



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de la défense, de la
protection de la population et des sports DDPS

**Office fédéral de la protection de la
population OFPP**
Infrastructure

ITVI 2012

Instructions techniques concernant la
ventilation des abris dotés d'une isolation
thermique

Table des matières

1	Champ d'application et documents de base	5
2	Contexte	6
2.1	Prescriptions en matière d'isolation thermique et de label énergétique	6
2.2	Isolation thermique des bâtiments et des abris	6
2.2.1	Flux thermique s'échappant de l'abri	6
2.2.2	Construction du plafond de l'abri	8
3	Principes de base concernant le climat de l'abri	9
3.1	Vue d'ensemble	9
3.2	Production de chaleur et d'humidité dans l'abri	10
3.2.1	Emission de chaleur par l'être humain	10
3.2.2	Production d'humidité de l'être humain	10
3.2.3	Emission de chaleur des installations techniques	11
3.3	Evolution de la température et de l'humidité dans l'abri	11
3.4	Valeur limite du climat pour l'être humain	12
4	Isolation thermique	13
4.1	Tracé du périmètre d'isolation	13
4.2	Isolation périphérique	14
4.2.1	Isolation périphérique allant jusqu'à la profondeur de pénétration du gel	14
4.2.2	Isolation périphérique s'étendant sur toute la hauteur des murs	15
4.3	Isolation des plafonds	16
4.4	Isolation intégrale	17
5	Ventilation des abris	18
5.1	Modes d'exploitation	18
5.1.1	Marche sans filtre MSF	18
5.1.2	Marche avec filtre MAF	18
5.2	Plan de protection chimique	19
5.3	Ventilation et climat de l'abri	19
5.4	Installations de ventilation	20
5.4.1	Durée maximale d'occupation avec un débit d'air conforme aux ITAP	20
5.4.2	Installations de ventilation requises et débits d'air	21

1 **Champ d'application et documents de base**

Les présentes instructions techniques s'appliquent aux abris contenant jusqu'à 200 places protégées. Elles complètent les Instructions techniques pour la construction d'abris obligatoires (ITAP 1984).

Les présentes instructions techniques concernant la ventilation des abris dotés d'une isolation thermique (ITVI 2012) servent de document de base pour l'appréciation d'abris se trouvant dans des bâtiments correspondant à la loi sur l'énergie et ayant été réalisés conformément aux prescriptions cantonales en matière d'isolation thermique ou aux critères de labels énergétiques.

Les prescriptions contenues dans les présentes instructions techniques, en particulier concernant le dimensionnement des installations de ventilation, garantissent la fiabilité du climat de l'abri lorsqu'il est occupé, même si ce dernier se trouve partiellement ou totalement à l'intérieur du périmètre de l'isolation thermique du bâtiment pour des raisons d'efficacité énergétique de la construction. En cas de menace chimique, les installations de ventilation prescrites dans les instructions permettent une marche avec filtre d'au moins une journée même lorsque les températures extérieures sont élevées.

Dans les abris pour hôpitaux, établissements médicaux et maisons pour personnes âgées bâtis selon les instructions techniques pour abris spéciaux (ITAS 1982 et chapitre 4 des ITAS, révisé en 2012), le climat est moins chaud que dans les abris réalisés selon les ITAP en raison du taux d'occupation plus faible. Par conséquent, en marche avec filtre, un débit d'air normal selon les ITAS peut y être garanti pour une occupation d'au moins un jour en autarcie, indépendamment de l'isolation thermique et de la taille de l'abri.

2 Contexte

2.1 Prescriptions en matière d'isolation thermique et de label énergétique

La loi suisse sur l'énergie demande en principe une utilisation économe de l'énergie. La mise en œuvre de cette directive pour les bâtiments se fait à l'échelon des cantons; les différentes lois cantonales sur l'énergie et prescriptions concernant l'isolation thermique sont à peu de choses près partout identiques. Ce sont les dispositions de la Société suisse des ingénieurs et des architectes (norme SIA 380/1) qui régissent la mise en œuvre de ces prescriptions.

Outre ces prescriptions, différents labels énergétiques ont été établis ces dernières années. Le plus connu et le plus répandu en Suisse est le label MINERGIE®. En comparaison avec les prescriptions cantonales minimales concernant l'isolation thermique, le label MINERGIE® exige un standard d'isolation légèrement plus élevé pour l'enveloppe du bâtiment.

D'autres labels, posant parfois des critères supplémentaires dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et de l'écologie, sont courants en Suisse ou sont en cours d'introduction. A l'avenir, on peut s'attendre à ce que les prescriptions concernant l'isolation thermique se durcissent, réduisant du même coup les différences entre les exigences légales et celles des labels énergétiques.

2.2 Isolation thermique des bâtiments et des abris

2.2.1 Flux thermique s'échappant de l'abri

Lorsque l'abri est occupé, les personnes produisent de grandes quantités de chaleur et d'humidité. La chaleur et l'humidité dégagées par les occupants entraînent une augmentation de la température et de l'humidité ambiantes. Tandis que l'humidité est évacuée en grande partie par la ventilation, la température ambiante dépend du flux thermique filtrant par le plafond, le sol et les murs de l'abri. Le climat à l'intérieur de l'abri dépend donc considérablement de son isolation thermique.

Lors de l'introduction de la conception de la protection civile de 1971, les bâtiments étaient réalisés avec des isolations thermiques bien moins efficaces qu'aujourd'hui. Les sous-sols et les murs en contact avec le sol, par exemple, n'étaient la plupart du temps pas isolés. Cela représentait un avantage dans la mesure où le flux thermique pouvant s'échapper de l'abri était plus important, ce qui améliorait le climat dans l'abri lorsqu'il était occupé (*illustration 2.1*).

La mise en œuvre des prescriptions énergétiques et le respect des critères posés par les labels énergétiques ont considérablement diminué les pertes de chaleur des nouveaux bâtiments. Selon les dispositions, les isolations thermiques prescrites par la loi réduisent de quatre à huit fois le flux

thermique pouvant s'échapper de l'abri. De plus, les parois, plafonds et sols de l'abri peuvent également être pourvus d'une isolation thermique, suivant la configuration du périmètre d'isolation (*isolations 2.2 et 2.3*).

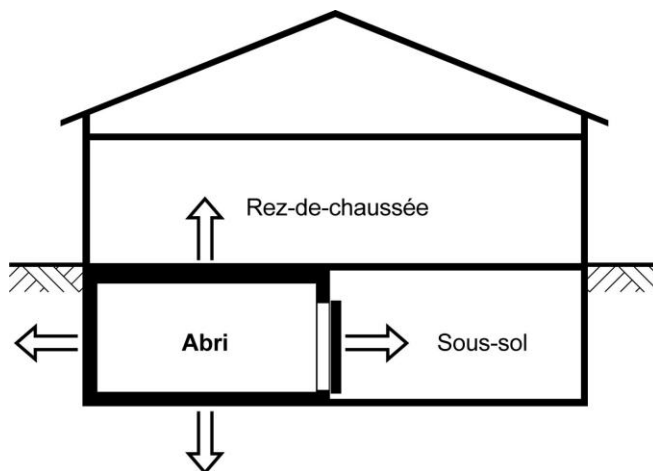


Illustration 2.1 Flux thermique s'échappant de l'abri dans les bâtiments n'étant pas suffisamment isolés du point de vue des prescriptions actuelles (représentation schématique)

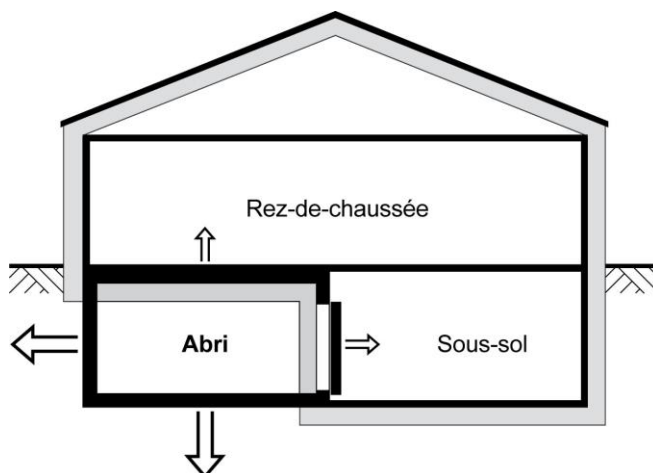


Illustration 2.2 Flux thermique s'échappant de l'abri lorsque ce dernier se trouve à l'extérieur du périmètre d'isolation (représentation schématique)

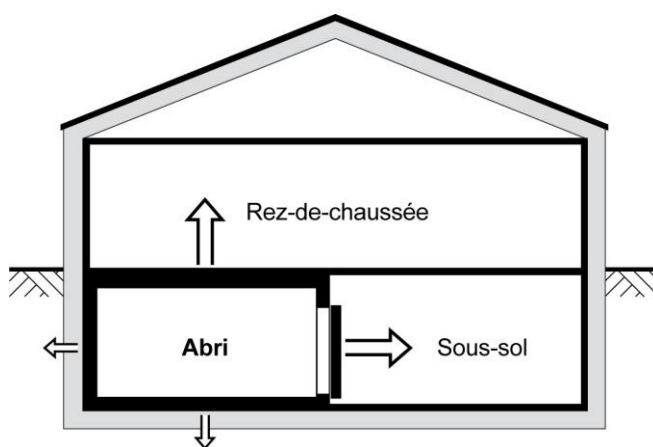


Illustration 2.3 Flux thermique s'échappant de l'abri lorsque ce dernier se trouve à l'intérieur du périmètre d'isolation (représentation schématique)

2.2.2 Construction du plafond de l'abri

Les plafonds des abris réalisés selon les ITAP sont renforcés de manière à offrir une bonne protection en cas de dégagement de chaleur dû à un incendie. En général, cette protection est assurée par une solide dalle en béton armé de 300 mm d'épaisseur, un revêtement en mortier de 40 mm d'épaisseur et éventuellement une isolation de 10 mm d'épaisseur contre les bruits de pas (*illustration 2.4, gauche*).

Dans les bâtiments réalisés selon les normes actuelles, le plafond de l'abri comporte une isolation plus forte contre les bruits de pas et une mince couche d'isolation thermique supplémentaire. Ainsi, même lorsque le périmètre d'isolation ne passe pas par le plafond de l'abri, il faut tout de même compter une isolation d'environ 40 mm (*illustration 2.4, droite*). Par rapport à une isolation contre les bruits de pas de 10 mm, une telle isolation permet de réduire fortement le flux thermique qui s'échappe par le plafond. En outre, afin d'éviter des ponts de chaleur, les bâtiments modernes sont toujours pourvu d'une isolation périphérique atteignant au moins la profondeur de pénétration du gel (≈ 1.0 m).

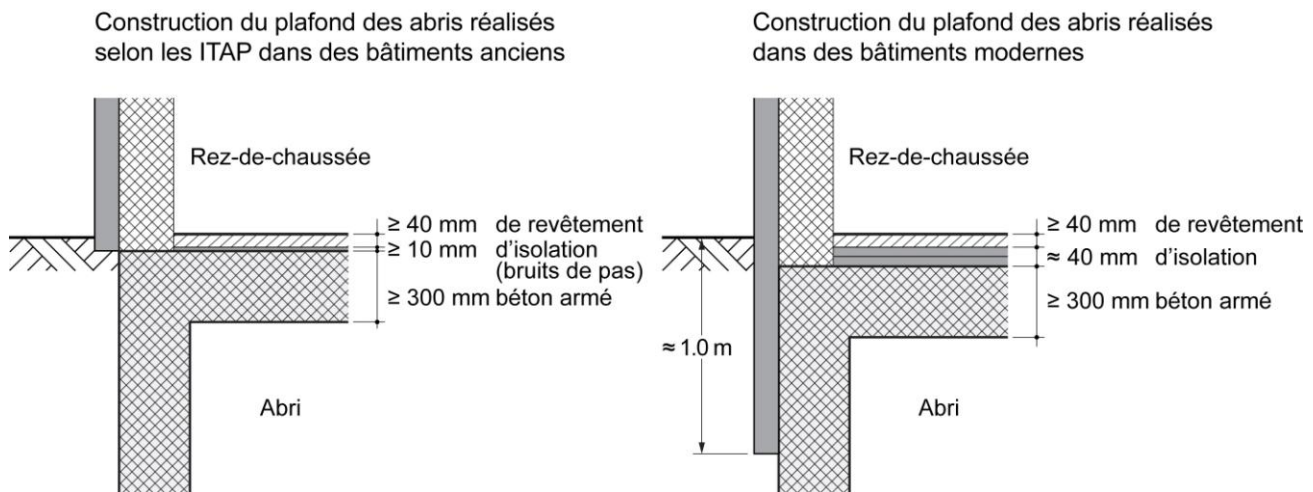


Illustration 2.4 Isolation du plafond d'un abri réalisé selon les ITAP et isolation dans les bâtiments construits selon les normes modernes

3 Principes de base concernant le climat de l'abri

3.1 Vue d'ensemble

Dans un abri occupé, le climat ambiant dépend à la fois du climat extérieur et de l'occupation de l'abri. Il n'influence pas uniquement le bien-être de ses occupants mais aussi leur capacité à survivre.

En raison de la densité de l'occupation (1 m² par place protégée), les occupants de l'abri produisent d'une manière générale de grandes quantités de chaleur. La chaleur émise par un être humain à la surface de son corps provient principalement du rayonnement et de la convection, ainsi que de la sueur induite si les températures sont plus élevées. Il faut donc évacuer de l'abri tant la chaleur sèche produite par le rayonnement et la convection (chaleur sensible Q_{sens}) que la chaleur humide produite par la sueur et par son évaporation (chaleur latente Q_{lat}).

Le climat qui règne dans un abri lorsqu'il est occupé est défini par le rapport entre la chaleur émise par les occupants et la chaleur évacuée de l'abri. La chaleur sèche ou sensible Q_{sens} s'évacue par les parois en contact avec la terre et par les sols de l'abri pour se répandre dans la terre avoisinante, ainsi que par le plafond et les parois en contact avec l'air libre au rez-de-chaussée ou au sous-sol. La chaleur latente Q_{lat} émise par l'évaporation de la sueur est évacuée par la ventilation.

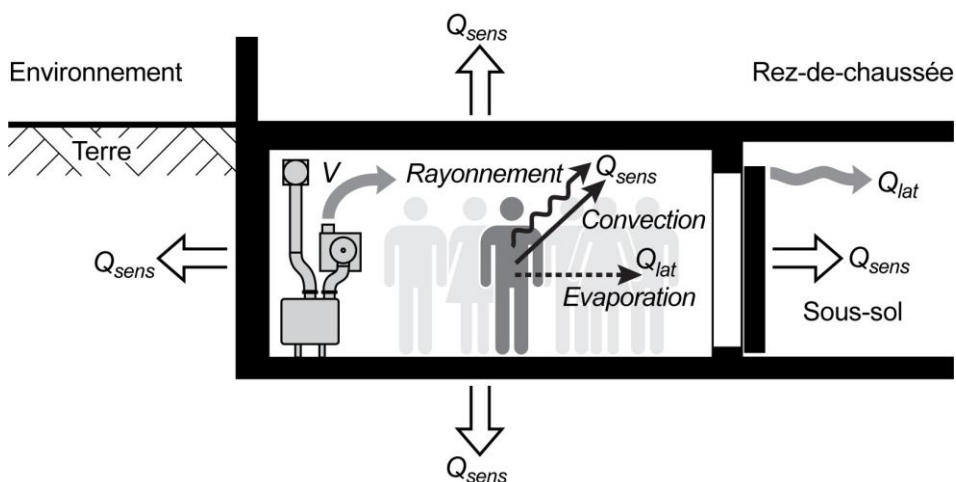


Illustration 3.1 Emission de chaleur lorsque l'abri est occupé et flux thermique s'échappant de l'abri

3.2 Production de chaleur et d'humidité dans l'abri

3.2.1 Emission de chaleur par l'être humain

Pour l'homme, il est essentiel à sa survie de maintenir une température corporelle constante de 37°C. C'est pour cette raison que l'homme est en mesure d'adapter sa production et son émission de chaleur aux conditions climatiques extérieures. Réguler sa température permet à l'organisme de se protéger contre la surchauffe.

Lorsque la température est confortable, l'émission de chaleur d'un adulte sans activité physique (en position assise) est d'environ 120 watts. Une petite partie de cette chaleur (≈ 20 W) est dégagée par la peau et par la respiration sous forme de chaleur humide (latente) car l'évaporation de la vapeur d'eau, elle, ne peut pas être régulée.

Lorsque la température de l'environnement augmente, la production de chaleur de l'homme baisse. A 30°C, elle ne s'élève plus qu'à 90 watts. La différence de température entre la surface de la peau et l'environnement permettent alors à l'homme, grâce au rayonnement et à la convection, d'émettre moins de chaleur sèche (sensible). Pour que l'organisme continue malgré tout d'être protégé contre la surchauffe, la transpiration augmente. Lorsque se produit l'effet rafraîchissant lié à l'évaporation de la sueur, l'individu évacue beaucoup de chaleur. A 30°C, la part de chaleur humide (latente) émise correspond environ à la moitié de la chaleur émise au total.

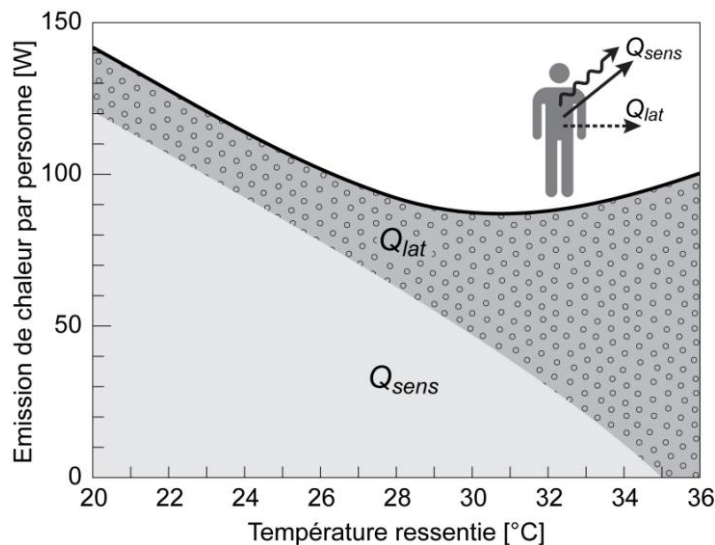


Illustration 3.2 Emission de chaleur sensible (sèche) et humide (latente) d'un individu, par rapport à la température ambiante

3.2.2 Production d'humidité de l'être humain

La quantité de sueur émise par l'homme et le but rafraîchissant ainsi recherché dépend de la température et de l'humidité de l'air ambiant. La production de sueur diffère selon les individus. En outre, dans un climat chaud et humide, on produit souvent davantage de transpiration que ce qui peut s'évaporer. Une partie de la sueur s'égoutte alors, inutile, ou est absorbée par les vêtements.

Dans un climat confortable, l'humidité émise par l'homme (peau et respiration), qui ne peut être régulée, s'élève à environ 30 g par heure. Dans les climats plus chauds, la transpiration accrue fait augmenter fortement cette quantité. Lorsque la température ressentie est de 30°C, l'humidité émise peut être supérieure à 100 g par personne et par heure. Etant donné qu'à une température de 30°C, l'air ne peut pas assimiler plus de 30 g/m³ environ, l'humidité de l'air dans un abri occupé peut être très élevée.

3.2.3 Emission de chaleur des installations techniques

En plus des personnes, l'éclairage et les appareils de ventilation produisent également de la chaleur. L'éclairage et la ventilation de l'abri nécessitent chacun une puissance de 2,5 W par place protégée. La production totale de chaleur des installations techniques s'élève donc à quelque 5 W par place protégée.

3.3 Evolution de la température et de l'humidité dans l'abri

L'évolution de la température et de l'humidité dans un abri se caractérise par une augmentation fulgurante après l'arrivée des occupants. La quantité importante d'humidité émise par les occupants ainsi que le débit d'air relativement réduit font grimper l'humidité de l'air à son maximum en très peu de temps. Lors de la marche sans filtre, avec un débit d'air de 6 m³/h par place protégée, une humidité relative d'environ 90 % s'installe rapidement. Si le débit d'air est inférieur (marche avec filtre), l'humidité relative de l'air atteint 100 %.

Si l'augmentation de la température est, elle aussi, abrupte au début, elle ralentit ensuite lorsque la chaleur émise dans l'abri commence à s'évacuer dans la terre et dans le bâtiment. En général, on atteint un état stable après quelques jours.

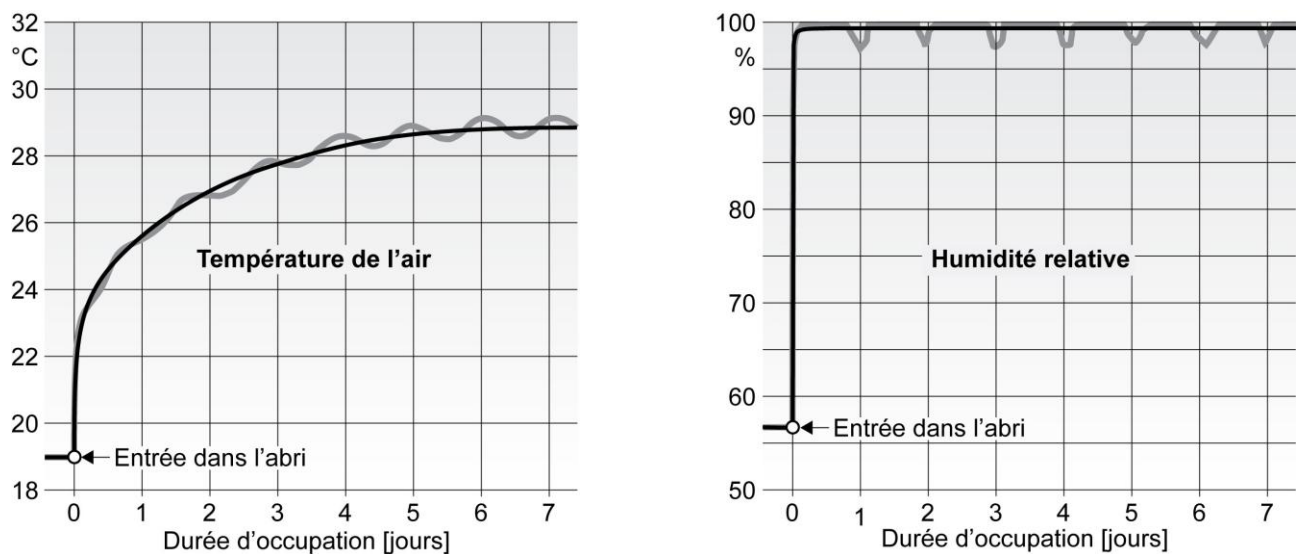


Illustration 3.3 Evolution typique de la température de l'air et de l'humidité relative dans un abri occupé (représentation schématique)

3.4 Valeur limite du climat pour l'être humain

Tant l'émission de chaleur que la température ressentie par l'homme sont influencées par différents facteurs du climat ambiant, tels que la température, l'humidité de l'air ou la vitesse d'air. Afin de pouvoir décrire le climat ambiant par une seule mesure, on utilise des indices climatiques. L'indice de confort (ou température effective, ET) est l'indice le plus usuel pour décrire le climat d'un environnement. Cette mesure calculée en fonction de la température de l'air (température sèche) et de l'humidité relative est représentée dans l'illustration 3.4.

C'est surtout lorsque la température est élevée que l'humidité de l'air a une grande influence sur la température ressentie par l'homme. A partir d'une température effective de 28°C, le climat ambiant est perçu comme désagréablement chaud. Si l'humidité de l'air est de 40 %, cette sensation n'apparaît qu'à une température de 35°C, tandis que si l'humidité est de 90 %, c'est déjà le cas à 29°C.

La température effective maximale que l'on peut supporter dépend de plusieurs facteurs comme la constitution physique ou la durée de l'exposition. On estime toutefois que la valeur limite pour un séjour prolongé dans un abri est de 30°C. Au-delà, le corps est menacé de surchauffe et de coup de chaleur.

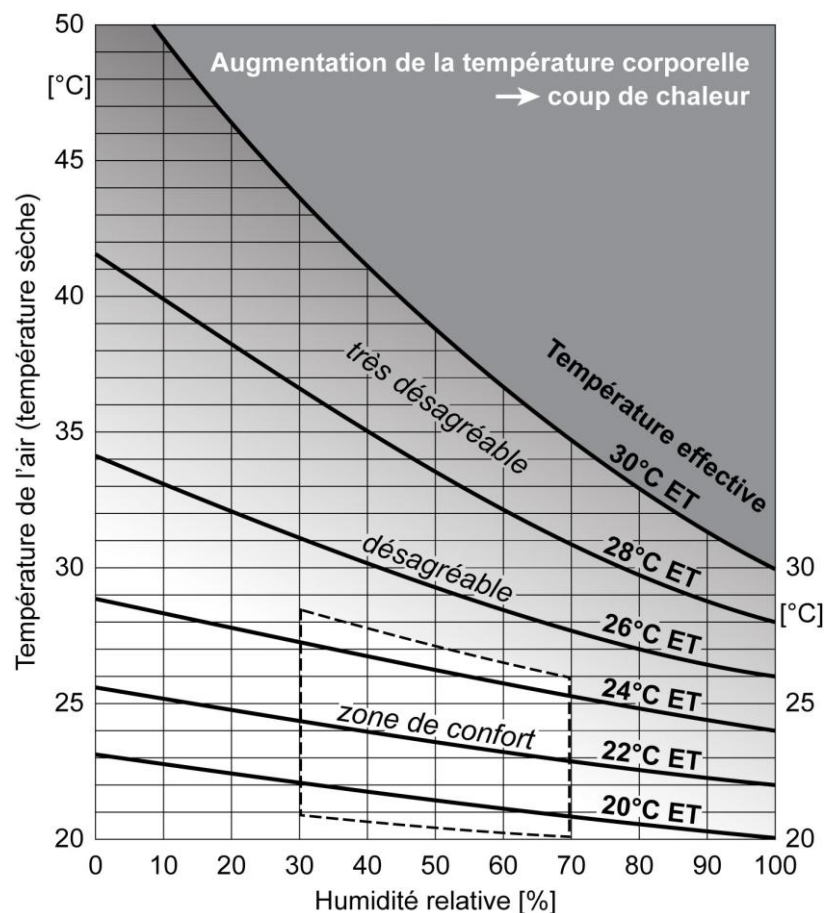


Illustration 3.4 Température effective (ET) avec une vitesse d'air de 0,1 m/s et indice de confort, ainsi que valeurs limites du climat liées à la physiologie de l'homme

4 Isolation thermique

4.1 Tracé du périmètre d'isolation

Le périmètre d'isolation d'un bâtiment est déterminé en se fondant sur les prescriptions concernant l'isolation thermique ainsi que sur les exigences énergétiques et techniques. Afin de répondre aux prescriptions légales, une isolation thermique est requise vis-à-vis du climat extérieur ainsi que des pièces non chauffées. Etant donné que le périmètre d'isolation doit être ininterrompu et fermé, en présence de pièces non chauffées au sous-sol, il passe par le plafond de ces locaux. En outre, pour éviter des ponts de chaleur, une isolation périphérique est alors nécessaire (*illustration 4.1*).

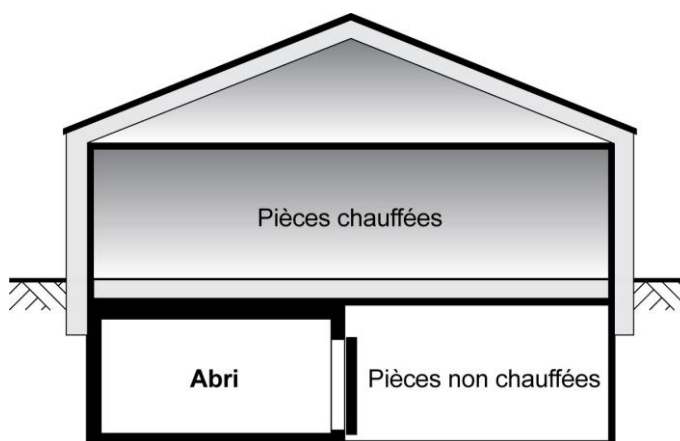


Illustration 4.1 Périmètre d'isolation fermé et isolation périphérique englobant les pièces non chauffées au sous-sol.

Lorsque le sous-sol abrite des pièces chauffées activement ou passivement, ces dernières doivent se trouver entièrement à l'intérieur du périmètre d'isolation (*illustration 4.2*).

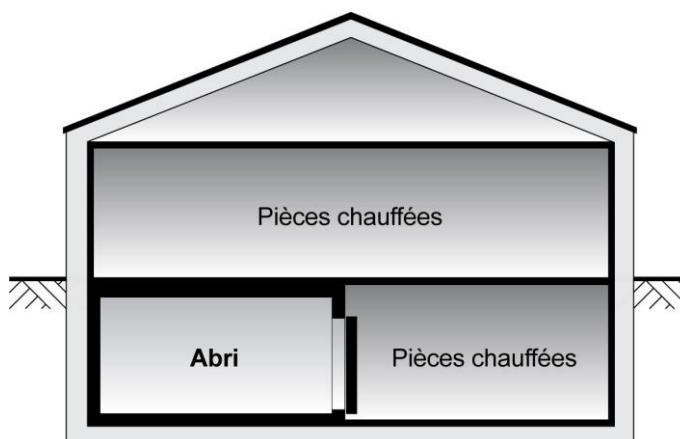


Illustration 4.2 Périmètre d'isolation fermé en cas de pièces chauffées activement ou passivement au sous-sol.

Les variantes d'isolation suivantes sont déterminantes pour le climat de l'abri et donc pour la ventilation des abris réalisés selon les ITAP:

- isolation périphérique
- isolation des plafonds
- isolation intégrale

4.2 Isolation périphérique

On entend par isolation périphérique l'isolation thermique des parois extérieures en contact avec la terre, sur tout le périmètre du bâtiment. L'épaisseur de l'isolation dans le sol influence le flux thermique qui s'échappe de l'abri et est donc un facteur décisif pour le climat de l'abri. On distingue les isolations thermiques allant jusqu'à la profondeur de pénétration du gel (4.2.1) de celles qui s'étendent sur toute la hauteur du mur (4.2.2).

4.2.1 Isolation périphérique allant jusqu'à la profondeur de pénétration du gel

Une isolation périphérique allant au moins jusqu'à la profondeur de pénétration du gel – c.-à-d. 1,0 m au-dessous de la surface du terrain – est généralement prévue dans tous les bâtiments construits conformément aux prescriptions concernant l'isolation thermique afin d'éviter les ponts thermiques.

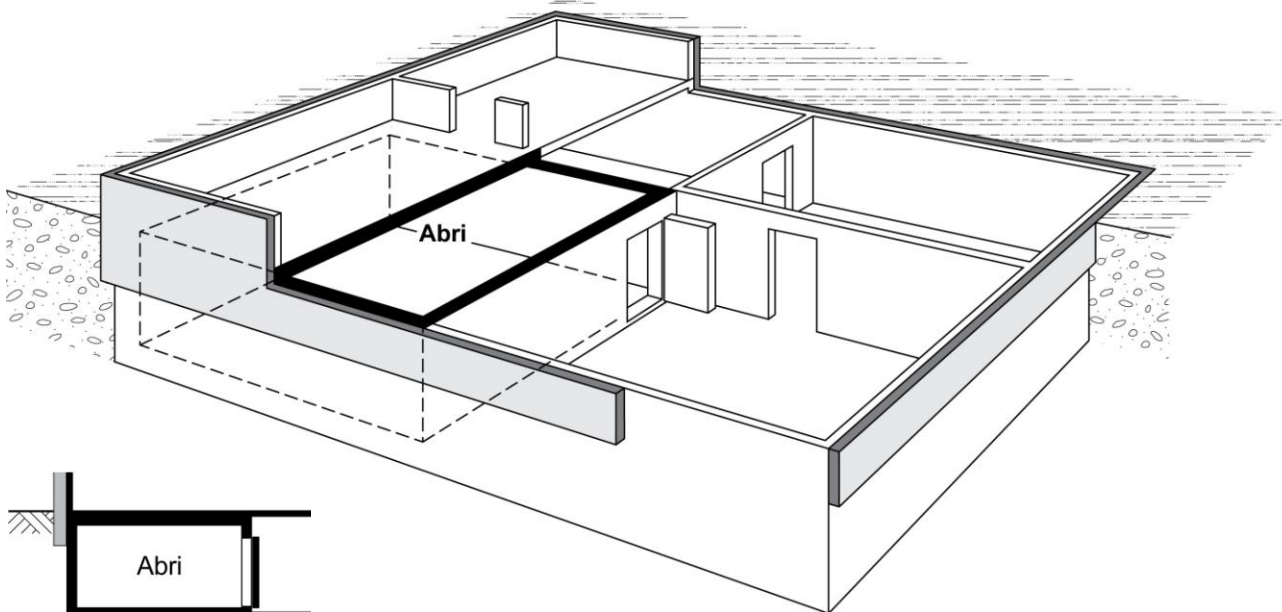


Illustration 4.3 Isolation périphérique des parois en contact avec la terre, jusqu'à la profondeur de pénétration du gel

L'isolation périphérique allant jusqu'à la profondeur de pénétration du gel permet d'éviter des ponts thermiques dans la zone des plafonds du sous-sol. Cependant, pour obtenir un périmètre d'isolation fermé, il faut ajouter d'autres isolations. Selon le plan d'isolation, le périmètre d'isolation peut passer dans les plafonds (en cas de sous-sol non chauffé) ou englober les pièces chauffées activement ou passivement du sous-sol (*illustration 4.4*).

Quel que soit le plan d'isolation thermique retenu, l'abri doit être isolé vis-à-vis des pièces chauffées. Pour que cela soit possible, les isolations thermiques prévues dans l'abri doivent pouvoir être démontées avant son occupation, moyennant un investissement relativement peu élevé. Ainsi, en cas d'occupation, seule l'isolation périphérique allant jusqu'à la profondeur de pénétration du gel influencera le climat de l'abri.

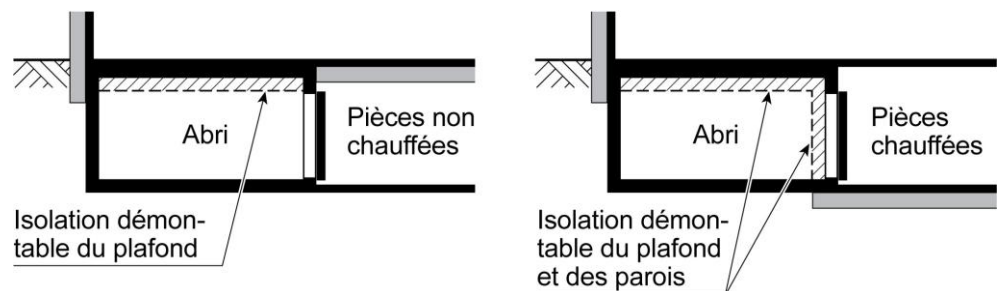


Illustration 4.4 Plans d'isolation thermique avec isolations périphériques et isolations démontables dans l'abri.

4.2.2 Isolation périphérique s'étendant sur toute la hauteur des murs

Si les exigences en matière d'efficacité énergétique sont plus élevées, l'isolation périphérique ne vise pas seulement à éviter les ponts thermiques dans les plafonds mais aussi à diminuer les pertes de chaleur sur toute la hauteur des parois.

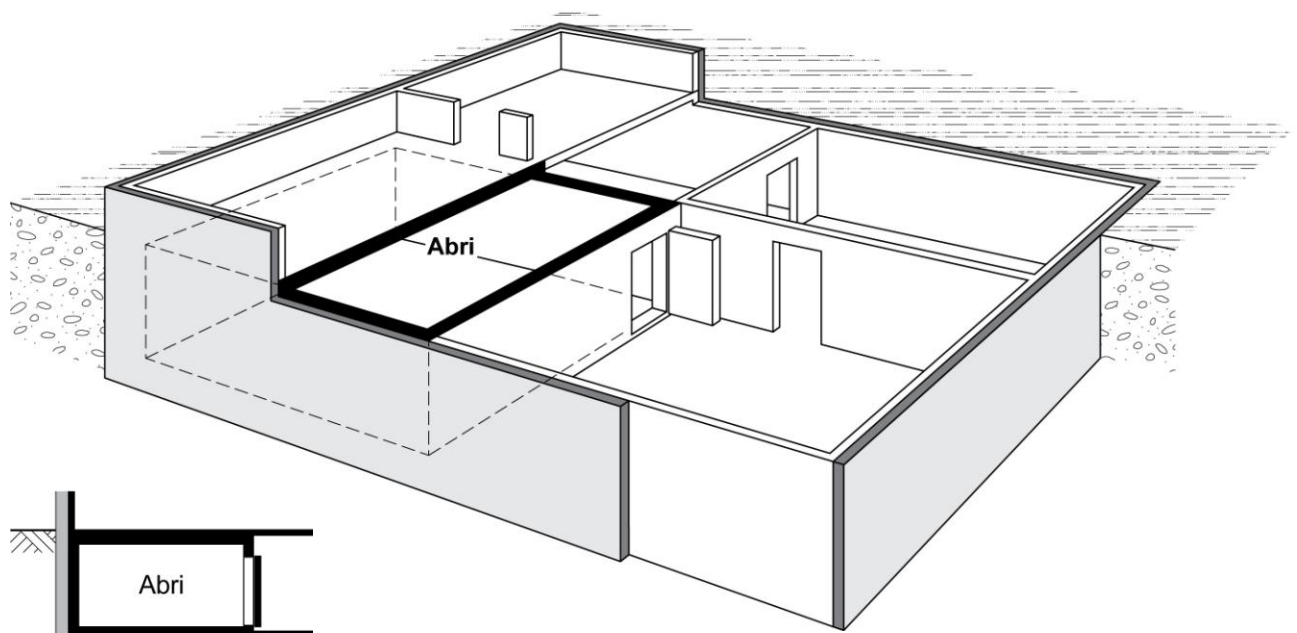


Illustration 4.5 Isolation périphérique des parois en contact avec la terre, sur toute la hauteur des murs.

4.3 Isolation des plafonds

Lorsque le sous-sol n'est pas chauffé, par exemple quand l'abri est attenant à un garage souterrain, il est normalement pourvu d'une isolation des plafonds. Si cette dernière est placée sur le plafond du sous-sol, elle n'est pas démontable. L'isolation du plafond de l'abri diminue considérablement le flux thermique qui s'en échappe.

Un bâtiment doté de ce type d'isolation est aussi toujours pourvu d'une isolation périphérique allant au moins jusqu'à la profondeur de pénétration du gel afin d'éviter les ponts thermiques.

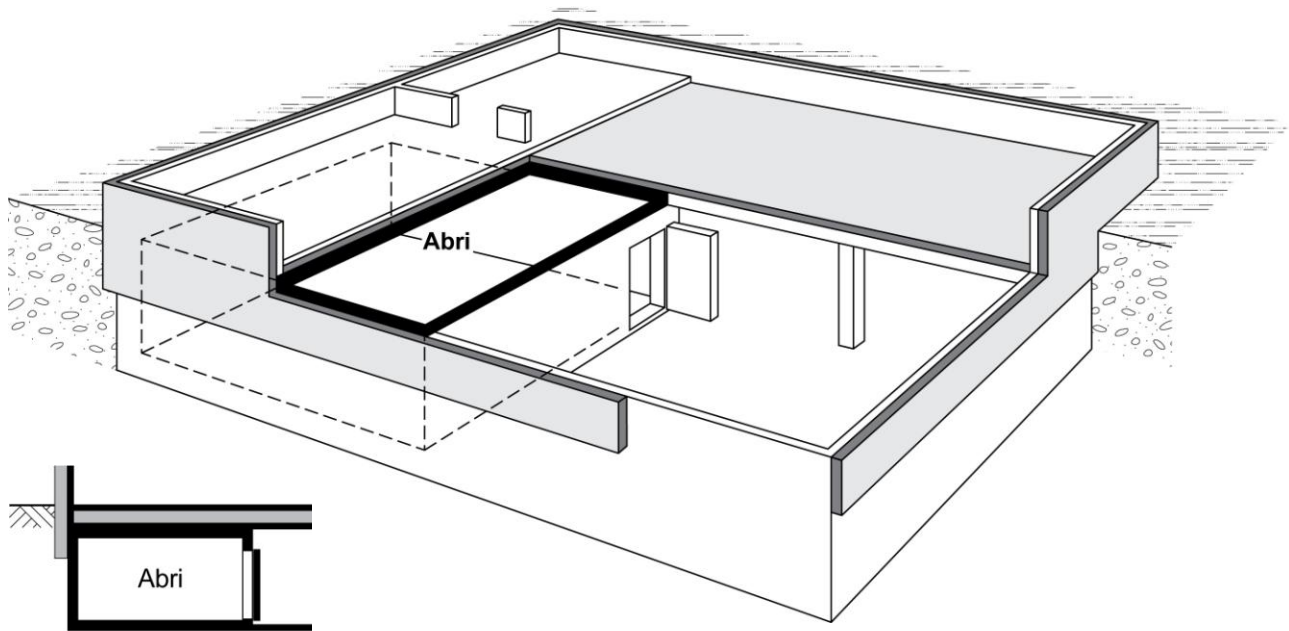


Illustration 4.6 Isolation des plafonds de l'ensemble du sous-sol.

4.4 Isolation intégrale

Lorsque les sous-sols chauffés passivement ou activement se trouvent en totalité à l'intérieur du périmètre d'isolation, on prévoit une isolation intégrale du bâtiment en vue d'augmenter son efficacité énergétique. Le périmètre d'isolation est alors totalement fermé, raison pour laquelle même la dalle de sol est isolée. En cas d'occupation de l'abri, le flux thermique émanant de l'abri qui peut être évacué dans la terre environnante est donc fortement réduit.

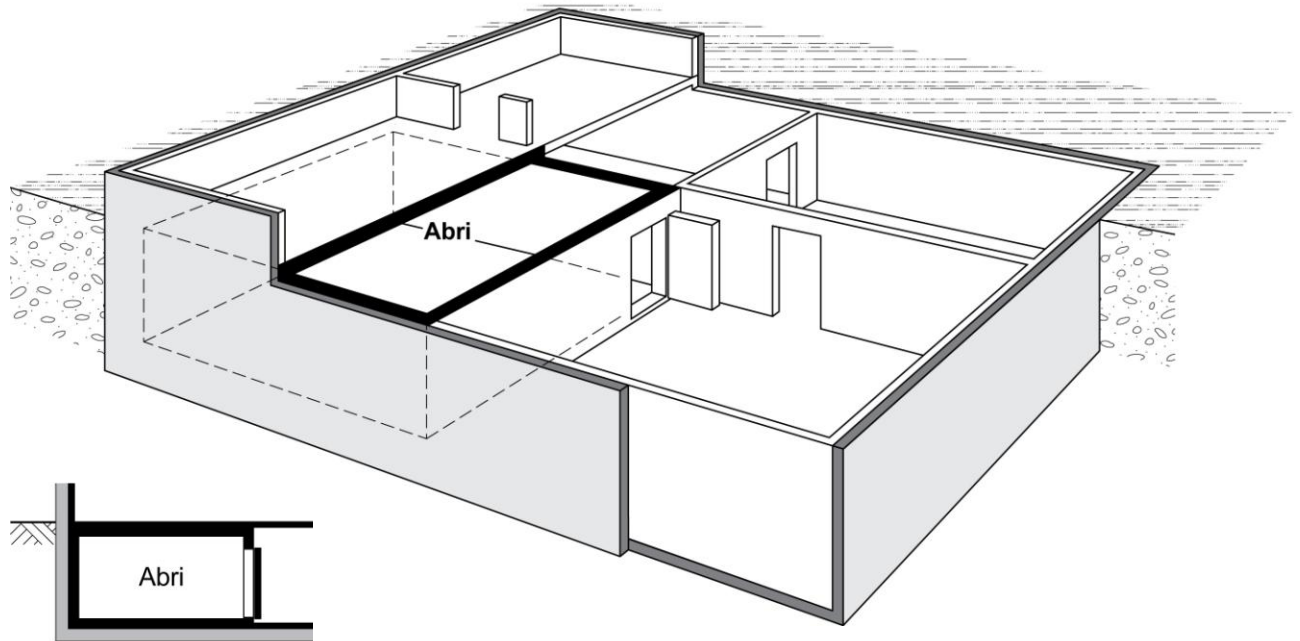


Illustration 4.7 Isolation intégrale du bâtiment et du sous-sol, abri y compris.

5 Ventilation des abris

5.1 Modes d'exploitation

Lorsque les abris sont occupés, leur ventilation est assurée artificiellement (mécaniquement) au moyen d'appareils de ventilation. La ventilation de l'abri fonctionne en permanence, sauf en cas d'interruption forcée – par exemple en lors d'un incendie – ou de température extérieure basse.

5.1.1 Marche sans filtre MSF

La marche sans filtre (MSF) est le mode d'exploitation normal. Dans ce cas de figure, les filtres à gaz ne sont pas raccordés et les tuyaux souples sont couplés directement. Le débit d'air frais fourni par l'installation de ventilation s'élève à $6 \text{ m}^3/\text{h}$ par place protégée au minimum. La marche sans filtre permet aux occupants de quitter l'abri par intermittence (rotation).

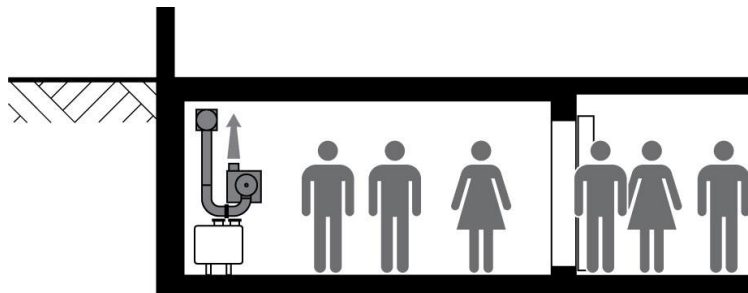


Illustration 5.1 Marche sans filtre et occupation par rotation

5.1.2 Marche avec filtre MAF

Lors de la marche avec filtre (MAF), les tuyaux souples sont couplés au filtre à gaz et l'air extérieur est acheminé via le filtre à gaz. Le débit d'air est inférieur à celui obtenu en marche sans filtre. Il s'élève toutefois à $3 \text{ m}^3/\text{h}$ par place protégée au moins. Afin de garantir la protection chimique des occupants, l'abri est fermé et ses occupants y séjournent en autarcie.

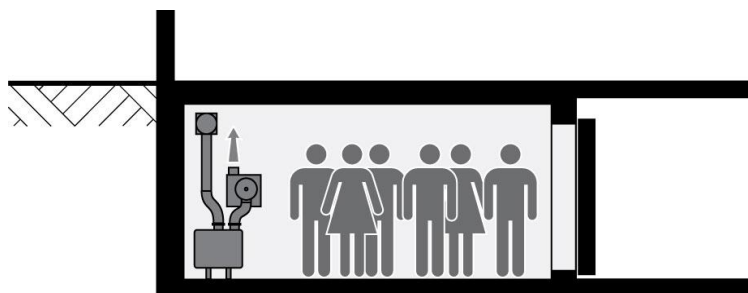


Illustration 5.2 Marche avec filtre (MAF) et occupation en autarcie

5.2 Plan de protection chimique

A la fin de l'occupation, l'abri est à nouveau ventilé artificiellement avec de l'air frais, en marche sans filtre (MSF). Le passage en marche avec filtre (MAF) se fait en cas d'alarme chimique ou si l'organe compétent l'ordonne. La protection chimique et l'occupation en autarcie de l'abri en marche avec filtre (MAF) doivent pouvoir être maintenues, en fonction de la menace, de quelques heures à **un jour au maximum**.

5.3 Ventilation et climat de l'abri

L'augmentation de la température dans l'abri dépend de la chaleur émise par ses occupants, de la ventilation (débit d'air) et de la température extérieure, ainsi que du flux thermique évacué de l'abri (et donc de son isolation thermique). En marche sans filtre (MSF), lorsque l'abri n'est pas occupé au maximum (rotation), l'augmentation de la température est moins importante que s'il est occupé en autarcie en marche avec filtre (MAF). Par conséquent, dans la plupart des abris, on n'atteint pas la valeur limite de 30°C ET même après une occupation de longue durée.

Suite à une alarme chimique et au passage en marche avec filtre (MAF), la température de l'air augmente plus rapidement dans l'abri. Pour pouvoir garantir la protection chimique durant au moins un jour, il ne faut pas que la valeur limite soit atteinte ou dépassée durant ce laps de temps.

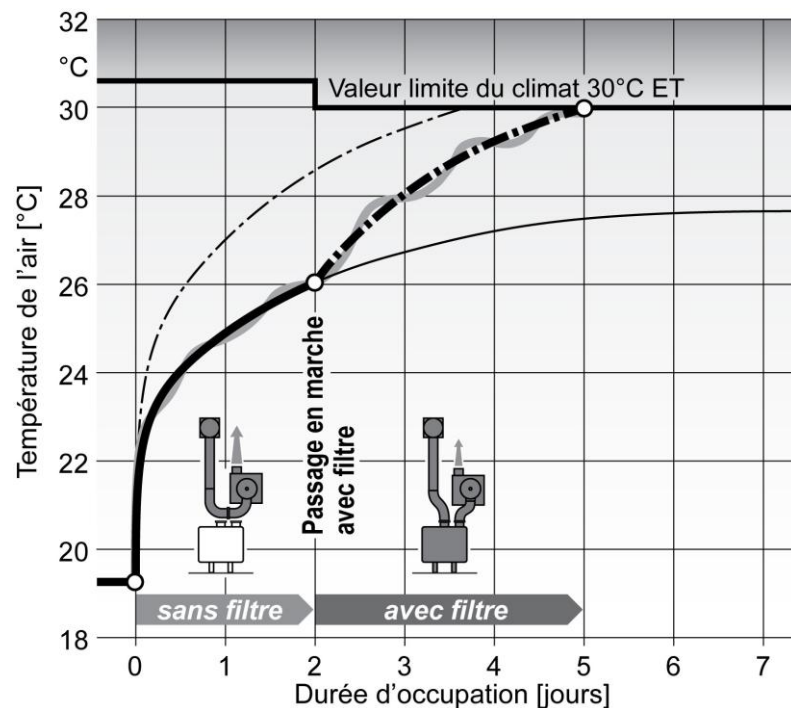






Illustration 5.3 Augmentation de la température dans l'abri lors d'une marche sans filtre (MSF) et une occupation par rotation au départ, et un passage en marche avec filtre (MAF) et une occupation en autarcie ensuite (représentation schématique)

5.4 Installations de ventilation

5.4.1 Durée maximale d'occupation avec un débit d'air conforme aux ITAP

La durée pendant laquelle un abri réalisé selon les ITAP avec un **débit d'air normal** en marche avec filtre (3 m³/h par place protégée) peut être occupé en autarcie avant que la valeur limite ne soit atteinte est indiquée dans le *tableau 5.1*. Cette durée maximale d'occupation fiable dépend en grande partie de l'isolation thermique de l'abri et de sa taille (nombre de places protégées), les petits abris étant intrinsèquement plus avantageux que les grands car leur surface extérieure est plus grande proportionnellement à leur taille.

Tableau 5.1 Durée maximale d'occupation en autarcie avec un débit d'air normal en marche avec filtre (MAF), avant que la valeur limite ne soit atteinte.

Isolation thermique de l'abri	Nombre de places protégées							
	5 -25	26 -50	51 -75	76 -100	101 -125	126 -150	151 -175	176 -200
Isolation périphérique ¹⁾ 	> 7	5						2 jours
Isolation périphérique ²⁾ 	4,5							1 jour
Isolation des plafonds 	> 7	3						1 jour
Isolation intégrale 	1,5 ... 1 jour		Durée d'occupation en marche avec filtre inférieure à 1 jour					

1) profondeur de pénétration du gel

2) paroi entière

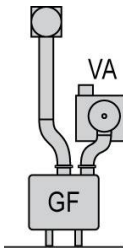
La durée d'occupation requise en cas de menace chimique, d'un jour au minimum, peut donc être garantie en marche avec filtre si le débit d'air est normal, tant dans les abris réalisés selon les ITAP et dotés d'une isolation périphérique que dans les abris dotés d'une isolation des plafonds, quelle que soit la taille de l'abri.

Pour les bâtiments pourvu d'une isolation intégrale et dont les abris se trouvent totalement dans le périmètre d'isolation, une exploitation d'un jour au minimum en marche avec filtre et débit d'air normal selon les ITAP est possible pour les abris jusqu'à 50 places protégées. Dans les abris plus

grands, la durée maximale d'occupation possible en marche avec filtre est inférieure à un jour en raison du climat de l'abri, raison pour laquelle le débit d'air dans de tels cas devra être doublé conformément au chapitre 5.4.2 ci-dessous.



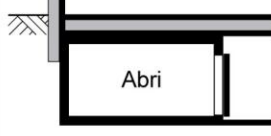

5.4.2 Installations de ventilation requises et débits d'air

Dans les abris pourvus d'une isolation thermique, dans lesquels une durée d'occupation d'au moins un jour peut être garantie en marche avec filtre selon le *tableau 5.1*, la ventilation peut fournir des débits d'air normaux selon les ITAP, soit 6 m³/h par place protégée en marche sans filtre et 3 m³/h par place protégée en marche avec filtre.



Les abris réalisés selon les ITAP comptant **51 places protégées ou plus** doivent avoir une ventilation offrant un **débit d'air multiplié par deux**, soit 12 m³/h par place protégée en marche sans filtre et 6 m³/h par place protégée en marche avec filtre si le bâtiment dispose d'une isolation thermique intégrale et que l'abri se trouve en totalité à l'intérieur du périmètre d'isolation. Les appareils de ventilation (VA) et filtres à gaz (GF) requis à cet effet sont indiqués dans le *tableau 5.2*.

Tableau 5.2 Installations de ventilation requises dans les abris réalisés selon les ITAP et pourvus d'une isolation thermique, ou débits d'air nécessaires pour assurer une occupation en autarcie d'un jour en marche avec filtre (MAF)

Isolation thermique de l'abri	Nombre de places protégées							
	5 -25	26-50	51 -75	76-100	101-125	126-150	151-175	176-200
Isolation périphérique ¹⁾ 								
Isolation périphérique ²⁾ 	Installations de ventilation et débits d'air selon les ITAP							
Isolation des plafonds 								
Isolation intégrale 			Installations de ventilation offrant un débit d'air multiplié par 2					
			3 VA 150 3 GF 150	4 VA 150 4 GF 150	5 VA 150 5 GF 150	6 VA 150 6 GF 150	7 VA 150 7 GF 150	8 VA 150 8 GF 150

1) profondeur de pénétration du gel

2) paroi entière

Les débits d'air ou installations de ventilation requis selon le *tableau 5.2* garantissent un climat de protection fiable, même en cas d'occupation durant une période de chaleur de plusieurs jours où la température moyenne en journée serait supérieure à 20°C.
