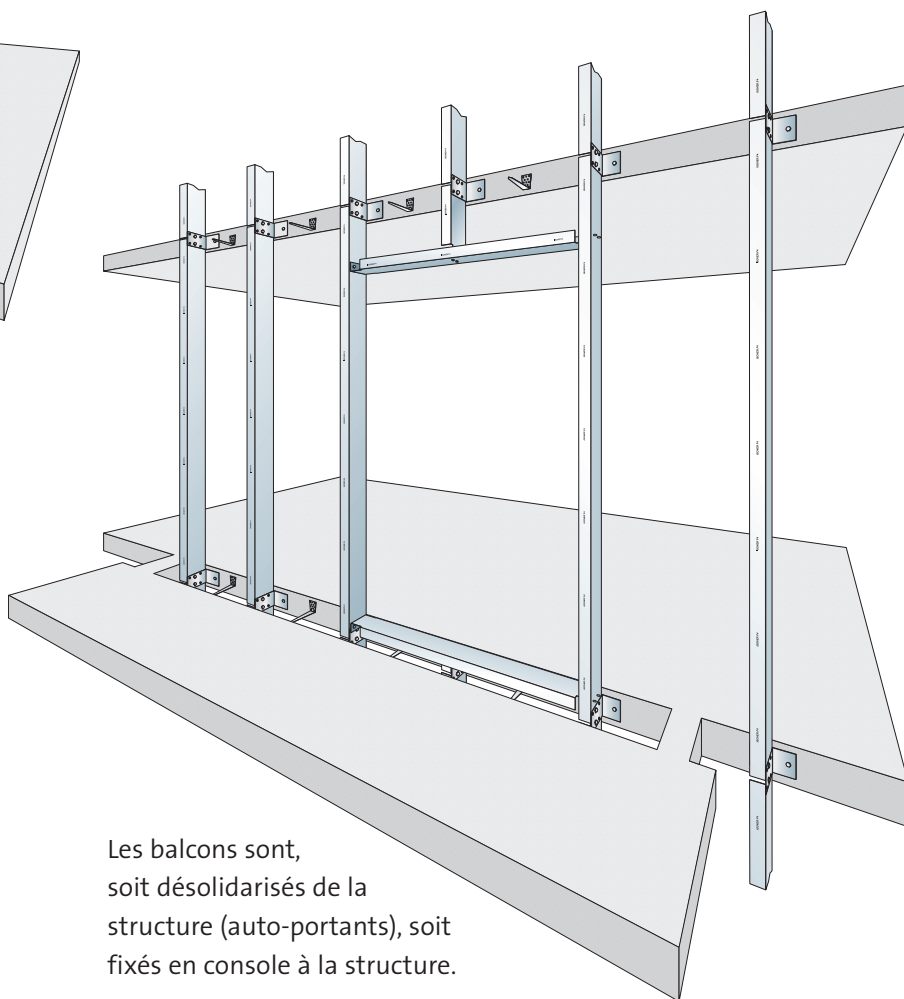




F4



Les incorporations de menuiseries dans la **Façade F4** sont réalisées sur le principe du chevêtre, ce qui permet de déramer leur positionnement et donner une totale liberté architecturale.

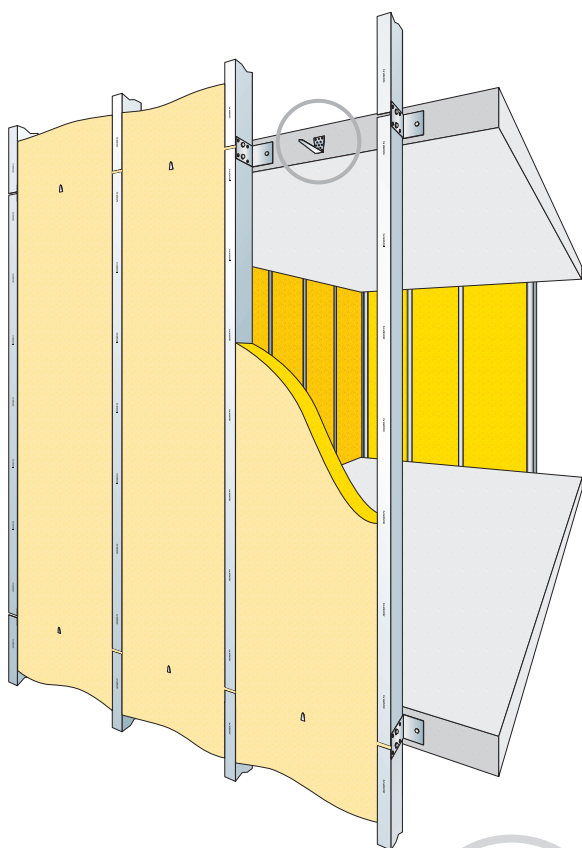


Les balcons sont, soit désolidarisés de la structure (auto-portants), soit fixés en console à la structure.

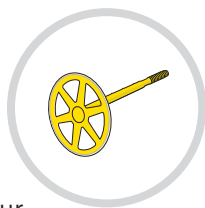
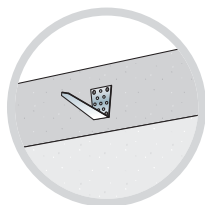




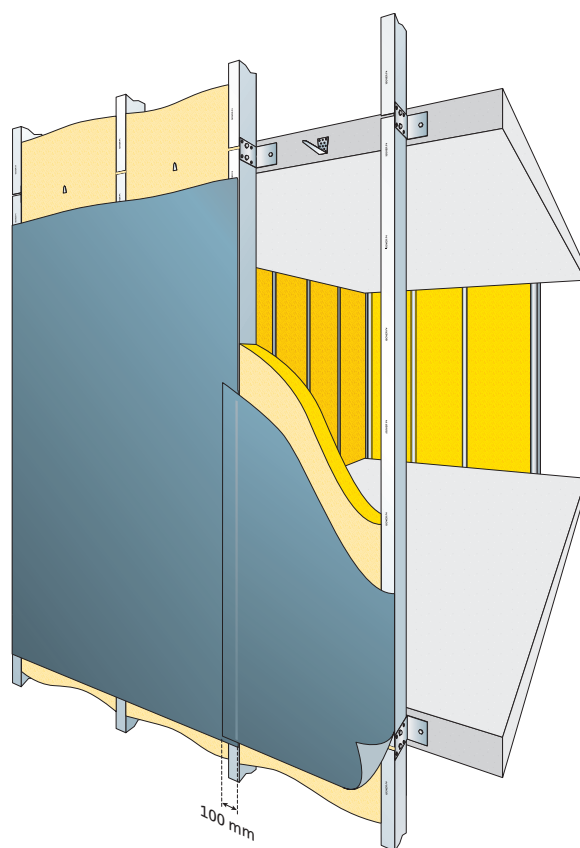
3 Pose de l'isolant Isofaçade 32



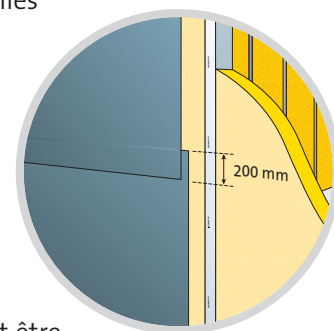
- Les pattes **Maxi PB Fix** sont fixées mécaniquement entre chaque platine pour bloquer l'isolant. Elles peuvent être remplacées par des chevilles étoilées (après la pose de l'isolant).
- L'isolant **Isofaçade 32** est mis en place entre les montants, le voile de verre placé côté extérieur.



4 Pose de la membrane Isover UV-Façade



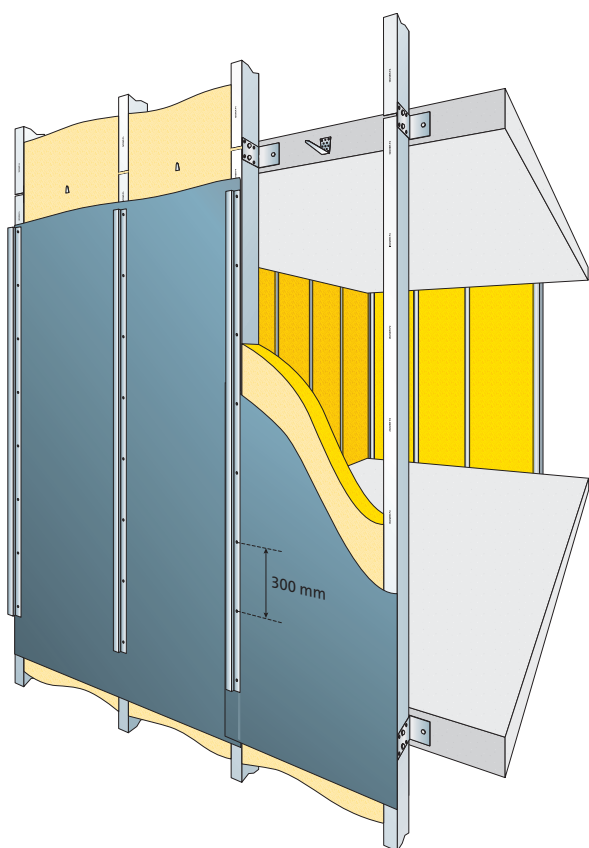
- La membrane **Isover UV-Façade** est fixée provisoirement aux profilés (adhésif double-face)
- Pose verticale : recouvrement des lés de 100 mm.
- Pose horizontale : recouvrement des lés de 200 mm.
- L'adhésif **Extra Tape** peut être utilisé pour joindre les lés de membrane **Isover UV-Façade**.





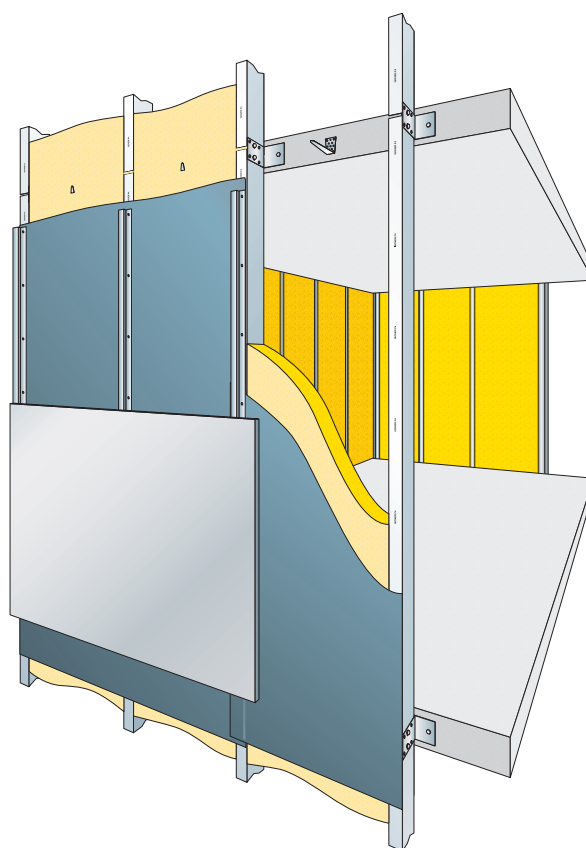
© J. Chretien

5 Pose des profils interface bardage

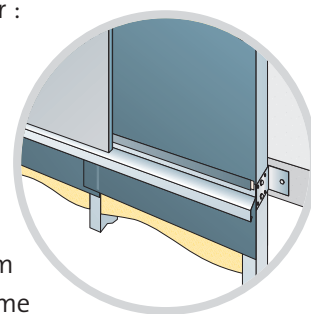


- Les **profils d'interface bardage** en « Z » ou en « Ω » (selon les bardages) sont vissés sur les **profilés F4**.
- Ils couturent ainsi la membrane **Isover UV-Façade**.

6 Pose du bardage



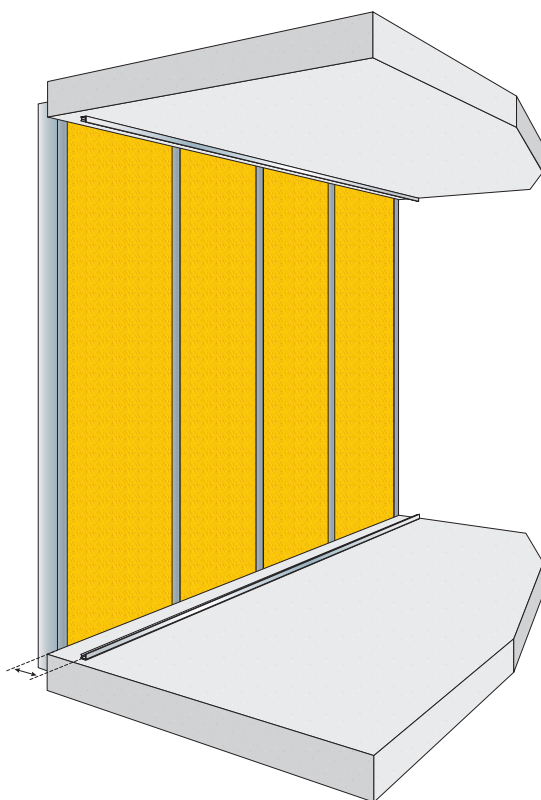
- Les bardages (non vendus par Isover) utilisables sur la **Façade F4** doivent avoir :
 - un Avis Technique ou DTA,
 - une masse surfacique inférieure à 53 kg/m²,
 - pour les bardages ajourés (type XIII) : un joint entre panneaux inférieur à 10 mm et un recouvrement de la lame d'air tous les 2 niveaux pour assurer l'évacuation des eaux de ruissellement.





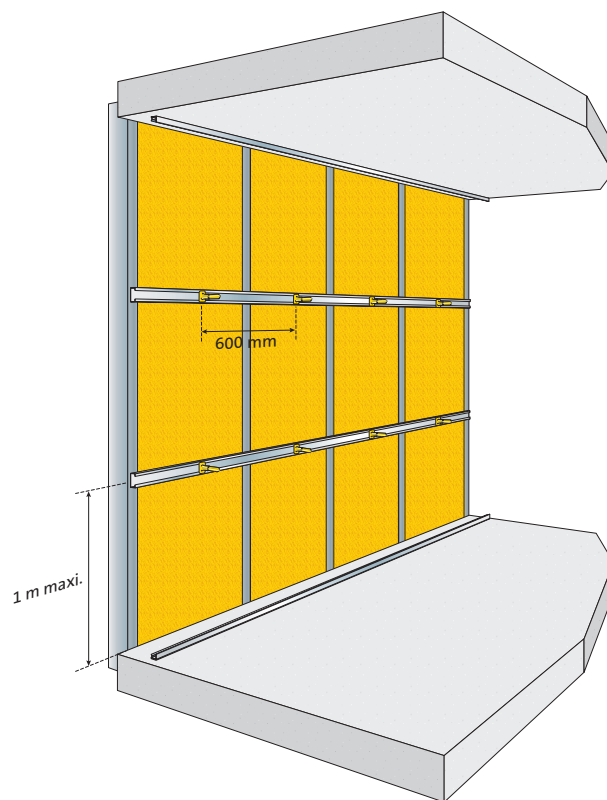
Mise en œuvre : lot plaquiste

1 Pose des lisses Clip'Optima hautes et basses

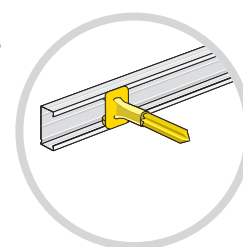


- Les lisses Clip'Optima ou Rails Stil® F530 sont fixés dans les dalles inférieure et supérieure d'étage.
- L'écartement entre les profilés F4 et les lisses dépend de l'épaisseur d'isolant intérieur Isoconfort 32.
- Les tapées de menuiseries (si elles sont posées au nu intérieur) devront également être adaptées à l'épaisseur d'isolant, d'ossature et de parement.

2 Pose des fourrures Optima horizontales et des appuis Optima2

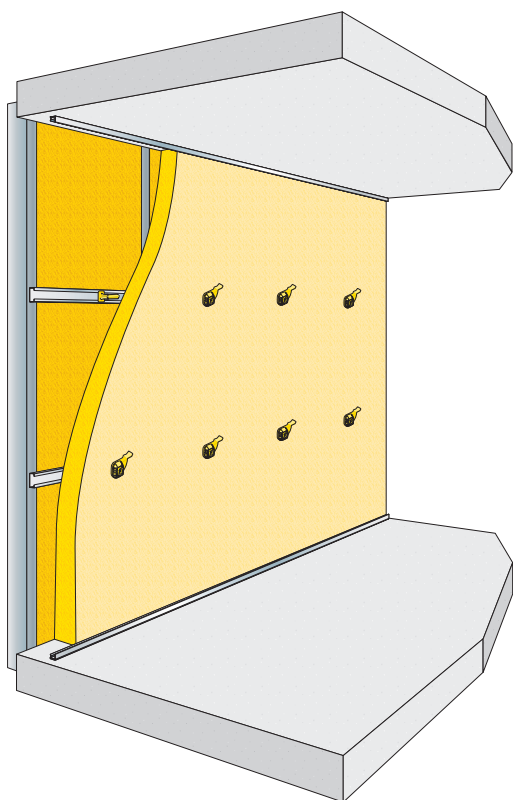


- Les fourrures Optima ou Stil® F530 horizontales sont vissées dans les profilés F4.
- L'écartement maximum entre les fourrures horizontales et/ou les lisses ne doit pas dépasser 1 mètre maximum.
- Les appuis Optima2 sont clipsés dans les fourrures horizontales tous les 600 mm maximum.

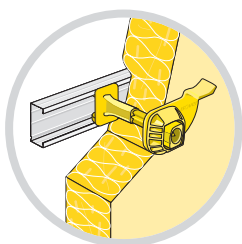




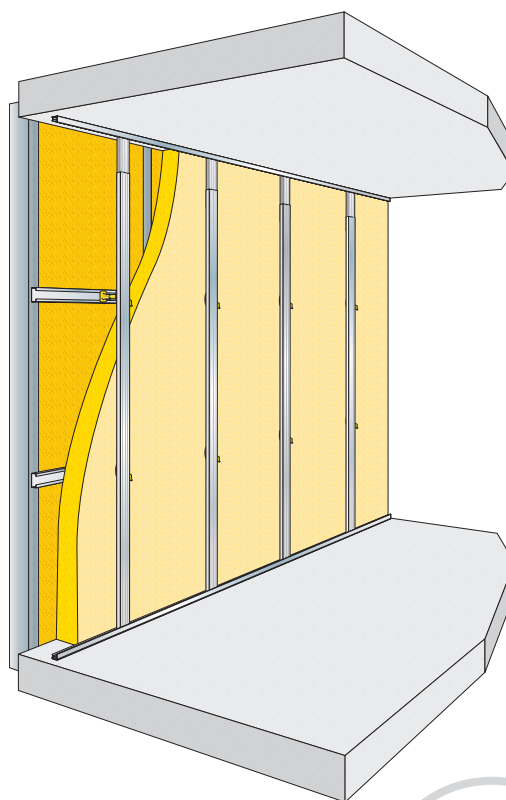
3 Pose et maintien de l'isolant Isoconfort 32 avec les clés Optima2



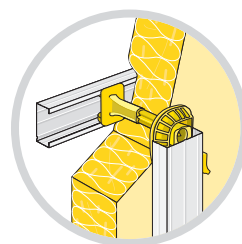
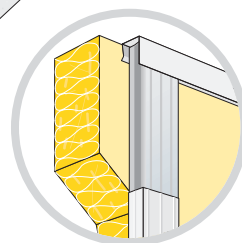
- Les lés d'Isoconfort 32 sont découpés à la hauteur d'étage majorée d'1 cm.
- Les lés d'isolant sont embrochés sur les tiges des appuis Optima2.
- Les clés des appuis Optima2 sont positionnées pour maintenir l'isolant.



4 Pose des fourrures Optima verticales avec les éclisses Optima

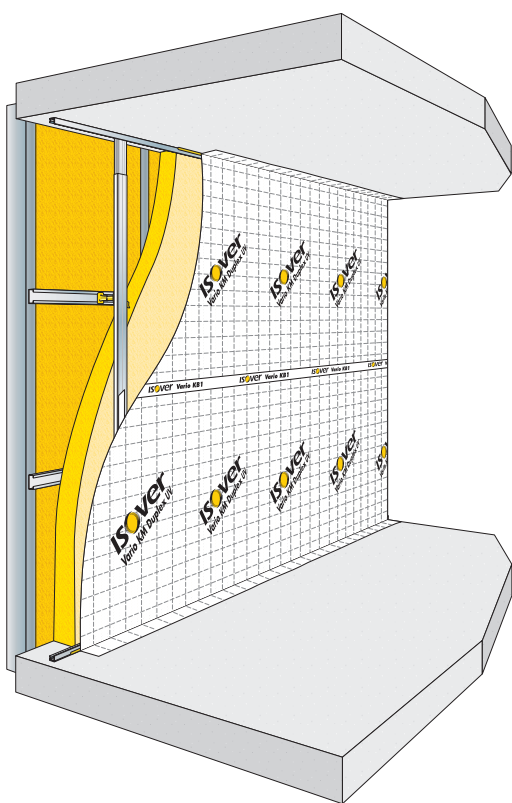


- Les fourrures Optima ou Stil® F530 verticales munies d'éclisses Optima (30 ou 50) sont emboîtées dans la lisse basse puis dans la lisse haute en faisant coulisser l'éclisse.
- Les fourrures Optima ou Stil® F530 sont clipsées dans les clés. Le réglage de la planéité s'effectue à l'aide d'une règle. Les clés sont verrouillées par un quart de tour.





5 Pose de la membrane Vario Duplex

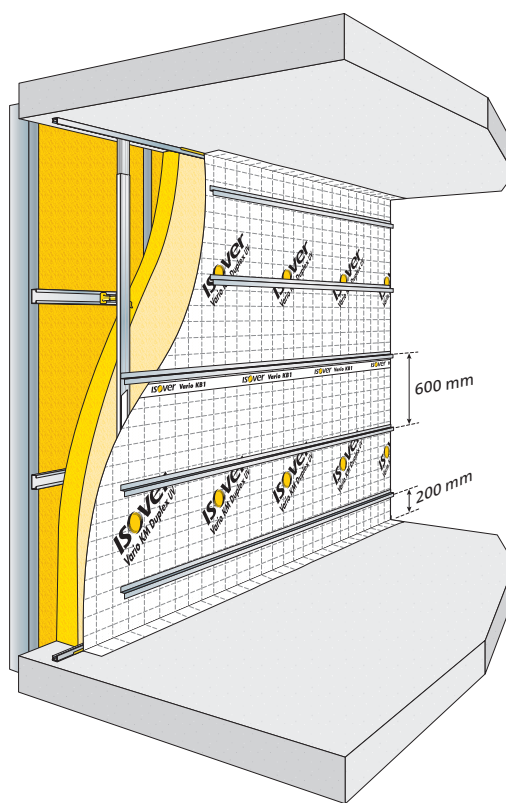


- La membrane Vario Duplex est fixée sur les fourrures verticales à l'aide d'un adhésif double-face.
- L'étanchéité des liaisons est assurée à l'aide des composants du système d'étanchéité à l'air validé par Avis Technique :
 - Adhésif Vario KB1 pour relier deux lés de membrane
 - Mastic Vario DS pour relier la membrane à un autre matériau (béton, bois, PVC, métal, ...)



Pour plus de détail sur la mise en œuvre de l'étanchéité à l'air, se reporter au guide de mise en œuvre Isovex.

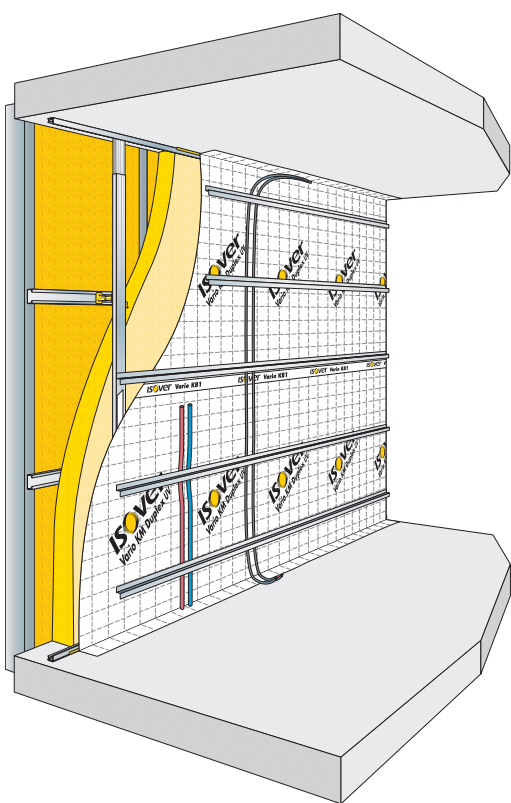
6 Pose des écarteurs Stil® MOB Placo®



- Les écarteurs Stil® MOB Placo® sont fixés sur les fourrures verticales à :
 - 200 mm maximum de la dalle inférieure et de la dalle supérieure,
 - 600 mm maximum entre deux écarteurs.
- Ces écarteurs fixent définitivement la membrane Vario Duplex et créent un espace technique pour passer les réseaux et protéger la membrane.



7 Passage des réseaux

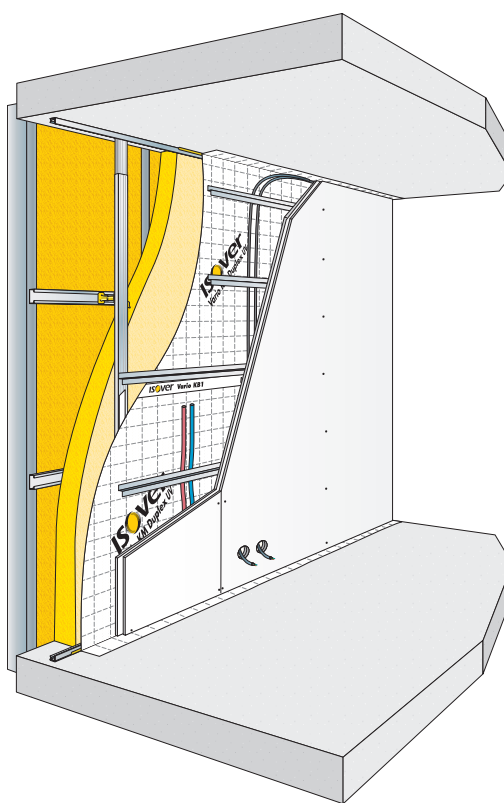


- Les réseaux (électricité, eau, ...) passent dans l'espace technique créé par les écarteurs entre la membrane et le parement.
- La membrane et l'isolant peuvent se déformer localement pour laisser passer tous les diamètres de gaines.



Isov' Air Test :
A cette étape, il est conseillé de réaliser un test d'étanchéité à l'air intermédiaire

8 Pose du parement Placo®



- La 1^{ère} épaisseur de plaque **Placoplatre® BA 13** est vissée dans les écarteurs tous les 600 mm.
- La 2^{ème} épaisseur de plaque est vissée à joints décalés, avec un traitement des joints conforme au DTU 25.41.
- En fonction des performances recherchées (acoustique, résistance aux chocs, résistance au feu, qualité de l'air intérieur, ...), le parement **Placo®** adapté est utilisé.



1 Programmation

2 Conception

Evaluateur F4*

Dès la phase esquisse, l'**Evaluateur F4** estime l'enveloppe budgétaire et le Bbio (exigence RT 2012) pour définir l'équilibre technico-économique du projet.

L'**Evaluateur F4** a été développé en collaboration avec l'éditeur Archiwizard et est téléchargeable sur le site internet de la **Façade F4**.

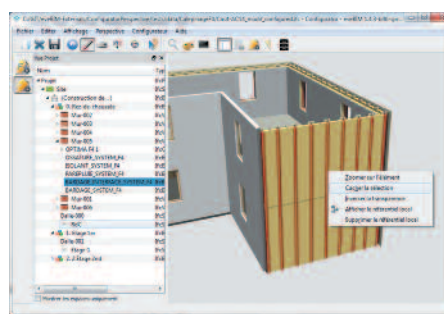


* L'évaluateur F4 n'est pas un logiciel de calcul thermique réglementaire.

Configurateur F4

Pour faciliter l'intégration de la **Façade F4** dans les projets, Isover et Placo® ont développé un outil basé sur la technologie de la maquette numérique BIM. En phase APS/APD, le département Solutions Constructives (Isover) saisit le projet dans le **Configurateur F4** qui génère :

- Des fichiers « .ifc » pour les bureaux d'étude thermique, acoustique, façade, ...
- Un plan de calepinage de la façade.
- Une nomenclature de tous les composants de la façade.
- Des quantitatifs pour les différents lots.
- Un descriptif par lot pour le DCE.
- Un PDF en 3D du projet architectural.





3 Exécution

Service aux entreprises

Formation

Pour les entreprises de façade :

Un module de formation spécifique à la pose de la **Façade F4** (1 jour) a été développé.

Il propose une approche théorique et une partie de mise en œuvre.

Pour les plaquistes :

La formation BRE/I (étanchéité à l'air, solutions avec membrane) est adaptée pour maîtriser la mise en œuvre du système d'étanchéité à l'air combiné au doublage **Optima**.



Logistique

Afin de gagner du temps dans l'approvisionnement et la recherche des différents composants sur chantier, une logistique spécifique est proposée par **Isover** et **Placo**®.

Le lot façade est livré directement à l'étage. Les différents composants sont regroupés et leur identification est facilitée grâce à des étiquettes spécifiques et un marquage sur les **profilés F4**.

Le lot plaquiste est également livré à l'étage une fois le lot façade terminé.



Assistance chantier

Un formateur technique peut intervenir auprès des équipes de pose lors du démarrage de chantier pour les lots façade et doublage.

Cette intervention a pour but de former les compagnons aux techniques de mise en œuvre conformément aux dispositions de l'Avis Technique.



Toutes les informations sont disponibles sur le site www.facadef4.fr



FAÇADE F4



Pour contacter le service
Solutions Constructives :

Le site internet



Les chargés d'affaires Isover et Placo®

L'assistance technique  N° Indigo **0 825 00 01 02**

0,48 € TTC / MN



Service Solutions Constructives - 1, rue Gardénat Lapostol - 92282 Suresnes cedex - France

Ce document est fourni à titre indicatif, nos sociétés se réservant le droit de modifier les informations contenues dans celui-ci à tout moment. Saint-Gobain Isover et Placoplatre® déclinent toute responsabilité en cas d'utilisation ou de mise en oeuvre des matériaux non conforme aux règles prescrites dans la présente documentation, les documents techniques (DTU) ; Avis Techniques ; ... et les règles de l'art applicables.