

RAPPORT DE RECHERCHE



Comment éviter les problèmes d'humidité et de gaz souterrains dans les vides sanitaires



LA SCHL : AU CŒUR DE L'HABITATION

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) est l'organisme national responsable de l'habitation au Canada, et ce, depuis plus de 60 ans.

En collaboration avec d'autres intervenants du secteur de l'habitation, elle contribue à faire en sorte que le système canadien de logement demeure l'un des meilleurs du monde. La SCHL aide les Canadiens à accéder à un large éventail de logements durables, abordables et de qualité, favorisant ainsi la création de collectivités et de villes dynamiques et saines partout au pays.

Pour obtenir des renseignements supplémentaires, veuillez consulter le site Web de la SCHL à l'adresse suivante :
www.schl.ca

Vous pouvez aussi communiquer avec nous par téléphone, au 1-800-668-2642, ou par télécopieur, au 1-800-245-9274.

De l'extérieur du Canada : 613-748-2003 (téléphone);
613-748-2016 (télécopieur).

La Société canadienne d'hypothèques et de logement souscrit à la politique du gouvernement fédéral sur l'accès des personnes handicapées à l'information. Si vous désirez obtenir la présente publication sur des supports de substitution, composez le 1-800-668-2642.

Comment éviter les problèmes d'humidité et de gaz souterrains dans les vides sanitaires

1998

préparé par la

Société canadienne d'hypothèques et de logement

L'un des moyens que prend la SCHL pour améliorer les conditions de logement et de vie au Canada consiste à publier le résultat de ses recherches. Il suffit de s'adresser à la SCHL pour obtenir une liste de publications disponibles traitant des divers aspects sociaux, économiques, environnementaux et techniques du logement.

Appelez-nous au 1 800 668-2642 ou visitez notre site Internet : www.cmhc-schl.gc.ca

This publication is also available in English under the title: *Crawl Spaces: How to Avoid Moisture and Soil Gas Problems*

Données de catalogage avant publication (Canada)

Vedette principale au titre :

Comment éviter les problèmes d'humidité et de gaz souterrains
dans les vides sanitaires

Publ. aussi en anglais sous le titre : Crawl spaces, how to avoid
moisture and soil gas problems

Comprend des références bibliographiques

ISBN 0-660-95992-5

N° de cat. NH15-214/1998F

1. Vide sanitaire – Conception et construction
2. Air – Pollution intérieure – Prévention
3. Logement et santé
- I. Société canadienne d'hypothèques et de logement

TH3000.C73C73 1998 696'.13 C98-980215-9

© 1998, Société canadienne d'hypothèques et de logement. Tous droits réservés. La reproduction, l'entreposage ou la transmission d'un extrait quelconque de cet ouvrage, par quelque procédé que ce soit, tant électronique que mécanique, par photocopie ou par microfilm, sont interdits sans l'autorisation préalable écrite de la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Tous droits de traduction et d'adaptation réservés pour tous les pays. La traduction d'un extrait quelconque de cet ouvrage est interdite sans l'autorisation préalable écrite de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
Classification des vides sanitaires	1
Principes de la science du bâtiment	2
Comment construire un vide sanitaire sans ennui	6
BIBLIOGRAPHIE	9

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Vides samitaires	2
Figure 2 : Teneur en humidité de l'air à différentes températures	4
Figure 3 : Vide sanitaire chauffé	7
Figure 4 : Vide sanitaire non chauffé	8

LES FONDATIONS DE VIDES SANITAIRES

Introduction

Un vide sanitaire est une forme de fondation peu profonde, dont le plancher est habituellement au niveau du sol et ayant une faible hauteur libre, ordinairement de moins de quatre pieds. On les utilise couramment lorsque la nappe d'eau est près de la surface du sol ou si les services sanitaires sont enfouis à de faibles profondeurs (comme dans les climats doux). On les retrouve également lorsqu'une excavation profonde n'est pas nécessaire pour assurer un soutien structural adéquat, quand le gel ne pénètre qu'à une faible profondeur ou si le sol ne se prête pas à l'excavation d'un sous-sol pleine hauteur à cause, par exemple, de la présence d'une masse importante de substratum rocheux près de la surface.

Les vides sanitaires sont rarement inspectés convenablement. En général, on connaît mal au sein du secteur du logement les éléments qui permettent de se doter d'une stratégie efficace en matière de maîtrise de l'humidité.

Beaucoup de vides sanitaires présentent des problèmes d'humidité, malgré le fait que les codes du bâtiment exigent la pose d'aérateurs. L'humidité dans les vides sanitaires doit être réduite parce qu'elle peut entraîner, lorsqu'elle est trop élevée, la prolifération de moisissures et la pourriture du bois de construction mis en oeuvre dans le vide sanitaire. L'humidité présente dans un vide sanitaire peut également atteindre les aires habitables, ou même le vide sous toit, entraînant du même coup des problèmes similaires dans ces zones.

Le passage de l'air entre le vide sanitaire et le reste de la maison peut être modifié selon les installations de chauffage et de refroidissement choisies. Dans le cas d'une installation de chauffage à air pulsé, les conduits dans le vide sanitaire relient habituellement l'air du vide au reste de la maison, étant donné que ces conduits ne sont pas étanches à l'air. Cela contribue à mélanger l'air du vide sanitaire avec celui du

reste de la maison, de sorte que l'humidité est transmise à toute la maison. Dans les maisons qui n'ont pas d'installations à air pulsé, l'humidité dans le vide sanitaire n'a pas autant d'effets à l'intérieur de la maison parce qu'il y a moins de liens physiques entre la maison et le vide. Dans les maisons peu étanches à l'air, l'air du vide sanitaire entrera dans la maison quel que soit le type d'installation de chauffage utilisée.

Beaucoup de problèmes occasionnés par les vides sanitaires sont liés à une mauvaise compréhension de la façon dont ces vides fonctionnent. L'isolation, le pare-air et le pare-vapeur sont généralement mal intégrés au reste de la maison. Bien des vides sanitaires sont construits sur un plancher en terre battue exposée et ne comprennent pas de couvre-sol, d'avaloir de sol ni de drains autour des fondations comme on en trouve dans les sous-sols correctement réalisés. Des recherches récentes ont permis de mettre au point de nouvelles techniques de construction des vides sanitaires. La ventilation passive est souvent inutile ou inefficace. Cette publication a pour but d'expliquer les constatations les plus récentes sur les vides sanitaires ainsi que la façon dont il faudrait les construire pour éviter les problèmes.

Classification des vides sanitaires

On trouve essentiellement deux types de vides sanitaires : ceux qui sont chauffés et ceux qui ne le sont pas. Le Code national du bâtiment du Canada a confirmé cette distinction en imposant des exigences différentes selon qu'un vide sanitaire est chauffé ou non. En comprenant les particularités inhérentes aux deux types, il sera plus facile de concevoir une construction sans problème.

Les vides sanitaires *chauffés* ne sont pas séparés des parties chauffées ou conditionnées de la maison. La température dans le vide sanitaire peut être différente de celle dans la partie principale de la maison, mais son air est quand même relié à celui de la maison. Il faut construire ces vides

Figure 1 : Vides sanitaires

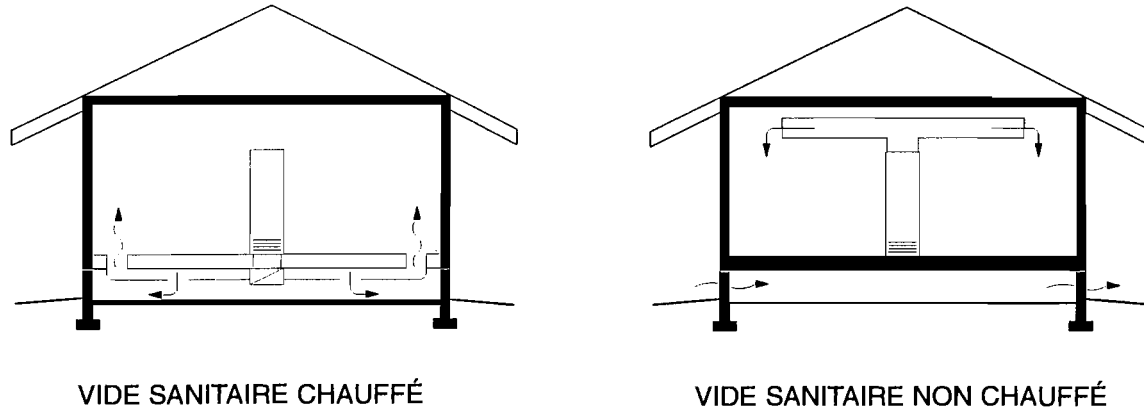


FIG.1

comme s'il s'agissait d'un sous-sol de faible hauteur. Si l'on place des conduits et des tuyaux de plomberie dans le vide sanitaire, il pourrait ne pas être nécessaire d'utiliser des matériaux d'étanchéité et des isolants thermiques spéciaux. Le vide sera chauffé, refroidi et ventilé comme s'il s'agissait d'un sous-sol. Les détails de l'installation du pare-air, du pare-vapeur et de l'isolant doivent être semblables à ceux qui s'appliquent normalement pour la construction au-dessus et en dessous du niveau du sol dans la localité. Il faut aussi intégrer un avaloir de sol et un pare-vapeur dans le plancher du vide sanitaire.

Les vides sanitaires *non chauffés* sont séparés des parties chauffées ou conditionnées d'une maison. Ces vides sanitaires sont essentiellement des espaces extérieurs, de sorte qu'il faut construire le plancher au-dessus d'eux comme s'il s'agissait du fond de l'enveloppe du bâtiment. Il faut intégrer dans le plancher au-dessus d'un tel vide un pare-air, un pare-vapeur et un isolant qui conviennent à la localité. Le vide sanitaire non chauffé doit être ventilé par les murs extérieurs et il faut éviter d'y faire passer les conduits et tuyauteries des installations mécaniques et

de plomberie de la maison. Le code précise une aire de ventilation nette minimale par surface de plancher, mais l'aire de ventilation minimale dépend des conditions climatiques locales. S'il faut placer des conduits dans le vide sanitaire, il faut en réaliser soigneusement les détails d'exécution pour s'assurer que les pare-air et les pare-vapeur sont maintenus et qu'on assure une isolation thermique convenable. Toutefois, de façon générale, il est préférable d'éviter d'installer des conduits dans les vides sanitaires non chauffés.

Même si le vide sanitaire non chauffé est isolé de l'espace conditionné de la maison, il est néanmoins prudent de suivre les méthodes visant à réduire l'humidité. Cela évitera l'humidité excessive qui pourrait encore créer des problèmes de structure.

Principes de la science du bâtiment

Pour que la construction ne pose aucun problème, il faut comprendre les mouvements de la chaleur, de l'humidité et de l'air entre le vide sanitaire et ce qui l'entoure.

Humidité

Diverses formes de l'eau peuvent poser des problèmes, à savoir l'eau libre (comme l'eau souterraine et l'eau de pluie), l'eau liquide qui se manifeste par capillarité et la vapeur d'eau. On comprend bien la source et les conséquences de l'eau libre. Que le vide sanitaire soit chauffé ou non, l'entrée d'eau libre (par inondation ou infiltration lors de la fonte des neiges) est habituellement très visible et doit être évitée.

La capillarité fait en sorte que l'eau liquide monte par de fins tubes, comme les pores dans les matériaux de béton et autres éléments de maçonnerie. L'eau souterraine peut alors monter à travers le matériau jusque dans le vide sanitaire. On peut arrêter l'action capillaire en bouchant les pores hermétiquement pour empêcher l'entrée d'eau, en bloquant le mouvement au moyen de matériaux d'étanchéité ou en rendant les pores suffisamment grands pour éviter l'entrée d'eau.

On comprend moins bien l'effet de la vapeur d'eau. Elle peut venir de l'eau souterraine qui s'évapore directement dans le vide sanitaire s'il n'y a pas de couvre-sol résistant à l'humidité, ou de l'eau qui se déplace par capillarité et qui s'évapore dans le vide. Un couvre-sol de béton sans revêtement de protection contre l'humidité pourrait ne pas suffire pour empêcher la migration de l'eau souterraine, étant donné que l'eau peut traverser le béton par capillarité.

La deuxième source de vapeur d'eau est l'humidité ambiante, c'est-à-dire l'humidité qu'on trouve dans l'air qui entre dans le vide sanitaire par ventilation. En été, l'air chaud peut transporter de grandes quantités d'humidité. Le bon fonctionnement d'un vide sanitaire nécessite une compréhension des facteurs qui agissent sur la vapeur d'eau.

Mesures pour empêcher les problèmes d'eau libre

L'eau libre peut être de l'eau de pluie ou de l'eau souterraine qui monte à la surface. Les principes de conception pour la construction des vides sanitaires en vue d'éviter les problèmes

d'eau s'appliquent également aux sous-sols et vides sanitaires, qu'ils soient chauffés ou pas.

Lorsqu'on sait que la nappe d'eau est près de la surface du sol, il faut placer le plancher du vide sanitaire au-dessus du niveau de la nappe phréatique. Il faut examiner les conditions sur le terrain pour évaluer les besoins de drainage. Il faut toujours niveler le remblai de façon à créer une pente légère qui éloigne les eaux de ruissellement de la fondation. Il faut concevoir le drainage périmétrique de façon à en faciliter l'essai. Il peut valoir la peine d'ajouter des trous de visite pour faciliter le nettoyage en cas d'envasement, surtout dans les zones très pluvieuses. Les drains de fondation souples sont peu coûteux, mais ils peuvent être écrasés ou endommagés par de mauvaises techniques de remblai. Par conséquent, un système de drains rigides présente certains avantages.

Il faut aménager un drain reliant la couche de granulat sous la dalle au drain de fondation en passant à travers la semelle. Ainsi, toute eau qui s'accumule sous le plancher du vide sanitaire peut s'écouler dans le système de drainage périmétrique. Le sable fin qu'on utilise souvent sous les dalles n'offre pas une coupure de capillarité efficace. Un matériau granulaire grossier (diamètre nominal de 20 mm ou de 3/4 de pouce) est beaucoup plus efficace.

Les niveaux élevés d'humidité souterraine peuvent endommager les éléments structuraux de bois qui touchent directement au béton. Les murs de soutien intérieurs qui reposent sur une semelle à ras du plancher du vide sanitaire peuvent absorber l'humidité du sol. L'humidité qui se déplace à travers la semelle et la dalle peuvent saturer la lisse d'assise, même si elle repose sur un joint d'étanchéité en papier imprégné d'asphalte ou un joint d'étanchéité en mousse. On a mesuré des teneurs en humidité de jusqu'à 30 % dans les lisses à ras du plancher. Les essais sur le terrain ont montré qu'un mur de soutien qui repose sur des bordures de mur basses en béton (de 50 à 100 mm au-dessus du plancher), avec une coupure de capillarité, n'avaient pas de teneurs en humidité aussi élevées.

Vapeur d'eau

Il y a toujours de la vapeur d'eau dans l'air ambiant. Sa quantité varie selon la source de l'eau et les conditions environnementales dans la région immédiate. Un examen des principes de physique en cause permet de mieux comprendre comment les niveaux d'humidité changent et pourquoi ils peuvent causer des problèmes.

Il y a une limite à la quantité de vapeur d'eau que l'air sec peut retenir à une température donnée. Lorsque cette limite est atteinte, on dit que l'air est saturé. À ce point-là, l'humidité relative de l'air est à 100 %. À mesure que l'air se réchauffe, il peut retenir une quantité absolue plus grande de vapeur d'eau. Lorsqu'il refroidit, il peut en contenir moins.

Les quantités d'eau absolues peuvent être considérables. L'air saturé à 20 °C (en d'autres termes, ayant une humidité relative de 100 %) peut retenir environ 15 grammes d'humidité par kilogramme d'air sec, alors qu'à 30 °C, il peut en retenir 27. Toutefois, à 0 °C, un kilo d'air sec ne peut retenir qu'environ 3,7 grammes d'humidité, et à -20 °C, seulement 0,6 gramme environ.

Lorsque l'air saturé refroidit, il se débarrasse de l'excès d'humidité. L'humidité dans l'air se condense sur n'importe quelle surface fraîche dans la zone immédiate, une fois que le point de rosée est atteint. Ainsi, à mesure que les températures baissent, les surfaces froides au point de rosée ou en deçà de ce point deviennent mouillées à cause de la condensation. Pour l'air à une température de 20 °C et à un degré d'humidité relative de 50 %, le point de rosée est de 12 °C, ce qui signifie qu'il y aura de la condensation sur les surfaces dont la température est de 12 °C ou moins.

Prenons un vide sanitaire de 100 m² et d'une hauteur d'un mètre. Il contient environ 120 kg d'air. Si l'air à 20 °C et à 50 % d'humidité est refroidi à 5 °C, et en supposant qu'il n'y a pas d'autre humidité qui entre dans le vide, environ 1,2 litre d'eau se condensera sur les surfaces les plus froides. Si la source d'humidité n'est pas isolée, l'eau continuera à entrer et à se condenser dans le vide.

L'humidité dans les vides sanitaires n'est pas un problème uniquement dans les zones tempérées. Une étude menée dans le nord du Manitoba a révélé que les aérateurs ouverts au printemps

Figure 2 : Teneur en humidité de l'air à différentes températures

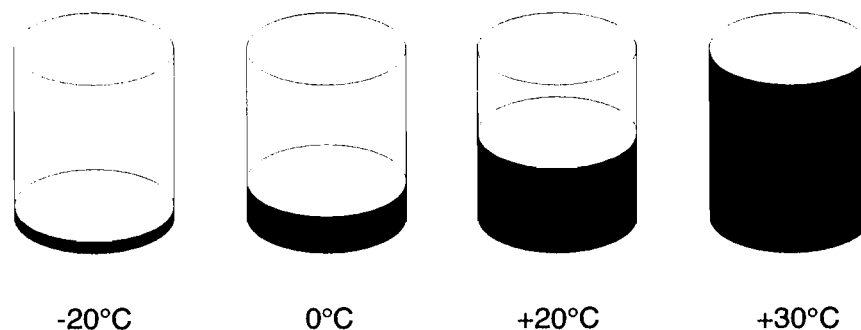


FIG.2 TENEUR EN HUMIDITÉ DE L'AIR À DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES

dans le but d'assécher le vide sanitaire avaient pour effet d'augmenter les niveaux d'humidité dans les vides. Cela se produit parce que l'air extérieur est chaud et humide en été, même dans les climats nordiques, mais que les murs et autres éléments structuraux des vides sanitaires demeurent froids.

Gaz souterrains

Plusieurs gaz sont présents dans le sol. Le radon et le méthane sont ceux qui nous préoccupent le plus.

Le radon est un gaz radioactif incolore et inodore qui se forme par la désintégration du radium. On le trouve dans le sol, le roc et l'eau souterraine à divers degrés de concentration dans de nombreuses parties du monde. Comme le radon pénètre normalement dans l'immeuble à partir du sol environnant, la concentration de gaz est habituellement la plus forte au niveau de la fondation.

Une étude sur les vides sanitaires menée en Californie a révélé que jusqu'à 50 % du radon qui pénètre dans le vide sanitaire entrera dans l'espace habitable. Bien que l'étude ait été axée sur l'infiltration de radon, les résultats valent aussi pour la pénétration de la vapeur d'eau et d'autres types de gaz souterrains.

Le méthane est le principal gaz que produit la décomposition des matières organiques dans le sol. Normalement, les maisons ne sont pas construites sur des sols organiques, mais dans certaines circonstances, un sol peut avoir un contenu organique considérable ou le méthane peut migrer de décharges voisines.

Si le vide sanitaire est chauffé, la principale méthode pour venir à bout du radon et des autres gaz souterrains est d'éviter leur pénétration. Cela se fait en scellant soigneusement la fondation de la maison par rapport au sol.

Si le vide sanitaire n'est pas chauffé, un pare-air bien installé dans tous ses détails au rez-de-chaussée empêchera la pénétration excessive de gaz souterrains dans la maison (voir la section 7.4 du *Canadian Home Builders' Association Builders Manual*).

Flux de chaleur

L'air chaud se déplace des zones chaudes aux zones plus froides. L'air chaud monte par circulation convective de l'air. Plus la différence de température est grande, plus le mouvement d'air est fort.

Lorsqu'il fait très froid, les effets de cheminée font en sorte que l'air est aspiré vers le bas de la maison où il remplace l'air chaud qui s'échappe par la partie supérieure du bâtiment. Dans un vide sanitaire chauffé, cela favorisera le passage de l'air entre le vide et la maison et, par conséquent, permettra habituellement son séchage. Toutefois, les différences de pression que cause l'effet de cheminée peuvent aussi favoriser l'infiltration de gaz souterrains si le plancher du vide sanitaire n'est pas bien étanchéisé.

Le rayonnement et les fuites des conduits dans le vide sanitaire typique isolé d'une maison chauffée à l'air pulsé sont souvent suffisants pour maintenir la température du vide à 15 °C, même si les températures extérieures atteignent - 10 °C.

Les effets de cheminée et les pressions provoquées par les fuites des conduits influenceront aussi sur l'air dans le vide sanitaire. Dans un vide non chauffé, l'effet de cheminée aura tendance à aspirer l'air du vide dans la maison. Comme cet air peut contenir des gaz souterrains et de l'humidité et qu'il sera froid, le plancher au-dessus du vide doit être bien étanchéisé pour empêcher l'infiltration d'air.

Ventilation

On installe des aérateurs dans les murs des vides sanitaires pour permettre la ventilation passive. Ces aérateurs sont souvent grillagés et munis de lames. Certains peuvent se fermer manuellement. On a longtemps considéré les aérateurs comme un moyen efficace d'empêcher l'accumulation d'humidité dans les vides sanitaires et d'assurer un séchage adéquat pendant la période où l'on ne chauffe pas la maison. On a utilisé les aérateurs de vides sanitaires pour tenter de compenser les systèmes de drainage et les revêtements de protection contre l'humidité inadéquats ou inefficaces. Toutefois, même si l'on utilise des aérateurs de vides sanitaires comme l'exigent les codes du bâtiment, ces espaces ont souvent des niveaux d'humidité élevés qui peuvent se traduire par un degré d'humidité élevé et de la condensation dans les zones habitées de la maison.

Ce n'est pas parce qu'un vide sanitaire est muni d'aérateurs qu'il sera ventilé. Les aérateurs sont près du sol où ils sont normalement bien à l'abri du vent. Souvent, ils ne fonctionnent pas parce que la chaleur du soleil les a déformés, qu'ils ont été mal installés ou qu'ils sont bloqués par des matériaux de construction ou de la végétation. Les aérateurs de vides sanitaires ne conviennent pas aux vides chauffés d'une maison dotée d'une installation à air chaud pulsé. Les aérateurs (notamment ceux qui restent ouverts pendant l'hiver) peuvent fonctionner comme des registres à air chaud en déplaçant l'air chaud vers l'extérieur. Ils peuvent être la cause la plus importante de fuites d'air et de pertes thermiques excessives des maisons.

Malheureusement, la plupart des propriétaires-occupants ne savent pas que les aérateurs ne sont pas toujours efficaces pour aérer un vide. La façon la plus directe de mesurer l'effet des aérateurs est de contrôler l'humidité relative dans le vide sanitaire et de déterminer si elle augmente ou diminue lorsqu'on ouvre les aérateurs. Il faut effectuer ce contrôle fréquemment en raison des variations météorologiques, et la plupart des

propriétaires de maisons ne voudront pas ouvrir ou fermer leurs aérateurs si ce niveau de surveillance est nécessaire.

Par exemple, dans un climat chaud et humide, des températures de 30 °C et une humidité relative de 70 à 80 % sont courantes. Toutefois, les températures des vides sanitaires pendant ces périodes peuvent facilement être inférieures à 20 °C. Comme l'air frais ne peut pas retenir autant d'humidité, il y aura de la condensation. (Le point de rosée de l'air à 30 °C et à une humidité relative de 70 à 80 % est de 24 °C.).

Selon les recherches effectuées par divers organismes en Amérique du Nord, un revêtement de protection contre l'humidité relativement efficace suffit pour maintenir l'humidité à un niveau raisonnable sans qu'il soit nécessaire de ventiler le vide sanitaire avec de l'air provenant de l'extérieur.

Comment construire un vide sanitaire sans ennui

Voici quelques points à prendre en compte pendant les étapes de la conception et de la construction :

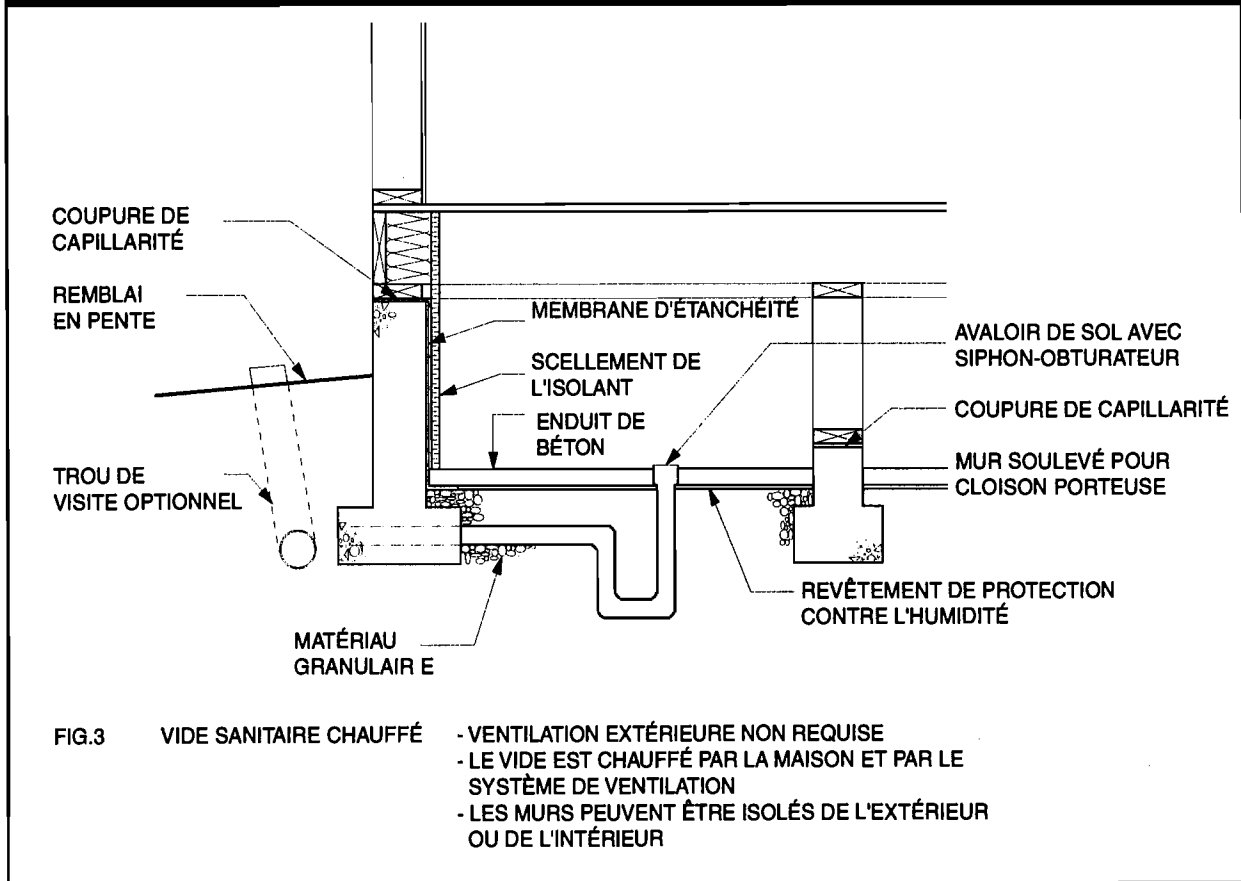
Déterminer si le vide sanitaire est chauffé. Le Code national du bâtiment du Canada considère qu'un vide sanitaire est chauffé s'il contient des conduits de chauffage qui ne sont pas étanches et isolés, s'il n'est pas séparé de l'espace conditionné de la maison ou s'il sert de plénum d'air chaud.

1. Gestion des eaux de pluie et souterraines

Il faut gérer l'eau souterraine, que le vide soit conditionné ou non. Ce qui suit vaut pour tous les vides, qu'ils soient chauffés ou non :

- Évaluez les besoins de drainage, notamment dans les zones où les nappes phréatiques sont près de la surface du sol.
- Nivelez le remblai de façon à créer une pente qui éloigne l'eau de pluie de la fondation de la maison.

Figure 3 : Vide sanitaire chauffé



- Installez un système de drainage périmétrique d'une capacité suffisante.
- Envisagez de prévoir des trous de visite pour les systèmes de drainage de la fondation afin d'en faciliter l'entretien.

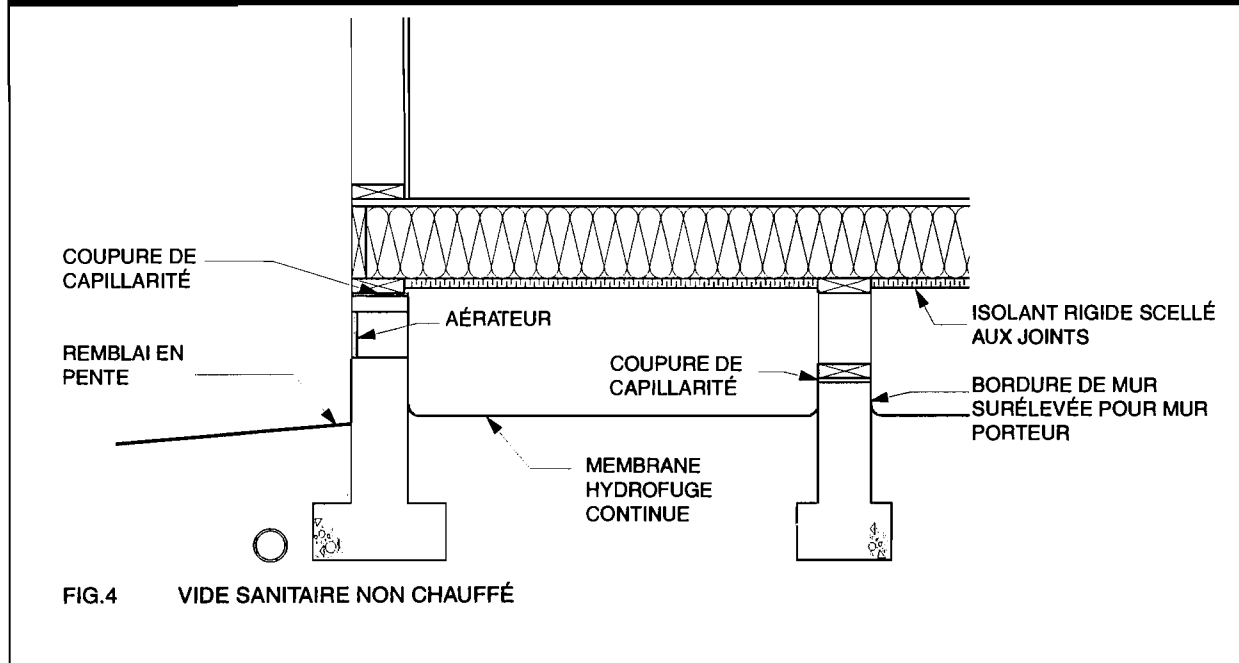
2. Gestion de l'humidité dans les vides sanitaires chauffés :

- Installez un revêtement de protection contre l'humidité sur le sol. Si l'on utilise un enduit de béton, il faut recouvrir le sol entièrement d'une pellicule de polyéthylène. Il n'est pas essentiel de sceller la pellicule sur les bords, mais elle ne devrait pas être perforée.
- Répandez un matériau granulaire sous la dalle en guise de coupure de capillarité.
- Utilisez un revêtement de protection contre l'humidité à l'intérieur des murs de fondation

du vide sanitaire pour réduire la migration d'humidité vers le vide.

- Installez une barrière d'étanchéité sur le dessus des murs de fondation pour éviter que l'eau ne monte par capillarité des semelles non protégées.
- Soulevez les murs de soutien intérieurs reposant sur le plancher d'un vide sanitaire au-dessus du niveau de la dalle. Si de tels murs s'appuient sur le plancher du vide sanitaire, la lisse d'assise peut absorber de grandes quantités d'humidité. Lorsque les murs reposent sur une bordure au-dessus du niveau de l'enduit de béton, ils sont mieux protégés et le problème disparaît.
- Aménagez un avaloir de sol dans le plancher du vide sanitaire.
- Prévoyez un drainage sous la dalle.

Figure 4 : Vide sanitaire non chauffé



Construisez les vides sanitaires chauffés comme s'il s'agissait d'un sous-sol chauffé de faible hauteur.

- En posant convenablement les matériaux isolants sur les surfaces intérieures des murs des vides sanitaires, on réduira l'humidité qui pénètre dans ces vides.
- Appliquez l'isolant également sur les surfaces intérieures des murs et jusqu'en haut des murs de fondation au-dessus du niveau du sol.
- Évitez de créer des cavités qui sont reliées entre les faces intérieures et extérieures de l'isolant, étant donné que cela créera des courants de convection qui déplaceront l'humidité contre les surfaces froides.

3. Pour les vides sanitaires non chauffés :

- Le vide devrait être bien ventilé.
- Le plancher au-dessus du vide doit être étanche à l'air et avoir un niveau d'isolation approprié.
- Envisagez d'appliquer un isolant imperméable rigide sur le dessous du plancher pour éviter que la structure ne devienne mouillée pendant

l'été. (L'isolant rigide doit être classé résistant au feu s'il est exposé.)

- Installez une coupure de capillarité sur le dessus des murs de fondation, sous la structure du plancher.
- Installez un revêtement de protection contre l'humidité (membrane hydrofuge) sur le sol.

Insectes

Les insectes sont une source de préoccupation dans de nombreuses régions, surtout dans les climats doux et humides. La chaleur et un degré d'humidité élevé sont habituellement idéals pour les insectes. Il n'y a pas de méthode universelle pour régler les problèmes d'insectes, mais on les atténuera si l'on s'attaque aux problèmes d'humidité. Envisagez aussi de recourir aux pratiques locales utilisées pour la protection contre les insectes communs dans la région.

- ASHRAE. *Handbook of Fundamentals*, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, Georgia, 1997.
- ACCH. *Canadian Home Builders' Association Builders Manual*, Association canadienne des constructeurs d'habitations, Ottawa (Ontario), 1994.
- The IBI Group Prairie. *Moisture Problems: Crawl Space Investigations in Norway House Manitoba*, publié par la Société canadienne d'hypothèques et de logement, Ottawa (Ontario), 1997.
- Joseph Lstiburek. *Builder's Guide: Mixed Climates*, Building Science Corporation, Westford, Massachusetts, 1997.
- Joseph Lstiburek. *Builder's Guide: Cold Climates*. Building Science Corporation, Westford, Massachusetts, 1997.
- Nazaroff, W.W. et Doyle, S. M. *Radon Entry into Houses Having a Crawl Space*, Health Physics, vol. 48, n° 3, 1985.
- S. Quarles. *Factors Influencing the Moisture Conditions in Crawl Spaces*, Forest Products Journal, vol. 39, n° 10, 1989.
- Sheltair Scientific Ltd. *Investigation of Crawl Space Ventilation and Moisture Control Strategies for BC Houses*, publié par la Société canadienne d'hypothèques et de logement, Ottawa (Ontario), 1991.

