

Protection incendie

Bases théoriques de la protection incendie

Il faut connaître précisément les différentes phases du déroulement d'un incendie pour pouvoir entreprendre des mesures judicieuses en matière de protection incendie d'un bâtiment.

Le feu couvant se transforme en un incendie avec des flammes lorsqu'un matériau échauffé s'enflamme. On appelle «début d'incendie» un feu de flammes dont l'étendue est limitée. Le type et l'intensité de la source d'inflammation et des matériaux impliqués déterminent la vitesse à laquelle le feu se développe. Des points de chaleur à peine visibles entretiennent le feu couvant. Si après un certain temps le feu saisit une plus grande quantité de substances combustibles, la quantité de chaleur libérée et la température augmentent de façon exponentielle. Dans des cas peu favorables, un mélange d'air et de gaz, de vapeurs ou de poussières combustibles peut provoquer un incendie explosif, contrairement à ce qui se

passé dans le cas d'un feu qui se développe lentement. Si la température continue à augmenter, une gazéification massive des substances combustibles provoque la formation de flammes étendues. C'est ainsi qu'un début d'incendie se transforme en un feu généralisé. La chance de maîtriser l'incendie est meilleure avant l'entrée en scène du flash-over. Dans le cas contraire, une destruction totale est généralement inéluctable. S'il y a suffisamment d'oxygène, le feu généralisé continue à se développer en fonction de la quantité et de la disposition des matériaux combustibles. La performance du feu diminue seulement une fois que la réserve de combustibles est épuisée (feu généralisé qui dépend des matériaux). En cas d'amenée d'air limitée, le feu peut éventuellement être éteint; dans ces circonstances, une nouvelle amène d'air soudaine provoquerait une nouvelle flambée immédiate (feu généralisé qui dépend de l'air). (Zürcher & Frank, 2010)

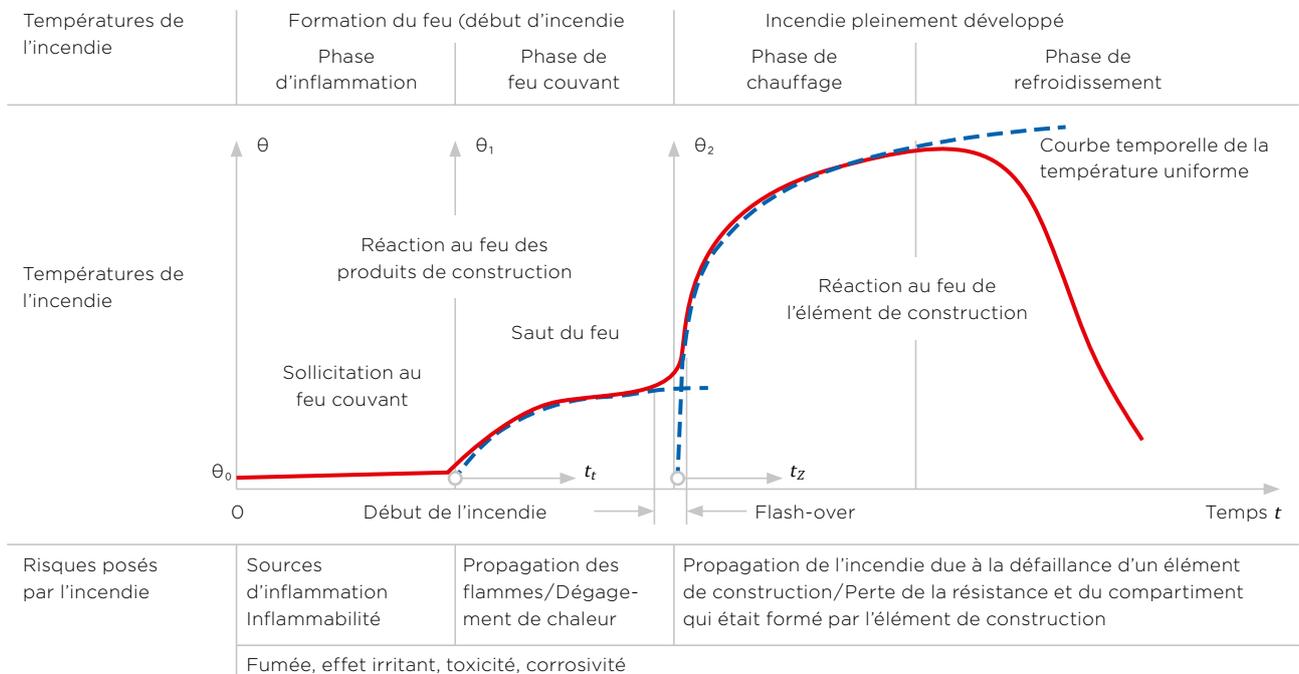


Illustration 1: évolution d'un incendie naturel normal (Zürcher & Frank, 2010)

Le comportement du plâtre en cas d'incendie

Les plaques Rigips® sont fabriquées à partir de plâtre, un produit naturel. Le plâtre contient des particules d'eau qui se lient dans les cristaux et qui font office d'«eau d'extinction» en cas d'incendie. Grâce à la vapeur d'eau émise, la température des surfaces à protéger ne peut pas dépasser les 100°C tant qu'il y a formation de vapeur d'eau. En partant du principe que la part moyenne de l'eau liée dans les cristaux est de 21% par mètre carré, un panneau antifeu Rigips® de 20 mm d'épaisseur contient plus de 4 litres d'«eau d'extinction». En outre, une fois vidé de son eau, le plâtre agit comme un isolant parce que sa conductivité thermique diminue au fur et à mesure que sa teneur en eau baisse.

Prescriptions et directives

Les prescriptions suisses de protection incendie émises par l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie AEAI constituent la base légale pour la protection incendie en Suisse. La norme de protection incendie et les directives établies sur cette norme servent de base pour la définition des termes et la classification des matériaux et des éléments de construction. En tant qu'autorité suprême en Suisse en matière de protection incendie, l'AEAI délivre les homologations de protection incendie des différents systèmes en fonction de leur type d'application.

Durant la phase de planification déjà, les édifices doivent être conçus de telle sorte qu'ils garantissent une sécurité optimale en cas d'incendie. Et cela doit se faire au moyen d'un concept de protection incendie économiquement supportable. En principe, les bâtiments et autres constructions, y compris les équipements d'entreprises, doivent être construits, exploités et entretenus de sorte à

- garantir la sécurité des habitants ou des utilisateurs,
- prévenir la formation d'incendies et d'explosions et limiter la propagation des flammes, de la chaleur et de la fumée,
- maintenir la résistance pendant un laps de temps déterminé,
- permettre une lutte efficace contre l'incendie, en prenant en considération la sécurité des équipes de secours et en réduisant au minimum la charge environnementale. (AEAI, 2017)

Classification des matériaux de construction

Les éléments déterminants pour l'évaluation technique de la protection incendie des matériaux de construction sont le caractère combustible, le dégagement de fumée et la formation de gouttelettes.

Matériaux de construction combustibles

Les matériaux de construction facilement combustibles sont les matériaux qui s'enflamment à l'air ambiant, à la flamme d'une allumette, et qui se consomment rapidement et de façon autonome, sans apport de chaleur supplémentaire.

Les matériaux de construction moyennement combustibles sont les matériaux qui continuent à brûler assez longtemps, sans apport de chaleur supplémentaire, après s'être enflammés à l'air ambiant.

Les matériaux de construction qui sont difficilement inflammables sous l'influence du feu et de la chaleur, qui ne se consomment que lentement et seulement avec un apport de chaleur supplémentaire, sont définis comme difficilement combustibles. Avec ces matériaux de

construction, les flammes doivent s'éteindre rapidement et le feu doit cesser de couvrir lorsque la source de chaleur disparaît.

Matériaux de construction non combustibles

Les matériaux de construction non combustibles sont les matériaux ininflammables, qui ne charbonnent pas et qui ne se réduisent pas en cendres. Les matériaux de construction comprenant des composants combustibles en très faible quantité peuvent également être considérés comme incombustibles.

Avec les prescriptions de protection incendie actuelles, la structure, qui jusqu'ici manquait de lisibilité, ainsi que la quantité d'indicateurs qui s'appliquent aux incendies et décrivent les propriétés des produits de construction ont été simplifiées. L'assortiment de plaques Rigips® tombe désormais en majeure partie dans le groupe de comportement au feu RF1 (abréviation de «réaction au feu»), ce qui correspond aux produits sans contribution au feu. (Zürcher & Frank, 2010)

Nom du produit / Norme applicable au produit	Conditions techniques	Groupe de comportement au feu
OSB	Plaques en longs copeaux étroits et orientés	RF3
Panneau aggloméré	Panneaux agglomérés	RF3
Contreplaqué	Plaques contreplaquées	RF3
Panneau aggloméré à base de ciment	Densité apparente $\geq 1200 \text{ kg/m}^3$ Épaisseur $\geq 10 \text{ mm}$ Teneur en ciment ≥ 75 pour cent en poids	RF1
Plaque de plâtre/SN EN 520 Papier/SN EN ISO 536	Densité $\geq 800 \text{ kg/m}^3$ Épaisseur de plaque $\geq 6.5 \text{ mm}$ Poids du papier $\leq 220 \text{ g/m}^2$ ($\leq 5\%$ d'additif organique)	RF1

RF1 Groupe de comportement au feu des matériaux de construction sans contribution au feu

RF2 Groupe de comportement au feu des matériaux de construction avec faible contribution au feu

RF3 Groupe de comportement au feu des matériaux de construction avec contribution admise au feu

Illustration 2: matériaux de construction généralement reconnus, qui sont affectés à des groupes de comportement au feu (AEAI, 2017)

Classification des éléments de construction

Pour la plupart des systèmes Rigips®, il est important qu'ils puissent assurer leur fonction pendant un certain temps sous l'influence d'un incendie, jusqu'à une certaine température. Le comportement au feu des éléments de construction est caractérisé en particulier par la durée de résistance au feu.

En Suisse, la résistance au feu des éléments de construction est classée selon la norme EN 13501-2 ou selon l'AEAI.

Application des éléments de construction	Classification selon l'AEAI	Klassifizierung nach EN 13501-2
Élément porteurs	F	R
Éléments porteurs ayant une fonction de compartimentage	F	REI
Éléments non porteurs ayant une fonction de compartimentage	F	EI
Fermetures étanches à la fumée et aux flammes	R	E
Clapets coupe-feu	K	EI
Obturations	S	EI

Tableau 1: classification des éléments de construction selon la norme EN et l'AEAI (Zürcher & Frank, 2010)

La classification selon la norme EN se base sur les déterminations et définitions suivantes.

Signification de l'abréviation	Critère	Domaine d'application
R (Résistance)	Résistance	Description de la capacité de résistance au feu
E (Étanchéité)	Étanchéité	
I (Isolation)	Isolation thermique (en cas d'incendie)	
W (Radiation)	Limitation du passage du rayonnement	
M (Mechanical)	Contrainte mécanique sur les cloisons (contrainte due à un choc)	
S (smoke)	Limitation de l'étanchéité à la fumée (étanchéité, taux de fuite), aussi bien à température ambiante qu'à 200°C	Portes de protection contre la fumée, systèmes d'aération, y compris clapets
C (closing)	Fermeture automatique, y compris fonctionnement de longue durée	Fermetures coupe-feu mobiles
K	Capacité de protection contre l'incendie	Revêtements de cloisons et de plafonds
i → o i < o i ↔ o	Direction de la durée de résistance au feu classée	Cloisons non portantes, gaines techniques/canaux d'installations, systèmes et clapets d'aération
a → b a < b a ↔ b	Direction de la durée de résistance au feu classée	Sous-plafonds
v _e h _o	Pour montage vertical/horizontal	Conduits/Clapets d'aération

Tableau 2: explication des abréviations selon EN 13501-2 (Zürcher & Frank, 2010)

Produits de construction et systèmes de construction bénéficiant d'une reconnaissance générale

Les produits de construction et systèmes sans certificat de protection incendie AEAI peuvent être utilisés (attestation d'utilisation dans des cas particuliers) tant que leur aptitude à l'emploi est certifiée par l'état de la technique, sur la base de résultats d'essais ou de calculs selon des procédures reconnues.

En principe, les systèmes Rigips® sont testés selon les conditions d'essai correspondantes pour déterminer leur résistance au feu, et ils sont classés sur la base des normes européennes. Cependant, il existe des constructions de normes pour les systèmes de construction à sec (construction légère en bois et en acier) qui sont définies dans les normes DIN 4102-4 et SIA 1363-1. Celles-ci peuvent être utilisés sans autres essais au feu et certifications.

Les produits de construction généralement reconnus par l'AEA1 ont une certaine réserve, ce qui a pour conséquence une robustesse sur le plan de la protection incen-

die. Les plaques de plâtre, les plaques de plâtre fibrées et les carreaux de plâtre Rigips® comptent également parmi les panneaux antifeu. Les panneaux antifeu sont utilisés par exemple sur un pilier en bois dimensionné pour les contraintes à une température normale, afin de garantir la résistance du pilier pendant toute la durée de la résistance au feu de le panneau antifeu. Ou alors, elles sont utilisées des deux côtés sur un élément de construction dimensionné pour les contraintes à une température normale (par ex. le plafond), afin de garantir la fonction portante et formant un compartiment coupe-feu. En général, les plaques anti-feu doivent être appliquées de tous les côtés (pour les éléments de construction linéaires, par ex. les piliers), respectivement des deux côtés (pour les éléments à surface plane, par ex. les cloisons) pour assurer la résistance au feu d'un élément de construction. Le fait de disposer un panneau antifeu d'un seul côté ne suffit pas pour garantir la conception d'un élément de construction formant un compartiment coupe-feu (EI). Pour une utilisation dans la structure du sol, les panneaux antifeu doivent être posés à pleine surface sur un support approprié.

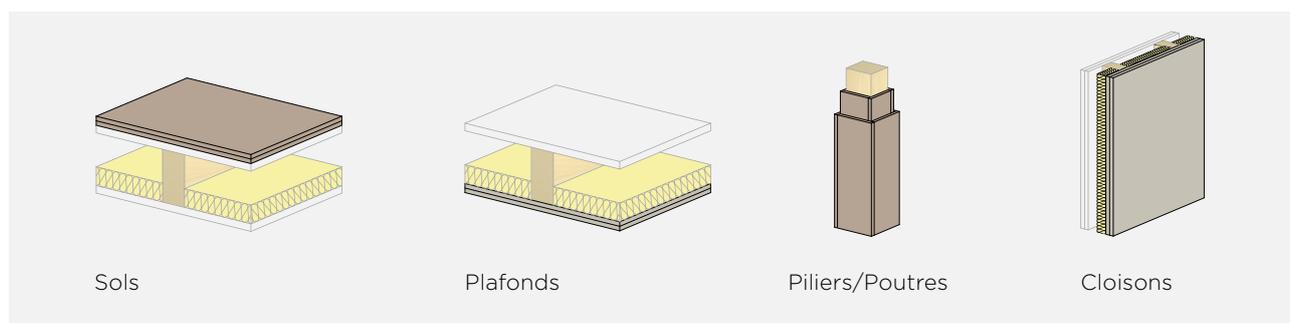


Illustration 3: éléments de construction avec parement panneaux antifeu (Lignum, 2015)

Les directives d'utilisation et de mise en œuvre de Rigips® SA doivent être respectées dans le cadre de l'utilisation des plaques anti-feu. Le tableau ci-dessous montre l'épaisseur du revêtement exigée pour une durée de résistance au feu de 30, 60 et 90 minutes.

Durée de résistance au feu [minutes]	Épaisseur minimale du revêtement [mm]			Groupe de comportement au feu	Résistant à la chaleur continue
	30	60	90		
Plaques à base de mica expansé (densité apparente > 700 kg/m ³)	22	30	40	RF1	Oui
Plaques de plâtre	18	2×15	3×15	RF1	—
Carreaux de plâtre	25	40	2×25	RF1	—
Plaques de plâtre fibrées, homogènes (densité apparente > 800 kg/m ³)	18	2×12.5	3×12.5	RF1	—
Plaque à base de bois (densité apparente > 580 kg/m ³)	30	—	—	RF3	—
Plaques de fibrociment et silicate de calcium (densité apparente > 450 kg/m ³)	20	30	40	RF1	Oui
Béton léger, béton cellulaire, argile expansé	40	40	40	RF1	Oui
Chapes à base de sulfate de calcium	20	30	50	RF1	—
Chapes à base de ciment	20	30	50	RF1	Oui
Panneaux agglomérés à base de ciment (densité apparente > 1200 kg/m ³ , teneur en ciment > 75% pour cent en poids)	20	30	40G	RF1	Oui

Tableau 3: panneaux antifeu selon «Produits de construction bénéficiant d'une reconnaissance générale» (AEAI, 2017)

Il est également possible d'utiliser le mortier de plâtre et les masses à jointoyer Rigips® conformément au tableau suivant pour atteindre une durée de résistance au feu déterminée. Par exemple en cas d'assainissement de bâtiments existants, pour les éléments de construction recouverts de crépi ou de mortier, où aucune classification de résistance au feu n'est possible.

Durée de résistance au feu [minutes]	Épaisseur minimale du crépi [mm]		
	30	60	90
Mortier de chaux, de ciment et de plâtre	20	30	50
Crépis de fibres minérales, crépis à projeter	20	30	45
Mortier de perlite et de vermiculite	20	25	35

Tableau 4: crépis selon «Produits de construction bénéficiant d'une reconnaissance générale» (AEAI, 2017)

Le critère de capsule

La classe de capsule K_230 respectivement K_260 constitue le critère de performance pour le revêtement anti-feu, surtout dans les secteurs comme les issues de secours et les cages d'escaliers dans les constructions en bois. Avec les exigences supplémentaires en matière de capsule, la partie d'ouvrage dans son ensemble peut être décrite comme non combustible. La différence avec les revêtements traditionnels avec panneaux antifeu réside dans le fait que la capsule empêche l'incendie d'avoir une influence sur l'élément de construction combustible (visible par ex. par la carbonisation de la surface de l'élément de construction combustible) pour une durée donnée. La contribution au feu est donc différée, et les fonctions statiques restent garanties pour un certain laps de temps. Les parties d'ouvrage RF1 comprennent les constructions en matériaux de construction RF1 ainsi que les construc-

tions multicouches résistantes au feu avec des segments combustibles si la partie d'ouvrage est revêtue de matériaux de construction RF1 sur tous les côtés. Les espaces intermédiaires doivent en outre être remplis de matériaux de construction RF1 sans espaces vides. Les parements de la classe d'incendie RF1 doivent fournir une certification supplémentaire pour l'effet de capsule pour une utilisation dans les parties d'ouvrage RF1. Pour les parties d'ouvrage RF1 avec une durée de résistance au feu de 30 minutes, la certification apportée – conditionnée par l'exigence minimale envers le revêtement anti-feu de 30 minutes – est celle qui s'applique à l'élément de construction dans son ensemble. Cela correspond à la systématique d'un parement avec des panneaux antifeu, auquel cas l'élément de construction en bois peut être dimensionné pour une température normale. (Lignum, 2015)

Classe de résistance au feu	Parties d'ouvrage RF1 Durée de résistance au feu 30 minutes	Parties d'ouvrage RF1 Durée de résistance au feu 60 minutes	Parties d'ouvrage RF1 Durée de résistance au feu 90 minutes
Parties d'ouvrage à surface plane	Parties d'ouvrage portantes et/ou pare-feu		
Parties d'ouvrage linéaires	Parties d'ouvrage portantes et/ou pare-feu		
Revêtement anti-feu	Au moins K 30-RF1	Au moins K 30-RF1	Au moins K 60-RF1

Tableau 5: parties d'ouvrage RF1 avec capsule (Lignum, 2015)

Avec des panneaux antifeu, l'augmentation de la température du côté qui n'est pas exposé au feu est limitée à $\Delta T_{MW} = 250^\circ\text{C}$ et $\Delta T_{max} = 270^\circ\text{C}$. Et avec des éléments de construction formant un compartiment coupe-feu, elle est limitée à $\Delta T_{MW} = 140^\circ\text{C}$ et $\Delta T_{max} = 180^\circ\text{C}$.

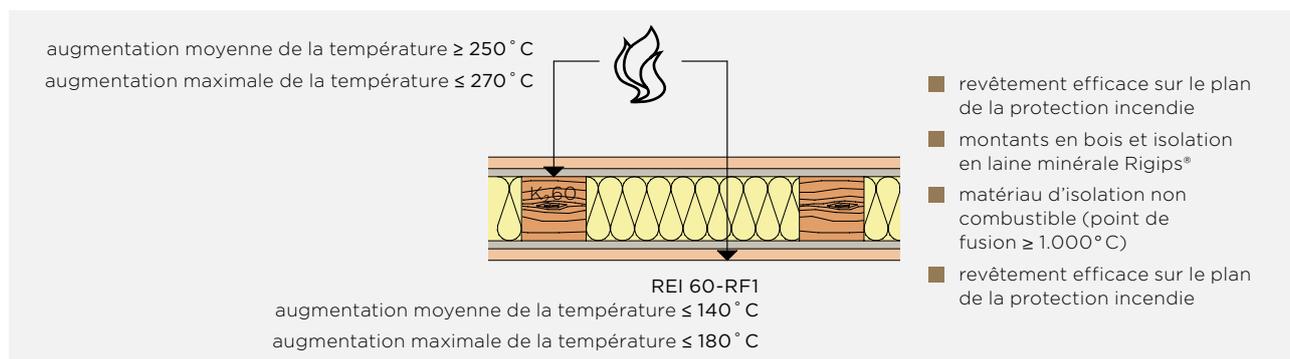


Illustration 4: critères de température pour les revêtements et les parties d'ouvrage

Vérification de la sécurité structurale

Pour les systèmes de cloisons Rigips®, où la hauteur de montage correspond à la hauteur testée en cas d'incendie y compris le domaine d'application direct, la résistance à l'effondrement minimale exigée est considérée comme étant reconnue. Cependant, si la hauteur de montage dépasse la hauteur testée (y compris le domaine d'application direct), une certification séparée pour la résistance à l'effondrement minimale exigée est nécessaire selon les directives de protection incendie de l'AEAI. En outre, la résistance à l'effondrement minimale exigée ne suffit généralement pas dans la pratique. Il faut donc prendre en considération quelques points supplémentaires pour l'utilisation des systèmes de cloisons Rigips®.

Hauteur de cloison – dimensionnement dans le cas normal

Notions de base de Rigips SA:

- Flexion maximale pour les hauteurs de cloisons $h \leq 4.00$ m sur $f \leq h/200$
- Flexion maximale pour les hauteurs de cloisons $h > 4.00$ m sur $f \leq h/350$
- Flexion maximale pour les hauteurs de cloisons avec des revêtements de cloisons sensibles à la déformation $f \leq h/500$
- Charge linéaire: 0.5 kN/m pour le domaine de pose 1; 1.0 kN/m pour le domaine de pose 2
- Moment de console: 210 Nmm/mm (70 kg \times 0.3 m)
- Charge de surface de référence: 0.285 kN/m²

La charge de surface de référence de 0.2 kN/m² exigée selon les directives AEA1 pour le dimensionnement à froid pour la résistance à l'effondrement des cloisons sur ossature Rigips® en cas d'incendie est donc conforme.

L'absorption de charges et les directives quant aux déformations prises en considération par Rigips SA sont donc déterminantes pour les hauteurs de cloisons. Les conditions générales suivantes en matière de construction doivent également être prises en considération:

- sous-construction en profilés montants métalliques Rigips® avec une épaisseur de tôle nominale de 0.6 mm et une limite d'élasticité minimale de 240 N/mm²
- parement avec plaques de plâtre et plaques de plâtre fibrées Rigips®, avec un décalage des joints transversaux de 400 mm et un jointoyage dans toutes les couches de plaques

- fixation avec les vis rapides Rigips®, diamètre nominal ≥ 3.5 mm, écart entre les vis de 250 mm dans la couche de plaques supérieure et de 750 mm dans la couche de plaques inférieure

- hauteurs des cloisons jusqu'à 12.00 m au maximum

Il est aussi possible d'exécuter en option une ossature double «dos à dos» avec un entraxe double en guise d'alternative à l'écart indiqué entre montants simples pour les doublages et les cloisons de séparation. Par exemple, les montants «dos à dos» avec $e = 625$ mm au lieu des montants simples avec $e = 312.5$ mm. Dans cette situation, le parement doit être fixé dans tous les profilés pour montants. (IGG, 2016)

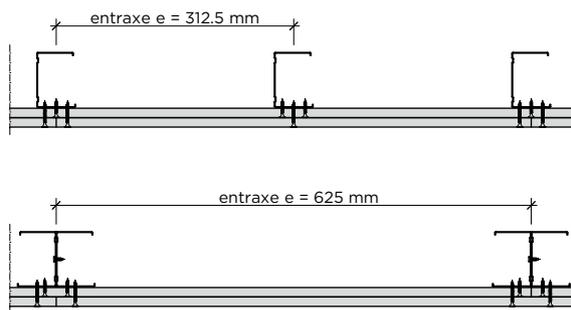


Illustration 5: exécution de la sous-construction «dos à dos» (source: IGG 8)

Le plus important en bref



Comme une eau d'extinction

L'eau contenue dans les cristaux de plâtre fait office d'«eau d'extinction» en cas d'incendie

Sans contribution au feu

Les plaques de plâtre Rigips® correspondent au groupe de comportement au feu RF 1 - matériaux de construction sans contribution au feu

Non combustibles

Avec les plaques de plâtre Rigips®, les éléments de construction combustibles sont modifiés en des éléments de construction non combustibles

Exigences statiques

Les constructions de cloisons Rigips® remplissent toutes les exigences en matière de statique, même en cas d'incendie
