



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

GUIDE

PUITS CLIMATIQUES

INSTALLATION ET MISE EN SERVICE

MARS 2015

NEUF-RENOVATION

ÉDITO

Le Grenelle Environnement a fixé pour les bâtiments neufs et existants des objectifs ambitieux en matière d'économie et de production d'énergie. Le secteur du bâtiment est engagé dans une mutation de très grande ampleur qui l'oblige à une qualité de réalisation fondée sur de nouvelles règles de construction.

Le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a pour mission, à la demande des Pouvoirs Publics, d'accompagner les quelque 370 000 entreprises et artisans du secteur du bâtiment et l'ensemble des acteurs de la filière dans la réalisation de ces objectifs.

Sous l'impulsion de la CAPEB et de la FFB, de l'AQC, de la COPREC Construction et du CSTB, les acteurs de la construction se sont rassemblés pour définir collectivement ce programme. Financé dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie grâce à des contributions importantes d'EDF (15 millions d'euros) et de GDF SUEZ (5 millions d'euros), ce programme vise, en particulier, à mettre à jour les règles de l'art en vigueur aujourd'hui et à en proposer de nouvelles, notamment pour ce qui concerne les travaux de rénovation. Ces nouveaux textes de référence destinés à alimenter le processus normatif classique seront opérationnels et reconnus par les assureurs dès leur approbation ; ils serviront aussi à l'établissement de manuels de formation.

Le succès du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » repose sur un vaste effort de formation initiale et continue afin de renforcer la compétence des entreprises et artisans sur ces nouvelles techniques et ces nouvelles façons de faire. Dotées des outils nécessaires, les organisations professionnelles auront à cœur d'aider et d'inciter à la formation de tous.

Les professionnels ont besoin rapidement de ces outils et « règles du jeu » pour « réussir » le Grenelle Environnement.

Alain MAUGARD

Président du Comité de pilotage du Programme
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »
Président de QUALIBAT



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

AVANT-PROPOS

Afin de répondre au besoin d'accompagnement des professionnels du bâtiment pour atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle Environnement, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a prévu d'élaborer les documents suivants :

Les **Recommandations Professionnelles** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU. Ces nouveaux textes de référence seront reconnus par les assureurs dès leur approbation.

Les **Guides** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en œuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter.

Les **Calepins de chantier** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des mémentos destinés aux personnels de chantier, qui illustrent les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles des Recommandations Professionnelles et des Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 ».

Les **Rapports** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » présentent les résultats soit d'une étude conduite dans le cadre du programme, soit d'essais réalisés pour mener à bien la rédaction de Recommandations Professionnelles ou de Guides.

Les **Recommandations Pédagogiques** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents destinés à alimenter la révision des référentiels de formation continue et initiale. Elles se basent sur les éléments nouveaux et/ou essentiels contenus dans les Recommandations Professionnelles ou Guides produits par le programme.

L'ensemble des productions du programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » est mis gratuitement à disposition des acteurs de la filière sur le site Internet du programme : <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr>



Sommaire

1 - Domaine d'application	7
2 - Références	8
2.1. • Références réglementaires	8
2.2. • Références normatives	8
3 - Présentation générale d'un puits climatique	10
4 - Rôle des différents intervenants du chantier	12
5 - Puits climatique et sécurité incendie	14
6 - Transport et stockage du matériel	15
6.1. • Transport	15
6.2. • Stockage	15
7 - Terrassement	16
7.1. • Le talutage	17
7.2. • Le blindage	17
8 - Réalisation et stabilisation du lit de pose	19
9 - Dispositions préliminaires à la pose et à l'assemblage des conduits	20
9.1. • Configuration du réseau	20
9.2. • Spécificités à appliquer pour une configuration en boucle de Tichelmann	21
9.3. • Coupe des tubes	22
10 - Pose des tubes	23
11 - Assemblage des tubes	25
12 - Installation de la prise d'air neuf et des regards	27
12.1. • Pose de la prise d'air neuf	27
12.2. • Pose des regards intermédiaires	30

13 - Installation du dispositif d'évacuation des condensats	31
13.1. • Cas d'un bâtiment avec sous-sol accessible.....	31
13.2. • Cas d'un bâtiment avec sous-sol non accessible ou sans sous-sol.....	33
14 - Traversée de paroi et liaison avec le bâtiment	36
14.1. • Absence de nappe phréatique.....	36
14.1.1. • Réseau en conduit métallique.....	36
14.1.2. • Réseau en conduit synthétique.....	37
14.2. • Présence de nappe phréatique.....	37
15 - Élément connexe au puits climatique : le bypass de l'installation	38
15.1. • La prise d'air supplémentaire.....	39
15.2. • La pose du registre.....	39
15.3. • La pose des sondes de température.....	40
15.3.1. • La sonde de température extérieure.....	40
15.3.2. • La sonde de température ambiante.....	40
15.3.3. • Le raccordement des sondes.....	41
16 - Procédure de vérification du réseau avant remblaiement	42
16.1. • Contrôle visuel.....	42
16.2. • Test d'étanchéité.....	42
17 - Remblaiement	43
18 - Points de contrôle après remblaiement	46
18.1. • Contrôle de compactage.....	46
18.2. • Contrôle télévisuel.....	47
18.3. • Contrôle d'étanchéité.....	47
19 - Mise en service de l'installation	49
19.1. • Vérification par mesures.....	49
19.2. • Evacuation des condensats.....	50
19.3. • Vérification de la régulation du bypass.....	50
20 - Informations et conseils pour l'utilisateur	51



Domaine d'application

1



Ce guide concerne les installations nouvelles de puits climatiques mises en œuvre en habitat et en tertiaire, tant en construction neuve qu'en rénovation.

Le guide fournit les prescriptions relatives à l'installation et à la mise en service du puits climatique. Les étapes de mise en œuvre des différents éléments constitutifs du puits climatique sont décrites, de même que les phases de terrassement et de remblaiement du terrain.

Le puits climatique est défini depuis la prise d'air neuf jusqu'à la pénétration dans le bâtiment. L'installation de ventilation raccordée au puits climatique ne fait pas partie du système et n'est donc pas traitée dans ce guide. Cependant, pour s'assurer du bon fonctionnement de l'installation complète intégrant le puits climatique et le système de ventilation ou de traitement d'air, il est intégré des prescriptions relatives :

- au bipasse du puits climatique et à sa régulation ;
- à l'installation complète associant le puits climatique et le système aéraulique.

Le puits climatique ne peut pas assurer seul la ventilation générale d'un bâtiment. Un système d'extraction d'air est toujours à prévoir en complément d'une installation de puits climatique.

Les informations contenues dans ce guide s'appliquent dans les conditions suivantes :

- en France métropolitaine ;
- en zone non inondable ;
- pour une hauteur de recouvrement des tubes inférieure à 6 mètres ;
- pour un réseau de tubes disposé sur un seul et même niveau (pas de superposition de tubes) ;
- pour un réseau totalement enterré depuis la prise d'air neuf jusqu'à la pénétration dans le bâtiment (aucune partie du réseau n'est située hors sol).



2

Références



2.1. • Références réglementaires

- Circulaire du 9 août 1978 modifiée relative à la révision du Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT)
- Code du Travail, Quatrième partie, Livre V, Titre III, Chapitre IV, Section 4 « Travaux de terrassement à ciel ouvert »
- Arrêté du 25 juin 1980 modifié portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public
- Arrêté du 31 janvier 1986 modifié relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation
- Arrêté du 19 février 2013 encadrant la certification des prestataires en géoréférencement et en détection des réseaux et mettant à jour les fonctionnalités du téléservice « réseaux-et-canalizations.gouv.fr »
- Fascicule 70 « Ouvrages d'assainissement » du Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG), novembre 2003

2.2. • Références normatives

- NF DTU 68.3 P1-1-1 Installations de ventilation mécanique – Partie 1-1-1 Règles générales de calcul, dimensionnement et mise en œuvre – Cahier des clauses techniques types
- NF EN 124 Dispositifs de couronnement et de fermeture pour les zones de circulation utilisées par les piétons et les véhicules
- NF EN 1610 Mise en œuvre et essai des branchements et collecteurs d'assainissement

- NF P 98-331 Chaussées et dépendances – tranchées : ouverture, remblayage, réfection
- NF P 98-332 Chaussées et dépendances – Règles de distance entre les réseaux enterrés et règles de voisinage entre les réseaux et les végétaux
- NF P 94-500 Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications
- NF EN 13053 Ventilation des bâtiments – Caissons de traitement d'air – Classification et performance des unités, composants et sections
- NF EN 12613 Dispositifs avertisseurs à caractéristiques visuelles, en matière plastique, pour câbles et canalisations enterrés
- NF C 15-100 Installations électriques à basse tension
- NF P 94-063 Sols : Reconnaissance et essais – Contrôle de la qualité du compactage – Méthode au pénétromètre dynamique à énergie constante – Principe et méthode d'étalonnage des pénétrodensitographes – Exploitation des résultats – Interprétation
- NF P 94-105 Sols : Reconnaissance et essais – Contrôle de la qualité du compactage – Méthode au pénétromètre dynamique à énergie variable – Principe et méthode d'étalonnage du pénétromètre – Exploitation des résultats – Interprétation
- NF EN 779 Filtres à air de ventilation générale pour l'élimination des particules – Détermination des performances de filtration



Présentation générale d'un puits climatique

3



Un puits climatique est un système géothermique à air qui utilise l'inertie thermique du sol pour préchauffer ou rafraîchir l'air insufflé dans le bâtiment. L'intérêt d'un tel système repose sur le constat suivant : en France, la température de l'air extérieur peut varier de -20 à 35°C tout au long de l'année suivant les saisons et la région alors que la température du sol, à quelques mètres de profondeur, reste relativement constante, entre 10 et 15°C .

Un puits climatique permet d'assurer le préchauffage ou le rafraîchissement de l'air neuf d'une installation de ventilation ou de traitement d'air.

Il est composé des éléments suivants (Figure 1) :

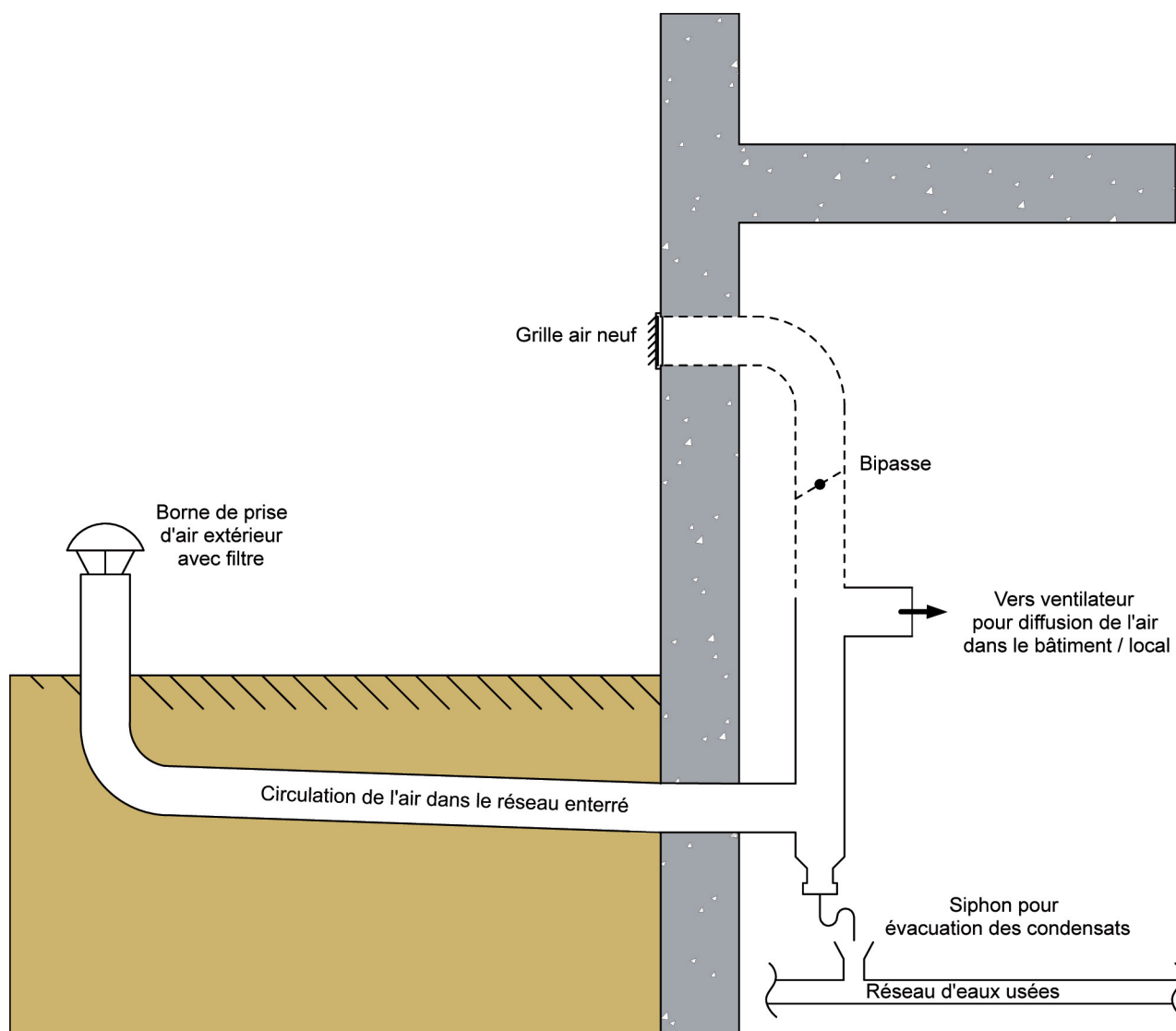
- une entrée d'air neuf équipée d'une grille para-volatile et anti-rongeurs et d'un filtre ;
- un ou plusieurs tubes pour le passage de l'air. Ces tubes sont mis en place avec une pente minimale permettant l'écoulement des condensats et évitant ainsi la stagnation d'eau et d'humidité résiduelle ;
- des accessoires tels que les coudes, les tés, les joints... adaptés aux tubes et assurant l'assemblage complet du réseau ;
- une boîte d'inspection ou un regard permettant les opérations de maintenance et d'inspection de l'installation ;
- un dispositif spécifique de collecte et d'évacuation des condensats adapté selon la configuration du puits climatique.

L'installation de puits climatique est, dans tous les cas, à raccorder à une installation de ventilation ou une centrale de traitement d'air. La circulation de l'air dans le puits climatique est ainsi assurée par le ventilateur de l'installation de ventilation ou de traitement d'air.

En option, un bipasse peut être installé afin de court-circuiter le puits climatique et permettre le passage d'air à partir d'une prise d'air extérieure directe.



Pour favoriser la régénération du sol, une surface drainante (surface gazonnée par exemple) est à privilégier au dessus du puits climatique.



▲ Figure 1 : Représentation schématique d'un puits climatique et de son raccordement à des éléments connexes





Rôle des différents intervenants du chantier

4



La mise en œuvre d'un puits climatique implique différents lots, en coordination avec le lot génie climatique (Figure 2) :

- le lot « Voirie et Réseaux Divers » (« VRD ») ou « Terrassement » ;
- le lot « Génie civil » ;
- le lot « Electricité » ;
- le lot « Plomberie ».

Selon le type de marché, le contrôle de l'installation du puits climatique incombe au lot « Voirie et Réseaux Divers » ou « Terrassement »

Compte tenu des contraintes spécifiques, la mise en place du réseau du puits climatique peut revenir au lot « VRD ». Selon les configurations du marché, cette opération peut être sous la responsabilité du lot « Génie climatique » et sous-traitée au lot précédent. Cette configuration est illustrée en (Figure 2) avec la description des intervenants et des rôles attribués à chacun.

L'installation de ventilation est généralement mise en œuvre par le lot « Génie climatique ». Le raccordement du puits climatique à l'installation de ventilation ou de traitement d'air et le contrôle complet, avant réception du chantier, de toute l'installation aéraulique (puits climatique compris) incombe au lot « Génie climatique ».

Intervenant / lot	Rôle
Maître d'ouvrage	– Déclaration de travaux
Maître d'œuvre ou bureau d'études techniques	– Coordination des intervenants – Contrôle des travaux et récolement des autocontrôles des entreprises
VRD (Voirie et Réseaux Divers) ou Terrassement	– Terrassement suivant les plans définis par le lot Génie Civil précisant les altimétries – Réception du support avec le lot Génie Civil – Mise en œuvre de regards ou boîtes d'inspection préfabriquées – Procès verbal de constat d'étanchéité des réseaux avant remblaiement signé par les lots Génie Civil et VRD (cette opération est optionnelle, elle ne présente aucune valeur pour l'acceptation finale de l'installation) – Mise en pression des réseaux après remblaiement – Procès verbal de constat d'étanchéité des réseaux signé par les lots Génie Civil et VRD – Contrôle de l'installation
Génie civil	– Traversée de mur enterré (traitement d'étanchéité à l'eau et à l'air) – Regards de visite, d'entretien et de récupération des condensats
Plomberie	– Fourniture et pose du dispositif d'évacuation des condensats (avec relevage éventuel)
Génie climatique	– Réception du support avec le lot VRD – Mise en place du réseau du puits climatique (action généralement sous-traitée au lot VRD) – Mise en pression des réseaux avant remblaiement et procès verbal de constat d'étanchéité signé par les lots Génie Civil et VRD (cette opération est optionnelle, elle ne présente aucune valeur pour l'acceptation finale de l'installation) – Procès verbal de constat d'étanchéité des réseaux après remblaiement signé par les deux parties Génie civil et VRD – Mise en place du réseau à l'intérieur du bâtiment hors puits climatique – Fourniture et mise en place des accessoires et registres assurant le lien entre le puits climatique et la centrale de ventilation – Contrôle de l'installation de ventilation – Mise en service de l'installation globale et paramétrage de la régulation du bipasse
Electricité	– Mise à disposition des attentes électriques protégées en tête

▲ Figure 2 : Exemple de répartition des rôles des intervenants dans la réalisation d'un puits climatique, en tertiaire



Puits climatique et sécurité incendie

5



A ce jour, l'exigence au feu concernant une installation de puits climatique n'est pas clairement définie.

En bâtiment tertiaire, le ventilateur relié au puits climatique peut être couplé à la sécurité incendie du bâtiment.



En présence de futures exigences sur ce sujet, il appartiendra à l'installateur de les prendre en considération.

Transport et stockage du matériel

6



Le transport et le stockage sont des étapes importantes durant lesquelles il faut veiller à ne pas dégrader le matériel utilisé pour la réalisation du puits climatique.

6.1. • Transport

Lors du transport, des cales sont placées entre les tubes afin de limiter les chocs. Les tubes sont placés horizontalement et de préférence sur les palettes prévues à cet effet.

6.2. • Stockage

Les extrémités des tubes sont obturées à l'aide de bouchons ou autres moyens adaptés de sorte que les tubes ne puissent être souillés par des boues, écoulements ou introductions de matières étrangères.

Les tubes synthétiques pouvant être soumis à des déformations ou à une modification de structure sous l'effet du rayonnement solaire, ils sont à protéger contre l'échauffement et les UV.

Commentaire

La manutention des tubes est à faire avec précaution. Le moyen de levage est à adapter à la longueur, au poids et à la flexibilité des tubes, afin de ne pas détériorer les tubes et leurs extrémités.



Terrassement

7



Le terrassement consiste à creuser une tranchée et à déplacer la terre en vue de mettre en place le puits climatique. Cette opération est à effectuer conformément au Fascicule 70.

La terre végétale puis la terre excavée sont stockées. Leur réutilisation est à envisager. Dans tous les cas, il est nécessaire, lors de la phase de remblaiement, de retirer toute pierre pointue trop volumineuse pouvant entraîner à terme un poinçonnement du tube.

Le déblaiement du terrain est réalisé par une pelleteuse en respectant, dès le fond de fouille, la pente choisie entre le point haut et le point bas du puits climatique.

Les dimensions de la tranchée dépendent des caractéristiques du projet.

Selon la profondeur et la largeur de la tranchée, sa réalisation peut nécessiter des précautions supplémentaires telles que le talutage (cf. 7.1) voire le blindage (cf. 7.2) des parois. Ces précautions et dispositions visent à prévenir tout éboulement et assurer la sécurité des professionnels (Code du travail, Section 4).

Lors de la réalisation du terrassement, une attention particulière est apportée aux points suivants :

- respecter la pente minimale de 2% entre le point haut et le point bas du puits climatique ; une pente plus faible présente le risque de création de contre-pentes ;
- débarrasser le fond de la tranchée de toute pierre pointue ou trop importante qui pourrait abîmer ou percer les tubes lors de la mise en œuvre.



Une enquête sur le terrain permet de détecter la présence éventuelle de servitudes de passages d'engins.

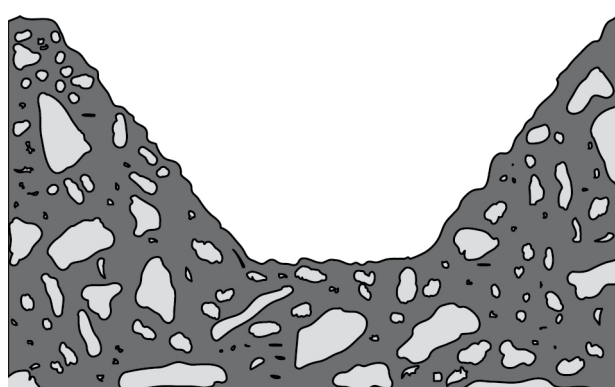
Par ailleurs, un réseau de drainage, éventuellement présent, peut être détruit par les travaux. Il convient d'alerter le propriétaire du terrain amont.

Commentaire

Pour une configuration de réseau en boucle de Tichelmann ou en méandres, il peut être réalisé un terrassement général de la zone. Il convient de disposer d'un terrain suffisamment grand pour stocker les volumes de terres excavées. L'augmentation de volume d'une argile transportée peut atteindre 30 %.

7.1. • Le talutage

Le talutage des parois (Figure 3) vise à leur donner une inclinaison suffisante de sorte qu'elles ne s'effondrent pas. Pour des raisons de sécurité, il convient de tenir compte de la nature du terrain et des surcharges éventuelles.



▲ Figure 3 : Exemple de talutage du sol

7.2. • Le blindage

En comparaison au talutage, le blindage des parois (Figure 4) permet de réduire le volume de terre déblayé. Toutefois, il nécessite la mise en place puis le démontage d'éléments externes mis en œuvre sur les parois de la tranchée.

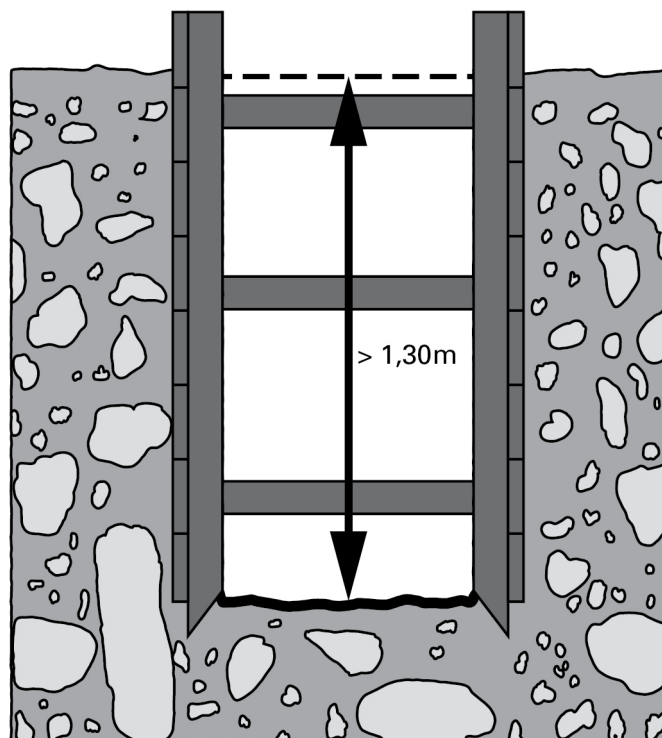
Le blindage s'impose lorsque la tranchée est réalisée à proximité d'ouvrages existants.

Si le puits est implanté à une profondeur plus importante que les fondations de la construction, il convient d'établir le plan de réservation de la pénétration de la canalisation en précisant la cote altimétrique.

Commentaire

Le blindage peut être obligatoire dans certaines conditions de tranchée.

Par exemple, toute tranchée de plus de 1,30 m de profondeur, d'une largeur égale ou inférieure aux 2/3 de la profondeur et dont les parois sont verticales doit être blindée.



▲ Figure 4 : Exemple de blindage de la tranchée

Réalisation et stabilisation du lit de pose



Une fois le terrassement effectué et avant la pose des conduits, il faut réaliser et stabiliser le lit de pose.

Le lit de pose est réalisé en respectant les prescriptions du Fascicule 70. Pour ce faire, une épaisseur de 10 à 15 cm minimum de sable compacté de faible granulométrie est mise en place en fond de tranchée. Le sable est à privilégier mais n'est pas obligatoire et peut être remplacé par tout matériau présentant une granulométrie fine. Le sable grossier est à proscrire car il comporte trop de vides néfastes à la conductivité thermique.

Dès le lit de pose, il est nécessaire de s'assurer de la présence d'une pente minimale de 2% entre le point haut et le point bas du puits climatique.

Le niveau de compactage requis est supérieur ou égal à 90% de l'Optimum Proctor Normal (OPN) correspondant au niveau q5 « compacté-contrôlé-validé » tel que défini dans le Fascicule 70.





Dispositions préliminaires à la pose et à l'assemblage des conduits

9



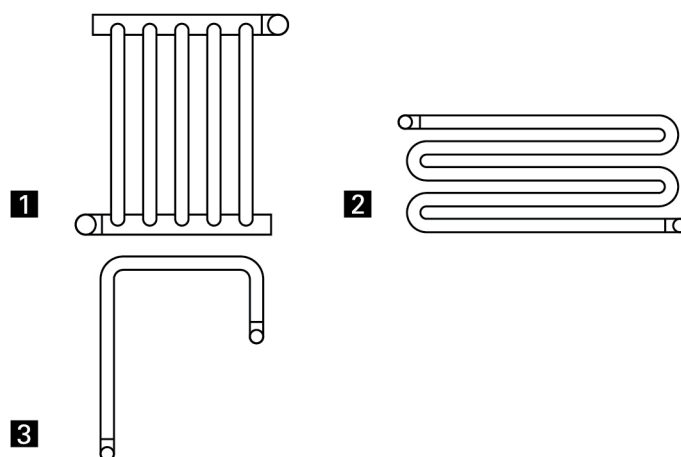
Avant leur mise en œuvre, les tubes et accessoires doivent faire l'objet d'un contrôle visuel afin de détecter tout dommage éventuel.

9.1. • Configuration du réseau

Selon l'emplacement disponible, la pose des tubes est envisagée selon différentes configurations (Figure 5) :

- en boucle de Tichelmann (1) ;
- en méandres (2) ;
- circulaire (3) ;
- linéaire.

Le choix de la configuration repose sur l'étude de dimensionnement et est fonction notamment du débit d'air à véhiculer et de la surface de terrain disponible.



▲ Figure 5 : Différentes configurations possibles de mise en œuvre d'un puits climatique : en Tichelmann (1), en méandres (2) et circulaire (3)

9.2. • Spécificités à appliquer pour une configuration en boucle de Tichelmann

Dans le cas d'une configuration en boucle de Tichelmann, il est nécessaire de mettre en place dans l'ordre : un premier collecteur, le réseau de tubes puis le second collecteur.

Cette configuration nécessite de réaliser une double pente, au niveau des tubes et au niveau des collecteurs, pour obtenir un écoulement correct des condensats sur tout le réseau.

Deux solutions sont possibles selon l'orientation de la pente naturelle du terrain :

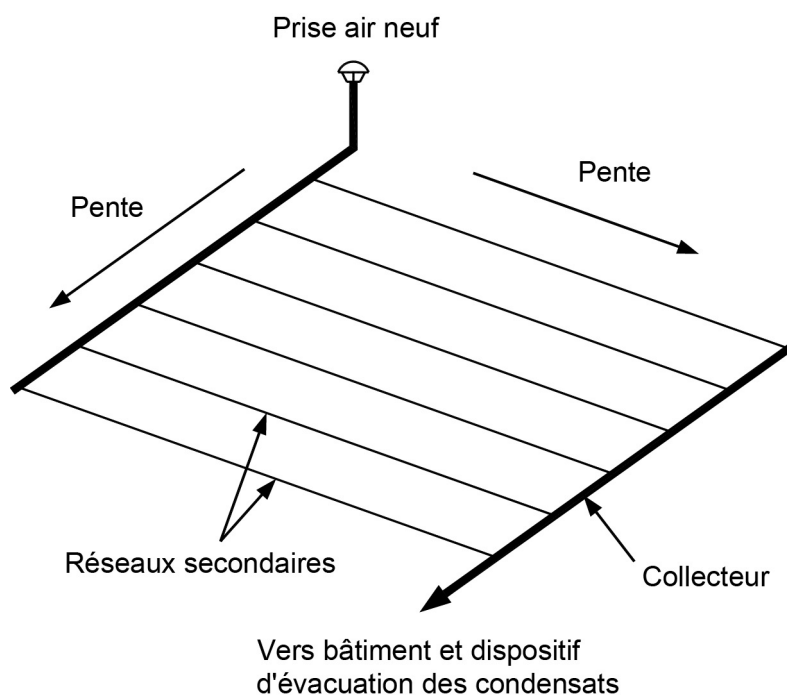
- double pente avec point bas de l'installation du côté du bâtiment (Figure 6) ;
- double pente avec point bas de l'installation du côté de la prise d'air neuf (Figure 7).

Quelle que soit sa localisation, le point bas de l'installation doit comporter un dispositif de récupération et d'évacuation des condensats. Les réservations nécessaires doivent être prévues.

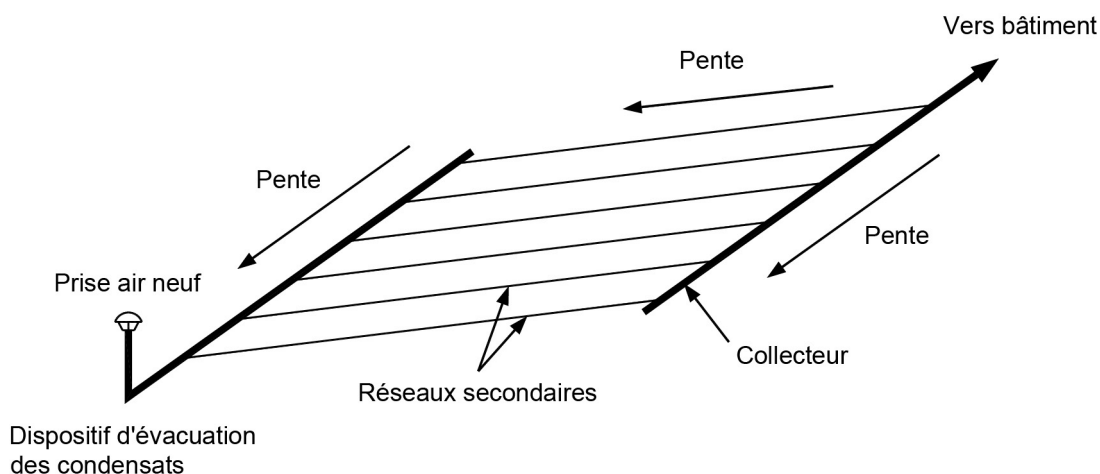
La configuration la plus simple avec un seul point bas est à privilégier. Toutefois, en présence de plusieurs points bas, ils doivent être équipés de la même façon.



Rappelons que dans le cas d'une boucle de Tichelmann, il faut s'assurer que les longueurs et les pertes de charge de chaque réseau secondaire sont identiques afin d'équilibrer les débits.



▲ Figure 6 : Illustration de la double pente avec le point bas de l'installation du côté du bâtiment et le dispositif d'évacuation des condensats



▲ Figure 7 : Illustration de la double pente avec le point bas de l'installation du côté de la prise d'air neuf et le dispositif d'évacuation des condensats

9.3. • Coupe des tubes

Les tubes peuvent être coupés sur le chantier. Le matériel de coupe utilisé doit être compatible avec la nature du tube.

La coupe est à effectuer perpendiculairement à l'axe du tube. En présence de tubes annelés, la coupe est réalisée au creux de l'annelure.

Avant toute pose et assemblage, les surfaces de coupe sont nettoyées, légèrement biseautées et ébavurées.

L'absence de corps étranger (sable, terre par exemple) et la propreté du tube sont vérifiées en permanence.

Pose des tubes

10



Selon leur poids, les tubes peuvent être manipulés manuellement ou non. Dans tous les cas, ils sont déposés avec précaution dans la tranchée.

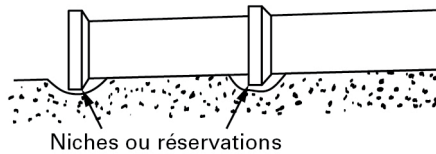
La mise en place des tubes est réalisée en se conformant à la norme NF EN 1610.

Ils sont posés sur le lit de pose en veillant à :

- respecter une pente continue sur tout le réseau ;
- respecter leur positionnement en termes d'alignement et de profondeur ;
- réaliser une niche ou réservation dans le sol au droit de chaque raccord afin de garantir l'appui continu du tube sur le fond de fouille (Figure 8) ;
- obturer temporairement les extrémités des tubes à l'aide de bouchons d'obturation ou de bâches plastique jusqu'à la reprise des travaux. Les bouchons présentent l'avantage de garantir une meilleure étanchéité à l'eau en cas d'inondation accidentelle de la fouille.

Durant les travaux de pose, les tranchées sont maintenues exemptes d'eau.

En présence de plusieurs tubes sur un même niveau, il convient de respecter un espacement entre les tubes afin d'assurer un bon échange thermique avec le sol. Il est conseillé un espacement minimal entre les tubes de trois fois le diamètre.



▲ Figure 8 : Visualisation de niches ou réservations effectuées au droit des raccords

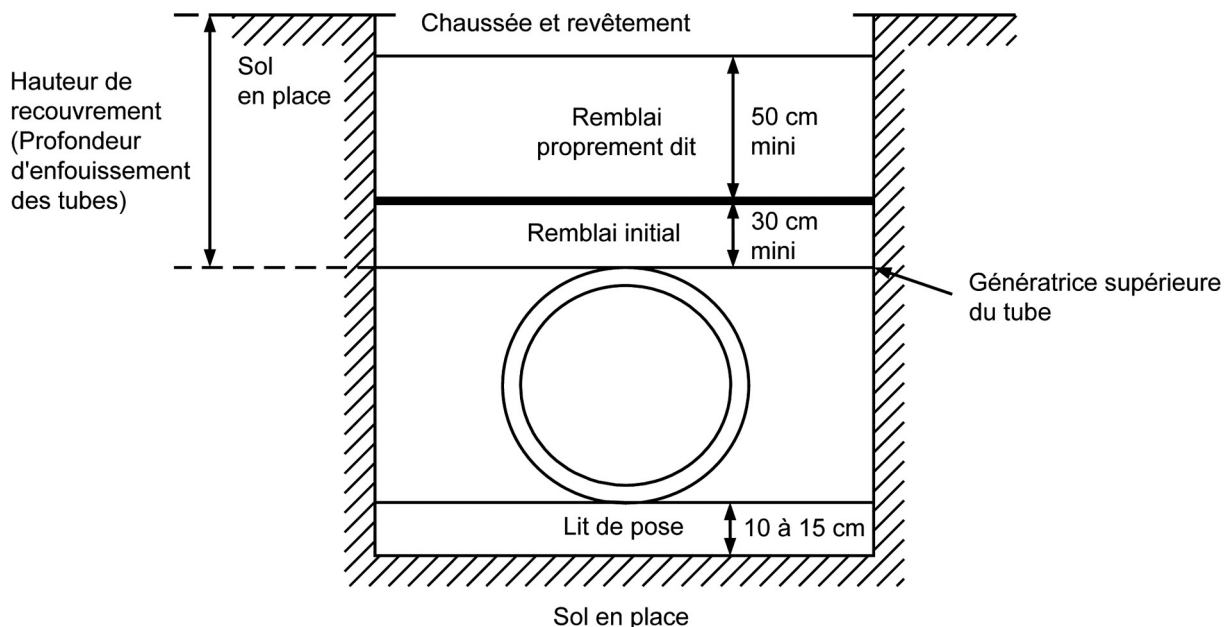
Commentaire

En fonction des terrains rencontrés et des conditions météorologiques, des dispositifs spécifiques tels que des regards de pompage et pompes de relevage sont à envisager dès le devis.



La profondeur d'enfouissement des conduits doit permettre de respecter (Figure 9) :

- la pente minimale de 2% entre le point haut et le point bas de l'installation ;
- la hauteur minimale de 30 cm de remblai initial situé au-dessus des tubes ;
- la hauteur minimale de 50 cm de remblai proprement dit



▲ Figure 9 : Rappel des différentes couches de remblai (selon NF EN 1610)

11

Assemblage des tubes



Selon le diamètre et la nature du tube, la phase d'assemblage est effectuée manuellement ou à l'aide d'outils spécifiques adaptés aux produits. L'assemblage des tubes nécessite que ces derniers soient secs et propres.

Un marquage visuel est réalisé sur les tubes afin de contrôler la bonne profondeur d'assemblage des composants entre eux. Selon les tubes, ce marquage est matérialisé en usine ou est effectué par le professionnel lors de la mise en œuvre. La profondeur d'emboîture préconisée par le fabricant doit être respectée.

L'assemblage de deux tubes peut être réalisé au moyen de manchons ou d'emboîtures.

Cet assemblage requiert l'utilisation de joints. Selon la nature des tubes, le joint est à mettre en place sur le tube ou est directement serti dans le tube. La phase d'assemblage est facilitée par l'utilisation d'un gel lubrifiant adapté aux préconisations du fabricant. Il est alors nécessaire d'enduire de lubrifiant la surface apparente du joint et la surface intérieure du manchon ou de l'emboîture.



Sauf indications contraires du fabricant, l'usage de lubrifiant à base d'hydrocarbures et l'utilisation de colle pour assurer l'assemblage des composants sont fortement déconseillés.

Selon la configuration du puits climatique, l'utilisation de pièces de raccord (té de dérivation, coude, collecteur voire cône de réduction) est nécessaire pour l'assemblage des tubes. Les pièces doivent être préfabriquées en usine et provenir du même fabricant. Ce dernier est à solliciter en cas de difficultés rencontrées sur le chantier.



Le façonnage sur le chantier de pièces pour l'assemblage des éléments du puits climatique est à proscrire.

L'étanchéité est assurée par compression d'une bague d'étanchéité. L'assemblage peut être mécanique, à brides ou soudé. Il diffère selon les caractéristiques dimensionnelles du puits, les exigences vis-à-vis du sol (par exemple, présence ou non d'une nappe phréatique) mais également selon l'offre des fabricants.

Commentaire

Il convient dans tous les cas de se référer aux spécificités de mise en œuvre des fabricants.



Installation de la prise d'air neuf et des regards

12



12.1. • Pose de la prise d'air neuf

La prise d'air neuf permet l'apport d'air neuf extérieur dans le puits climatique.

Afin de limiter toute pénétration de la pollution extérieure dans le puits, elle est constituée des éléments suivants :

- un filtre dont les caractéristiques, précisées dès la conception du projet, sont définies selon la norme NF EN 779 ;
- un chapeau pare-pluie ;
- une grille de protection pour éviter toute pénétration de corps étrangers.

La prise d'air neuf se compose de deux parties distinctes (Figure 10) :

- une partie supérieure comprenant le filtre, le chapeau pare-pluie et la grille de protection ;
- une partie inférieure assurant le lien avec le conduit enterré du puits climatique.

Commentaire

La classe d'efficacité du filtre est fonction du degré de protection souhaité. Elle est définie dès le cahier des charges. Lors de l'installation, il est primordial de se conformer au choix initial afin de conserver des pertes de charges identiques à celles considérées au moment du calcul.

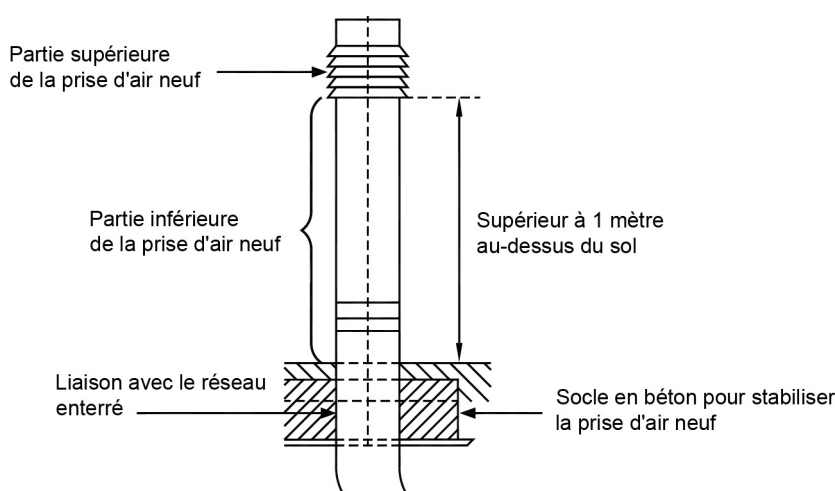
Afin de protéger la partie supérieure de la prise d'air et de ne pas l'encrasser inutilement, il est conseillé de la mettre en place en fin de travaux lors de la mise en service de l'installation. Une bâche ou un dispositif provisoire d'obturation adapté est prévu afin d'obturer la partie inférieure de la prise d'air pendant toute la durée des travaux.



D'une façon générale, toutes les attentes sont à obturer afin de limiter l'encrassement et la pénétration de corps étrangers dans l'ensemble du réseau.

La prise d'air neuf doit être :

- placée à une hauteur minimale supérieure à 1 m au-dessus du sol (Figure 10) ;
- protégée des vents dominants et de toute source de pollution (automobile, chimique, végétale, industrielle...) ;
- éloignée des fenêtres, compte-tenu du risque de bruit notamment en cas de surventilation nocturne ;
- facilement accessible et démontable pour l'entretien et le remplacement des filtres.



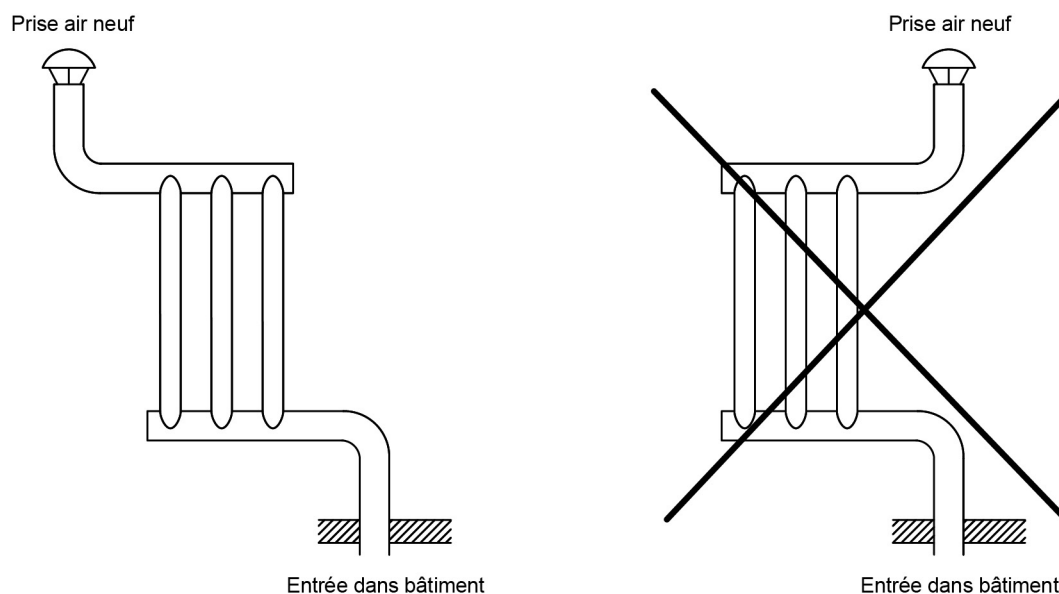
▲ Figure 10 : Constitution de la prise d'air neuf et implantation

La mise en place d'une prise d'air neuf dans un lieu accessible au public nécessite des dispositions pour prévenir tout acte de malveillance. Une clôture peut par exemple être installée autour de la borne d'air neuf. Cette disposition doit néanmoins permettre l'accès à la prise d'air pour les travaux d'entretien et de maintenance et notamment le remplacement des filtres.

Commentaire

L'emplacement de la prise d'air neuf doit être prévu au stade de la conception. Il appartient néanmoins à l'entreprise de vérifier sa compatibilité avec l'environnement. Si l'emplacement initialement prévu est inadéquat, il convient de le modifier le plus tôt possible, en accord avec le concepteur et le maître d'ouvrage. Dans ce cas, un plan modificatif doit être établi par le concepteur et validé par le maître d'ouvrage.

Dans le cas d'une configuration en boucle de Tichelmann, la prise d'air neuf est placée à l'opposé de l'entrée du puits dans le bâtiment afin de garantir l'équilibre des parcours et donc des débits d'air dans tous les tubes secondaires (Figure 11).

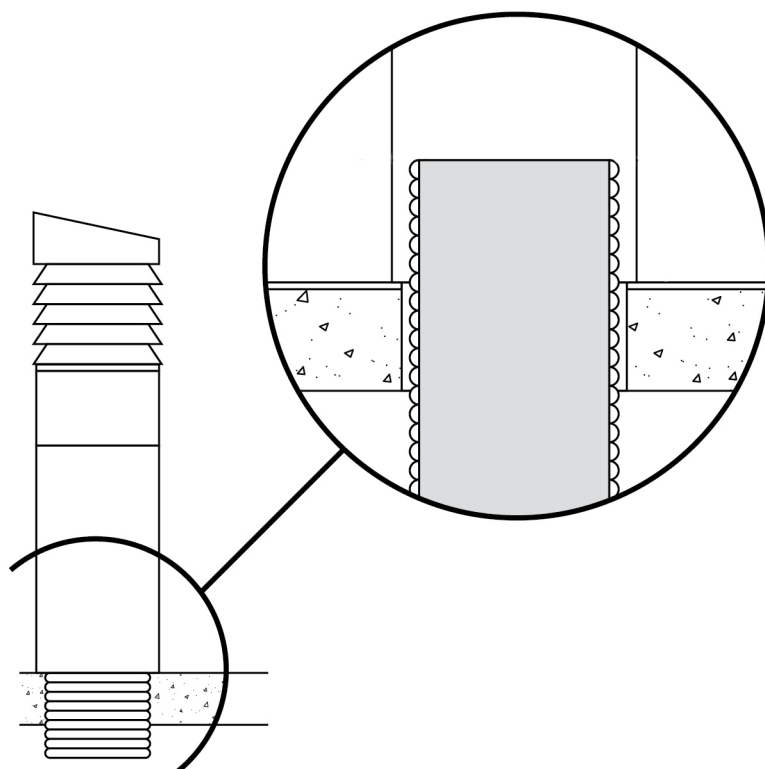


▲ Figure 11 : Avec une boucle de Tichelmann, la prise d'air neuf doit être placée à l'opposé de l'entrée du bâtiment

Pour assurer sa stabilisation, la prise d'air neuf est fixée sur un socle en béton dont l'épaisseur est variable selon le diamètre de la borne et son éventuelle prise au vent. Le socle est obligatoirement placé sur le remblai correspondant à la tranchée de la prise d'air. Il relève de la compétence d'un maçon qui doit être informé de la présence du remblai récent.

La prise d'air neuf peut également être insérée au niveau du tube sur une hauteur minimale (Figure 12). Cette disposition renforce sa stabilité, assure mieux sa liaison avec le réseau et limite les risques d'infiltration (à condition que l'assemblage entre la prise d'air neuf et le socle soit étanche de manière durable).

En présence d'une prise d'air neuf de diamètre important ($DN > 800$) et/ou de hauteur importante, un cadre ou panier de scellement est nécessaire pour assurer la stabilité de la prise d'air neuf. Cette pièce intermédiaire, sur laquelle repose la prise d'air neuf, est coulée directement dans le béton. Elle est destinée à reporter les contraintes dans tout le socle béton et non pas seulement en surface.



▲ Figure 12 : Vue de la prise d'air neuf et de sa liaison avec le réseau enterré du puits climatique

12.2. • Pose des regards intermédiaires

Le regard intermédiaire permet d'avoir un accès supplémentaire au niveau du puits. De ce fait, il est placé à l'opposé de la prise d'air extérieur. Ce regard est généralement nécessaire en l'absence de sous-sol accessible au niveau du bâtiment. Ainsi, il peut être prévu pour permettre également l'évacuation des condensats (cf. 13).

Le regard intermédiaire repose sur le lit de pose préalablement compacté. Pour une meilleure assise du regard, il est possible de réaliser un socle en béton.

Le regard est réalisé avec un ensemble de composants préfabriqués et notamment un fond de regard étanche fermé assurant ainsi une étanchéité parfaite avec le sol. Cette disposition est essentielle, indépendamment de la nature du sol et de la présence ou non de radon.

Tout regard intermédiaire enterré est recouvert d'un dispositif de couronnement et de fermeture étanche répondant aux exigences de la norme NF EN 124. La classe de résistance du tampon doit être choisie en fonction de l'usage en surface.

Les dimensions du regard sont adaptées à sa destination. Elles permettent d'accueillir et d'extraire les équipements qui y sont installés, mais également d'introduire les matériels de nettoyage et d'auscultation (caméra).

Installation du dispositif d'évacuation des condensats

13



Le phénomène de condensation dans les tubes peut se produire notamment en période estivale lorsque l'air extérieur, chaud et humide, pénètre dans les tubes dont la température est inférieure à celle de l'air ambiant. Ainsi, la vapeur d'eau contenue dans l'air se condense au contact de la paroi des tubes.

L'évacuation des condensats est obligatoire et est, selon les cas, réalisée :

- naturellement, par gravité avec une pente minimale de 2%, et raccordée au réseau d'évacuation du bâtiment ;
- à l'aide d'une pompe de relevage placée dans un regard étanche de collecte de condensats (tel que le regard intermédiaire ou sous la prise d'air neuf).

La mise en œuvre du dispositif d'évacuation des condensats peut être réalisée de façon différente selon que le bâtiment dispose ou non d'un sous-sol accessible.

Commentaire

L'évacuation des condensats par le raccordement au réseau d'évacuation du bâtiment est à privilégier.

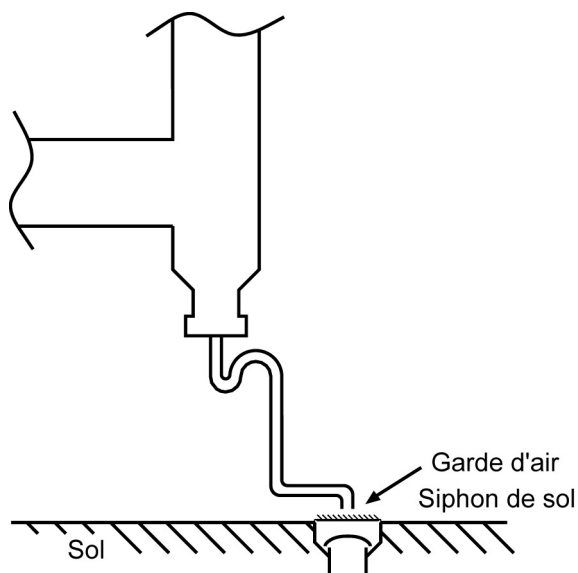
13.1. • Cas d'un bâtiment avec sous-sol accessible

En présence d'un sous-sol au niveau du bâtiment, l'évacuation des condensats est réalisée par gravité jusqu'au sous-sol. Elle est assurée par un dispositif indépendant du puits climatique et est à la charge du lot plomberie. Cette configuration permet de s'affranchir de la mise en œuvre d'un regard intermédiaire.

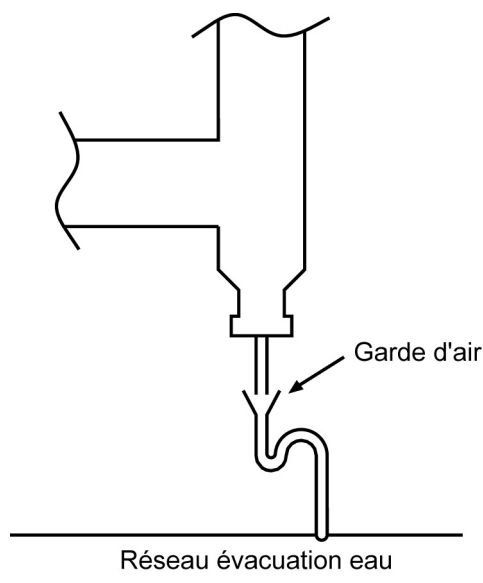


L'évacuation des condensats est effectuée :

- Soit au niveau du siphon de sol (Figure 13). Cette solution est recommandée ;
- Soit directement dans le réseau d'évacuation du bâtiment (Figure 14).



▲ Figure 13 : Evacuation des condensats au niveau d'un siphon de sol



▲ Figure 14 : Evacuation des condensats directement dans le réseau d'évacuation du bâtiment

Commentaire

Il est utile de prévoir un dispositif pour remplir le siphon de sol s'il n'y a plus d'eau.



Le raccordement du siphon au réseau d'évacuation du bâtiment nécessite une disconnection (garde d'air) afin d'éviter toute remontée d'eau et d'odeur du réseau du bâtiment vers le puits climatique.

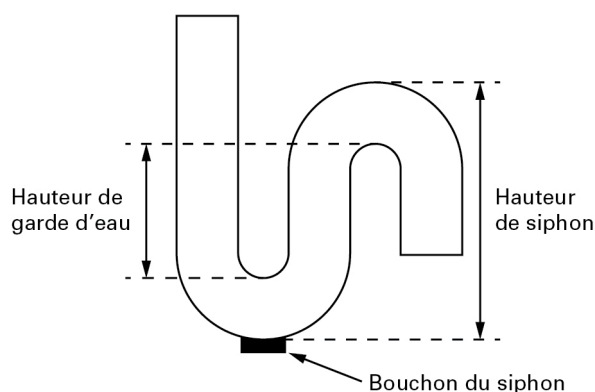
Un siphon est nécessaire sur la conduite d'évacuation des condensats.

Sa dimension doit être telle qu'il ne se désamorçe pas, c'est-à-dire qu'il ne se vide pas afin de ne pas engendrer d'odeurs et de ne pas créer un court-circuit du réseau d'air.

Il est recommandé (Figure 15) :

- une hauteur de garde d'eau correspondant à environ deux fois la pression du ventilateur et au minimum égale à 50 mm eau ;
- une hauteur totale de siphon correspondant à environ deux fois la garde d'eau.

Un diamètre DN32 (canalisation en PVC de diamètre intérieur 26 mm) est suffisant pour effectuer l'évacuation des condensats jusqu'au réseau d'eaux usées du bâtiment. Un bouchon de siphon est à prévoir en cas de saletés emportées avec les condensats.



▲ Figure 15 : Hauteurs caractéristiques d'un siphon

13.2. • Cas d'un bâtiment avec sous-sol non accessible ou sans sous-sol

En l'absence de sous-sol ou de locaux techniques, l'évacuation des condensats se fait en dehors du bâtiment et est associée au puits climatique. Toutefois, selon les fabricants, le dispositif de collecte et d'évacuation des condensats est dissocié ou non du réseau d'air du puits climatique. Il existe deux configurations :

- un dispositif de collecte et récupération de condensats situé au niveau du réseau d'air ;
- un dispositif de collecte et de récupération des condensats déconnecté du réseau d'air et relié à celui-ci par un tuyau de raccordement.

Afin d'éviter toute remontée d'eau, voire de radon, il convient d'utiliser des composants préfabriqués et étanches.

Un tampon de fermeture étanche est à placer en partie supérieure du dispositif afin d'éviter tout problème d'infiltration d'eaux de pluie, de



ruissellement et de garantir l'étanchéité totale du regard. Comme pour les regards intermédiaires, ce tampon est protégé par un dispositif de couronnement et de fermeture étanche répondant aux exigences de la norme NF EN 124. La classe de résistance est choisie en fonction de l'usage en surface.

Ce dispositif de collecte des condensats est réalisé au point bas de l'installation afin de recueillir les condensats et permettre leur évacuation.

L'évacuation des condensats est assurée par une pompe de relevage placée, en permanence ou non, au fond de ce regard. La mise en œuvre du dispositif de relevage des condensats ne doit pas altérer l'étanchéité de l'installation. Lorsque la pompe de relevage est placée en permanence, elle doit rester accessible pour les opérations d'entretien. Le fond du regard doit être suffisamment profond pour recevoir la pompe sans gêner le flux d'air traversant le puits climatique.

La pompe de relevage de condensats placée en permanence dans le réseau présente les caractéristiques suivantes :

- une alimentation électrique avec un départ spécifique permettant de ne pas être perturbée par d'autres installations ;
- des caractéristiques dimensionnelles adaptées au regard intermédiaire ou à la boîte d'inspection ;
- une hauteur de refoulement compatible avec la configuration du puits ;
- une étanchéité parfaite à l'eau (résistance en milieu humide) ;
- un niveau de déclenchement de la pompe pour une hauteur d'eau la plus faible possible (inférieure à 10 cm).

Un niveau de détection le plus faible possible permet de limiter la stagnation d'eau et donc d'assurer une bonne hygiène de l'air.

Commentaire

Une pompe de relevage permettant de pomper l'eau sous la surface de la pompe et non à partir d'un certain niveau est également une solution à envisager.

Il est judicieux mais non obligatoire de disposer d'une information de temps de fonctionnement de la pompe de relevage en prévoyant un compteur horaire.

Commentaire

Si l'on considère des conditions extérieures de 30°C et 70% d'humidité relative et des conditions de sortie de puits de 20°C et 80% d'humidité relative, le débit de condensat est évalué à :

– 12 l/h pour un bâtiment tertiaire avec un débit d'air dans le puits de 1500 m³/h, soit une hauteur d'eau d'environ 17 cm dans une boîte d'inspection de 30 cm de diamètre ;

– 2,5 l/h en habitat avec un débit d'air dans le puits de 300 m³/h, soit une hauteur d'eau d'environ 3,5 cm dans une boîte d'inspection de 30 cm de diamètre ;



La pompe de relevage des condensats n'est pas dimensionnée pour pallier à un défaut d'étanchéité (infiltration de nappe phréatique ou d'eau de pluie par exemple).

L'alimentation électrique de la pompe ainsi que l'évacuation des condensats vont transiter par le regard. Des réservations sont donc nécessaires pour permettre ces raccordements. L'étanchéité au niveau des passages de câble est assurée par les presse-étoupes.

Il est indispensable de prévoir une possibilité de remonter la pompe, par exemple avec une chaînette accessible depuis l'entrée du regard.

Commentaire

Une sonde de détection de niveau d'eau raccordée à une alarme lumineuse peut être mise en place au fond du regard pour alerter de pénétrations anormales d'eau dans le regard. Cette disposition est à considérer pour des installations tertiaires.

Il faut toutefois veiller à ce que l'alarme ne se déclenche pas de façon intempestive, en cas de présence ponctuelle d'eau liée à un phénomène normal de condensation par exemple.

Cette disposition vient en complément de la pompe de relevage.



L'évacuation des condensats par un regard ouvert reposant sur un lit de graviers avec une évacuation directement dans le sol est une solution fortement déconseillée pour trois raisons :

- un risque d'odeur en provenance du terrain
- un risque de remontée d'eau avec possibilité de noyer le regard et a fortiori le puits
- un risque de pénétration du gaz radon dans le puits et par la suite dans le bâtiment.

En période de pluie, le risque d'inondation du puits est d'autant plus important que le sol est non drainant (par exemple un sol argileux) et/ou en présence d'une nappe phréatique à proximité.



Traversée de paroi et liaison avec le bâtiment

14



La traversée de mur assure le lien entre les réseaux du puits climatique côté extérieur du bâtiment et les réseaux aérauliques côté intérieur du bâtiment.

La réalisation de cette liaison est différente selon :

- la nature du tube ;
- la paroi ;
- la présence ou non d'une nappe phréatique ;
- les dispositions techniques adoptées pour l'étanchéité de la paroi enterrée.

Il peut se produire un tassement du remblai le long de la paroi enterrée, avec un risque de cisaillement de la canalisation entraînée par le remblai. La qualité du compactage du remblai est donc essentielle.

14.1. • Absence de nappe phréatique

14.1.1. • Réseau en conduit métallique

En raison d'un coefficient de dilatation similaire pour le fer et le béton, la mise en œuvre d'un tube métallique (type fonte) en traversée de mur peut se faire sans pièce spécifique. Toutefois, dans cette configuration, tout contact entre le tube métallique et les armatures du béton est à éviter.

L'étanchéité entre le mur et le conduit est assurée par un scellement au mortier à retrait compensé et hydrophobe. Cette disposition est suffisante, a priori, pour assurer une bonne étanchéité aux eaux de ruissellement.



14.1.2. • Réseau en conduit synthétique

En présence d'un conduit synthétique (type polyéthylène ou polypropylène) ou de tout autre conduit dont le coefficient de dilatation induit des amplitudes de dilatation importantes, la liaison aéraulique entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment s'effectue à partir d'une pièce spécifique. La traversée de mur va permettre au conduit de se dilater librement.

L'étanchéité entre le mur de maçonnerie et la traversée de mur est assurée par un calfeutrement réalisé au mortier de ciment à retrait compensé. Le revêtement extérieur de la traversée de mur peut présenter un aspect granuleux afin que le mortier s'incruste plus facilement. Côté intérieur de la traversée de mur, un joint souple permet d'assurer l'étanchéité avec le tube. En l'absence de nappe phréatique, une protection de niveau IP 67 est suffisante. Cet indice de protection classe le niveau de protection qu'offre un composant aux intrusions de corps solides (1^{er} chiffre) et de liquides (2nd chiffre). Un indice de protection IP 67 offre une protection contre une pénétration de poussière et une immersion temporaire de liquide.

La traversée de paroi est à sceller symétriquement dans la maçonnerie : le dépassement de cette pièce est identique côté intérieur et côté extérieur avec une pente privilégiée vers l'extérieur.

14.2. • Présence de nappe phréatique

En présence de nappe phréatique, la réalisation d'une traversée de paroi représente un risque important en matière d'étanchéité à l'eau. Cette problématique est à traiter dès la conception. Le scellement de la canalisation relève de la compétence d'entreprises spécialisées.

Cette étanchéité de paroi n'incombe pas aux entreprises concernées par le puits climatique.



Il est régulièrement posé un drainage en périphérie des bâtiments pour assurer l'étanchéité des sous-sols. Le puits climatique ne doit pas altérer la fonction de drainage en périphérie du bâtiment ou d'un autre réseau.



Élément connexe au puits climatique : le bipasse de l'installation

15



Lorsque les températures extérieures sont proches des températures intérieures de confort, il peut être envisagé de court-circuiter le puits climatique et de prélever l'air directement à l'extérieur par une prise d'air supplémentaire.

Lorsque ce choix est décidé, des précautions quant à la mise en œuvre d'éléments connexes au système sont à considérer.

Le bipasse du système nécessite la mise en place d'un registre commandé par un servomoteur. L'ordre envoyé au servomoteur par le régulateur est principalement fonction de la température extérieure.

Le bipasse doit permettre de satisfaire aux deux conditions suivantes :

- court-circuiter totalement la prise d'air neuf directe en période de fonctionnement du puits climatique afin d'exploiter au maximum les performances du puits ;
- assurer une circulation faible mais permanente de l'air dans le puits climatique lorsque celui-ci est court-circuité afin d'éviter tout développement d'odeurs.

Commentaire

Le maintien d'une circulation dans le puits climatique s'applique uniquement en période de fonctionnement de l'installation aéraulique.

En tertiaire, lorsque l'installation aéraulique est arrêtée en dehors des périodes d'occupation des locaux, la circulation est interrompue dans le puits climatique. La remise en fonctionnement avant l'occupation des locaux permet d'assurer la purge de l'installation aéraulique.

15.1. • La prise d'air supplémentaire

La prise d'air supplémentaire est une grille extérieure d'air neuf permettant le passage de l'air dans le réseau de ventilation lorsque le réseau du puits climatique est bypassé.

Comme toute prise d'air neuf, celle-ci est constituée d'un chapeau pare-pluie et d'un grillage de protection à mailles de 10 mm au plus ou tout autre dispositif équivalent, pour éviter toute introduction de corps étrangers (papiers, feuilles, animaux...).

Elle doit être éloignée de toute source de pollution (automobile, chimique, végétale...) ou d'un rejet d'air du bâtiment.

La grille est en acier inoxydable ou en tout autre matériau permettant de résister aux intempéries.

15.2. • La pose du registre

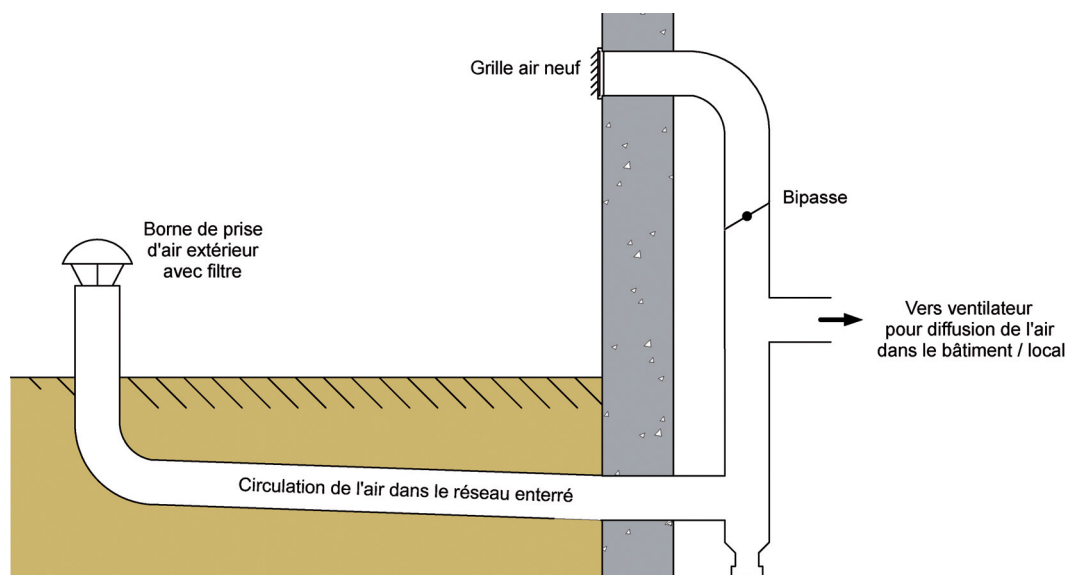
Il est important de simplifier l'installation permettant de bypasser le puits climatique et d'assurer une amenée d'air directe en mettant en place un seul registre au niveau de l'installation.

Le registre est installé sur le conduit d'amenée d'air extérieur direct et non pas sur le conduit en provenance du puits climatique (Figure 16).

Il doit être parfaitement étanche de façon à court-circuiter totalement la prise d'air neuf directe lorsque l'air transite dans le puits climatique.

Le servomoteur doit être adapté au registre à commander.

Une commande manuelle doit être mise en œuvre sur le registre et/ou la régulation pour court-circuiter les prises d'air neuf en cas de pollution accidentelle. Cette procédure est réservée aux situations extrêmes et de courte durée. Dans les bâtiments tertiaires, il est nécessaire de prévoir un asservissement du ventilateur à la commande incendie du bâtiment.



▲ Figure 16 : Localisation du registre sur le réseau d'air extérieur direct



En période estivale, le récupérateur de chaleur présent sur le système de ventilation double flux doit être bipassé afin de profiter au maximum du rafraîchissement apporté par le puits climatique.

15.3. • La pose des sondes de température

15.3.1. • La sonde de température extérieure

Il est recommandé d'installer la sonde de température d'air extérieur dans le réseau d'air neuf, à proximité de l'environnement externe. Elle doit être accessible afin de faciliter les opérations de maintenance. Sa pose doit être conforme aux prescriptions du fabricant.

A défaut, si la sonde de température extérieure est placée sur le bâtiment, son emplacement doit être choisi afin de ne pas perturber la mesure par exemple par un rayonnement solaire direct.

Il convient de privilégier une façade nord et d'éloigner la sonde des sorties d'air du bâtiment : grille d'extraction, fenêtre, conduit de fumée. Il est recommandé de placer la sonde à une hauteur de 3 m environ au-dessus du sol afin de la tenir hors de portée des usagers tout en permettant l'accès pour les opérations de maintenance.

15.3.2. • La sonde de température ambiante

La mesure de la température ambiante est effectuée si possible avec une sonde placée dans le conduit de reprise d'air du local afin de mesurer une température moyenne et d'éviter toute influence locale d'une mesure en ambiance.

A défaut, une mesure en ambiance nécessite de respecter quelques précautions pour s'assurer de la représentativité de la mesure. La sonde ne doit pas être placée dans un angle, au-dessus ou à proximité d'une source de chaleur ou encore sur une paroi donnant sur l'extérieur. Elle ne doit pas être directement exposée au rayonnement solaire ou dans une zone non représentative de l'occupation. Il est recommandé de la localiser à une hauteur d'environ 1,50 m pour être représentatif de la température ressentie par l'occupant.

15.3.3. • Le raccordement des sondes

Le raccordement des sondes doit être effectué selon les spécifications du fabricant suivant la technologie utilisée :

- les sondes actives qui délivrent un signal 0-10 V ou 4-20 mA nécessitent 2 fils d'alimentation et 2 fils de mesure ;
- les sondes passives se raccordent en 2 fils (ou en 3 fils pour limiter les erreurs dues aux résistances des câbles si le bornier du régulateur le permet).



Procédure de vérification du réseau avant remblaiement

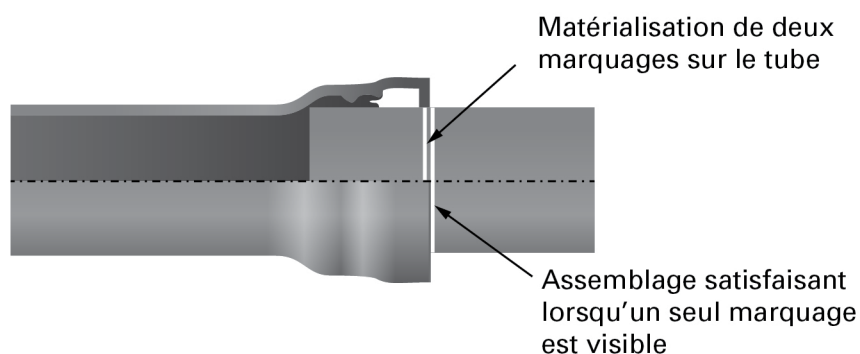
16



16.1. • Contrôle visuel

Après mise en place du réseau et avant remblaiement, il est impératif de vérifier l'assemblage du réseau du puits climatique et son étanchéité par un contrôle visuel.

Le contrôle, mené par l'entreprise, consiste à vérifier l'assemblage des tubes. Il s'agit de vérifier, à partir des marquages matérialisés sur les tubes, la bonne profondeur d'emboîtement des tubes entre eux. Un exemple de contrôle visuel est illustré en (Figure 17).



▲ Figure 17 : Exemple de contrôle visuel pour vérifier l'assemblage des tubes

16.2. • Test d'étanchéité

Avant l'opération de remblaiement, l'entreprise peut faire réaliser un test préalable d'étanchéité du réseau.

Commentaire

Ce test est optionnel et n'a aucune valeur pour l'acceptation finale de l'installation.



Remblaiement

17



L'opération de remblaiement est constituée des phases d'enrobage et de compactage. Ces phases sont essentielles pour garantir la stabilisation des tubes et assurer le bon échange thermique entre le sol et l'air circulant dans les tubes. Ces actions, à mener selon les dispositions du Fascicule 70 et de la norme NF EN 1610, s'appliquent au réseau et à l'ensemble des points singuliers du système (raccords, accessoires par exemple).

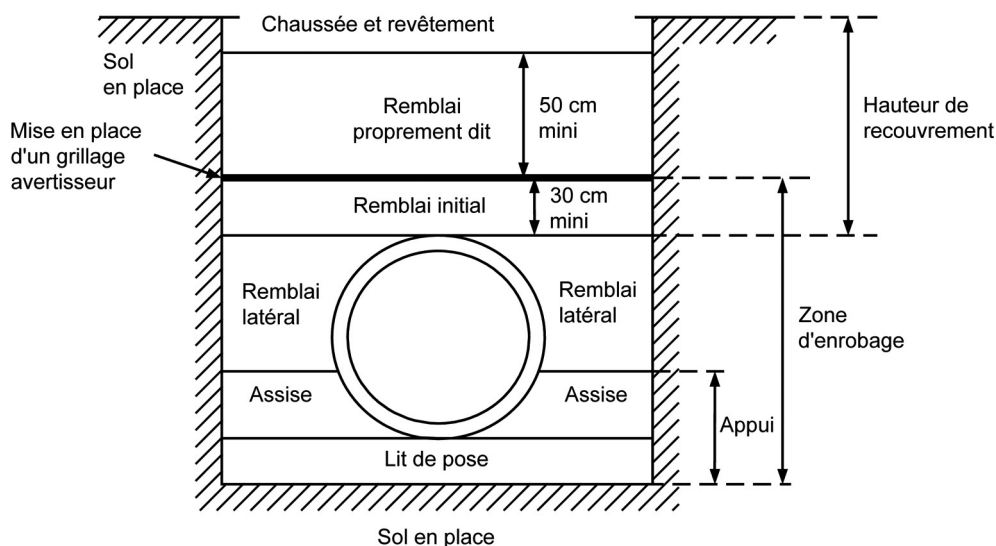
Commentaire

Avant remblaiement, il est nécessaire de photographier la disposition et la mise en place des tubes pour avoir une traçabilité des travaux effectués et établir le dossier de récolement. Ce dossier comprend les plans généraux et détaillés des implantations réelles des réseaux.

Afin de maintenir les tubes en place lors du remblaiement, il peut être utile de disposer un tas de sable sur chaque tube à intervalles réguliers.

Le remblaiement consiste à mettre en place (Figure 18) :

- la zone d'enrobage des tubes avec un remblai latéral et un remblai initial ;
- le remblai proprement dit.



▲ Figure 18 : Récapitulatif de la procédure de remblaiement (selon la norme NF EN 1610)

L'enrobage des tubes

L'enrobage des tubes est réalisé préférentiellement avec du sable ou tout autre matériau de granulométrie fine afin de bien enrober le tube et ne pas le dégrader. A condition que le matériau utilisé soit de granulométrie suffisamment fine, cette phase peut aussi être effectuée par tamisage de la terre précédemment récupérée sur le site.

Commentaire

Certains sols ne sont pas utilisables pour la réalisation de l'enrobage. Il s'agit des sols de type G5 (argiles et argiles marneuses, limons très plastiques) et des sols de type G4 (C1B6 et C2B6) conformément aux prescriptions du Fascicule 70.

En présence de blindage, il convient de l'enlever progressivement pendant la mise en place de l'enrobage.

Le remblai initial est effectué sur une hauteur minimale de 30 cm. Les techniques de compactage du remblai sont à adapter à la hauteur du remblai.

Commentaire

La présence d'un puits climatique dans le sol doit être mise en évidence par la pose d'un grillage avertisseur situé à 30 cm au-dessus du réseau de tubes, c'est-à-dire après le remblai initial. Ce grillage avertisseur peut être de couleur violette ; couleur destinée aux réseaux de chauffage urbain et de climatisation. Cette disposition est à réaliser conformément à la norme NF EN 12613.



Le compactage du remblai directement au-dessus du tube ne peut avoir lieu que lorsque la couche de remblai présente une hauteur minimale de 30 cm.

Le remblai proprement dit

Le remblai proprement dit est effectué en réutilisant le sol existant, à savoir la terre végétale récupérée puis la terre excavée. Un compactage léger est réalisé tous les 50 à 60 cm. A partir de 1 m de hauteur de recouvrement, il est possible de réaliser un compactage avec des machines plus lourdes (rouleau compacteur par exemple).

Commentaire

Le compactage est essentiel pour garantir le comportement mécanique de la canalisation.

Les déblais excédentaires récupérés lors du terrassement et non réutilisés pour le remblaiement sont à évacuer en décharge publique.



Points de contrôle après remblaiement

18



Il est essentiel de procéder à des contrôles de compactage et d'étanchéité après la phase de remblaiement et avant la mise en service de l'installation.

18.1. • Contrôle de compactage

Le contrôle de compactage permet de :

- vérifier les épaisseurs de couches compactées ;
- vérifier les objectifs de densification définis dans le cadre du cahier des charges (conformément au Fascicule 70) ;
- localiser les zones compactées présentant un défaut de mise en œuvre.

Ce contrôle est essentiel et doit être effectué par un organisme accrédité (COFRAC par exemple).

Le contrôle de compactage porte sur la totalité des remblais ainsi que sur la zone d'enrobage jusqu'au niveau inférieur du lit de pose. Les contrôles de compactage sont effectués conformément aux protocoles des normes NF P 94-063 ou NF P 94-105, selon la technique choisie.

Les conséquences d'un mauvais compactage ne sont pas nécessairement immédiates mais sont, à plus ou moins long terme, à l'origine de dégradations importantes sur le réseau :

- défaut ou réduction de pente entre les points haut et bas du réseau ;
- déboîtement des conduits pouvant entraîner des défauts d'étanchéité ;

- ovalisation excessive des tubes à comportement flexible et fissures sur les tubes à comportement rigide ;
- instabilité générale de l'installation du puits climatique.

18.2. • Contrôle télévisuel

L'inspection télévisuelle consiste à contrôler l'intérieur du réseau afin de déceler les éventuels défauts de pose, voire les dégradations.

Plus précisément, cette inspection permet de vérifier :

- la propreté du réseau ;
- l'absence de contre-pentes ;
- l'absence de défaut d'emboîtement entre les conduits ;
- l'absence d'obstruction dans le réseau ;
- la non dégradation des tubes ;
- l'absence d'ovalisation pour les produits thermoplastiques ou thermodurcissables.

A minima, toutes les anomalies détectées sont à photographier et à joindre au rapport remis au maître d'ouvrage.

Commentaire

Les niveaux d'ovalisation acceptables sont ceux définis dans le Fascicule 70. Il convient de vérifier que ces niveaux sont compatibles avec la fonction aéraulique des conduits.

18.3. • Contrôle d'étanchéité

Le contrôle d'étanchéité est effectué après la phase complète de remblaiement et de retrait du blindage. Ce test vaut pour l'acceptation finale de l'installation.

Le test d'étanchéité préconisé à ce jour est, par défaut, le test d'étanchéité à l'air défini dans la norme NF EN 1610. Il est effectué selon la méthode « L » de cette norme.



Une mesure d'étanchéité à l'eau (méthode « W » de la norme NF EN 1610) est déconseillée sur une installation de puits climatique. En effet, la circulation d'eau dans un réseau d'air peut être problématique vis-à-vis d'un éventuel développement fongique si elle n'est pas correctement et rapidement évacuée.



Les conditions d'essais (pressions, durées ainsi que chutes de pression admissibles) sont données dans la norme NF EN 1610. Elles sont rappelées en (Figure 19).

Le contrôle d'étanchéité vise à vérifier l'étanchéité de l'ensemble du réseau en vue de la réception de l'ouvrage. Au terme d'une durée donnée et après un temps de stabilisation à une pression fixée, la perte de pression est mesurée et permet de conclure quant à la conformité ou non de l'installation vis-à-vis de son étanchéité.



Le test est effectué avant la pose de la partie supérieure de la prise d'air neuf, seule la réservation existe et est obturée avec un bouchon.

Test étanchéité suivant norme NF EN 1610 (Essai d'étanchéité à l'air – méthode « L »)	
Nature du test	Test en surpression
Pression d'essai (P_0)	2 pressions d'essai possibles selon la résistance des conduits (à valider avec le fabricant) $P_0 = 1000 \text{ Pa}$ $P_0 = 5000 \text{ Pa}$
Pression initiale (P_{initiale})	$P_{\text{initiale}} > P_0 + 10\% P_0$ $P_0 = 1000 \text{ Pa} \rightarrow P_{\text{initiale}} > 1100 \text{ Pa}$ $P_0 = 5000 \text{ Pa} \rightarrow P_{\text{initiale}} > 5500 \text{ Pa}$
Durée de maintien de la pression initiale	5 minutes
Durée de maintien de la pression d'essai (P_0)	Fonction du diamètre DN du conduit et de la pression d'essai P_0 . DN 200 : 5 minutes (pour $P_0 = 1000 \text{ Pa}$) ; 4 minutes (pour $P_0 = 5000 \text{ Pa}$) DN 300 : 7 minutes (pour $P_0 = 1000 \text{ Pa}$) ; 6 minutes (pour $P_0 = 5000 \text{ Pa}$) DN 400 : 10 minutes (pour $P_0 = 1000 \text{ Pa}$) ; 7 minutes (pour $P_0 = 5000 \text{ Pa}$) DN 600 : 14 minutes (pour $P_0 = 1000 \text{ Pa}$) ; 11 minutes (pour $P_0 = 5000 \text{ Pa}$)
Chute de pression à la fin de l'essai (ΔP)	Fonction de la pression d'essai (P_0) $P_0 = 1000 \text{ Pa} \rightarrow \Delta P = 250 \text{ Pa}$ $P_0 = 5000 \text{ Pa} \rightarrow \Delta P = 1000 \text{ Pa}$
Interprétation des résultats	Installation conforme (étanche) si la chute de pression mesurée à la fin de l'essai est $< \Delta P$

▲ Figure 19 : Récapitulatif de la procédure de contrôle d'étanchéité définie dans la norme NF EN 1610

Un test d'évacuation des condensats peut être réalisé en déversant une quantité d'eau par le point haut de l'installation : la quantité et l'état de propreté de l'eau collectée au point bas de l'installation peut donner une bonne appréciation de la qualité des travaux réalisés.

Mise en service de l'installation

19



Conformément à l'article 65 (Circulaire du 9 août 1978 modifiée relative à la révision du Règlement Sanitaire Départemental Type), il est stipulé, pour les bâtiments autres que ceux à usage d'habitation, que « le circuit d'amenée d'air doit être nettoyé avant la mise en service, surtout s'il peut y avoir présence de gravats et d'humidité. Il est ensuite maintenu en bon état de propreté ».

19.1. • Vérification par mesures

Lors de la phase de mise en service, des mesures de températures d'air et de débits sont réalisées. Elles permettent de valider le bon fonctionnement du puits climatique. Les paramètres suivants peuvent être mesurés :

- la température extérieure ;
- la température de l'air ambiant ;
- la température en sortie de puits ;
- le débit d'air en entrée du puits climatique (débit d'air extérieur) ;
- le débit d'air en amont de la centrale de ventilation et après le bipasse ;
- le débit d'air en aval de la centrale de ventilation ;
- le débit d'air insufflé au niveau des bouches de ventilation, voire au mieux au niveau des différents réseaux aérauliques afin de contrôler l'équilibrage.



19.2. • Evacuation des condensats

En présence d'une évacuation naturelle des condensats, il convient de remplir le siphon afin d'avoir une garde d'eau suffisante, au minimum égale à 50 mm.

En présence d'une pompe de relevage placée en permanence au niveau de l'installation, il convient de mettre de l'eau afin de l'amorcer.

19.3. • Vérification de la régulation du bipasse

Après raccordement électrique des différents composants du puits climatique (sondes, servomoteur, ventilateur), la mise en service du puits climatique vise à s'assurer de son bon fonctionnement général et du bon fonctionnement du bipasse en fonction des paramètres de commande du régulateur.

Le bipasse est commandé par le régulateur selon un mode de fonctionnement qui peut différer selon les fabricants. Une mesure continue de la température extérieure, voire également de la température intérieure, permet d'opter pour le fonctionnement optimal en fonction des critères de confort choisis (pré-chauffage, rafraîchissement). Les consignes « haute » et « basse » de température extérieure destinées à bipasser ou non le puits climatique sont réglées lors de la mise en service selon les valeurs du cahier des charges. Compte tenu de la configuration du bâtiment, des apports solaires et des apports internes, il est fréquent que la consigne « haute » de température soit réajustée après la première période « mi saison – été ». Cette modification de réglage est effectuée lors des opérations de maintenance.

Informations et conseils pour l'utilisateur

20



Il s'agit de remettre au client (maître d'ouvrage ou utilisateur) un dossier technique comportant les éléments suivants :

- les notices et descriptifs techniques de l'ensemble du matériel installé ;
- les plans définitifs d'implantation du système, de son raccordement éventuel avec toute autre installation aéraulique ;
- les schémas électriques détaillés ;
- le schéma de principe de l'installation ;
- les mesures et tests effectués lors de la mise en service de l'installation ;
- les documents attestant de l'étanchéité du réseau ;
- une notice de fonctionnement de la régulation avec notification des températures de consigne paramétrées ;
- une notice d'utilisation et d'entretien précisant la nature et la fréquence des interventions à réaliser sur l'installation.

Eventuellement, un reportage photo de l'installation peut compléter le dossier technique.

La mise en main à l'utilisateur doit permettre d'insister sur l'importance :

- de s'assurer de la vacuité du dispositif de récupération et d'évacuation des condensats ;
- de vérifier le fonctionnement du puits en adéquation avec la logique de régulation définie.

La nature et la fréquence des interventions à réaliser sur l'installation sont spécifiées au client.



Les caractéristiques détaillées de filtration doivent être respectées lors des opérations de maintenance.

PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) ;
- Association des industries de produits de construction (AIMCC) ;
- Agence qualité construction (AQC) ;
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) ;
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction) ;
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) ;
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOV) ;
- GDF SUEZ ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable ;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSFA) ;
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC) ;
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.



GUIDE

PUITS CLIMATIQUES
INSTALLATION ET MISE
EN SERVICE

MARS 2015

NEUF-RÉNOVATION

Ce guide fournit les prescriptions relatives à l'installation et la mise en service d'une installation nouvelle de puits climatique destinée à l'habitat ou au tertiaire tant en construction neuve qu'en rénovation.

Le puits climatique est défini depuis la prise d'air neuf jusqu'à la pénétration dans le bâtiment. Ainsi, la pose des tubes mais également l'installation de la prise d'air neuf, des regards intermédiaires ainsi que du dispositif d'évacuation des condensats sont détaillées dans ce document.

L'installation de ventilation raccordée au puits climatique ne fait pas partie du système et n'est pas traitée dans ce guide. Cependant, pour s'assurer du bon fonctionnement de l'installation complète intégrant le puits climatique et l'installation de ventilation, des prescriptions relatives au bipasse du puits climatique et à sa régulation sont données.

En complément, des informations sont fournies concernant les opérations de terrassement, préparation et stabilisation du sol et remblaiement du terrain après la mise en œuvre du puits climatique.



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

