

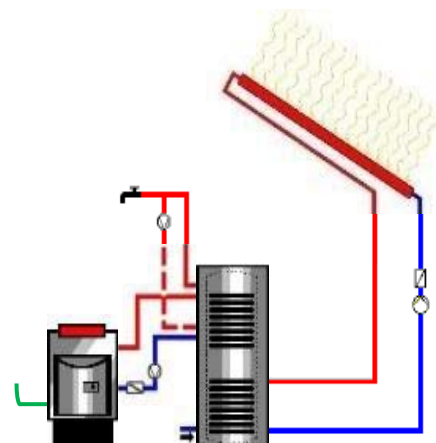


Installations domestiques d'eau chaude sanitaire E.C.S. et de chauffage.

Exemple 1 : à l'aide du logiciel TSOL Expert 4.5 nous analysons une installation solaire standard pour un pavillon avec 2 circuits séparés, type Vitocell 100B avec un ballon 300 litres et 2 panneaux Vitosol 300F standards. L'objectif est de produire 50% de l'eau chaude sanitaire annuelle, et au moins 80% de mai à septembre.

Avec une conception adéquate, et une installation traditionnelle dans les règles de l'art, la source primaire de chaleur (chauffe-eau gaz par exemple) sera quasiment au repos pendant l'été.

La réduction des pertes calorifiques apportée par **2inToob** permet à cette installation de s'affranchir de la source primaire pendant tout l'été, en atteignant 100% des besoins en eau chaude sanitaire sur plus de 6 mois, grâce aux améliorations apportées par 2inToob.



Données :

- panneaux solaire de surface $A = 2,31\text{m}^2$ $n = 2$
- consommation quotidienne d'eau chaude : $V_c = 160 \text{ l/J}$ à $t_c = 50^\circ\text{C}$
- air ambiant, à $t_o = 20^\circ\text{C}$
- longueur totale de la tuyauterie de transport: (16x2), $L_Z = 30 \text{ m}$
- longueur totale de la tuyauterie de distribution: (16x2), $L_C = 30 \text{ m}$
- T_h le temps de fonctionnement de la pompe de circulation (de 2 à 24h/J)
- k le coefficient caractérisant l'efficacité du réseau, tenant compte des jonctions.
- Il est compris entre 1 et 1,2. Pour notre exemple il est fixé à 1,15
- U_R – perte calorifique en ligne des conduits isolés $[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$

$$U_R = (R_W + R_M + R_I + R_P + R_O)^{-1}$$
 - R_W – résistance de transfert thermique entre eau et le tube $[\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}]$
 - R_M – résistance thermique du tube $[\text{m}\cdot\text{K}/\text{W}]$ – suivant spécifications fournisseur
 - R_I – résistance thermique de l'isolant $[\text{m}\cdot\text{K}/\text{W}]$ – suivant spécifications fournisseur
 - R_P – résistance thermique du film enveloppe en PE $[\text{m}\cdot\text{K}/\text{W}]$ - suivant spécifications fournisseur
 - R_O – résistance thermique de l'enveloppe vers le milieu ambiant $[\text{m}\cdot\text{K}/\text{W}]$ – suivant spécifications

Avec une erreur inférieure à 0,5% ; R_W et R_P peuvent être négligées, soit : $U_R = (R_M + R_I + R_O)^{-1}$

La perte de chaleur Q_R en kWh/an peut alors être calculée avec la formule ;

$$Q_R = 365 \cdot k \cdot T_h \cdot U_R \cdot (L_Z + L_C) \cdot (t_c - t_o) \cdot 10^{-3}$$

$$\text{soit : } Q_R = 365 \cdot 1,15 \cdot T_h \cdot U_R \cdot (30 + 30) \cdot (50 - 20) \cdot 10^{-3} \text{ kWh/an}$$

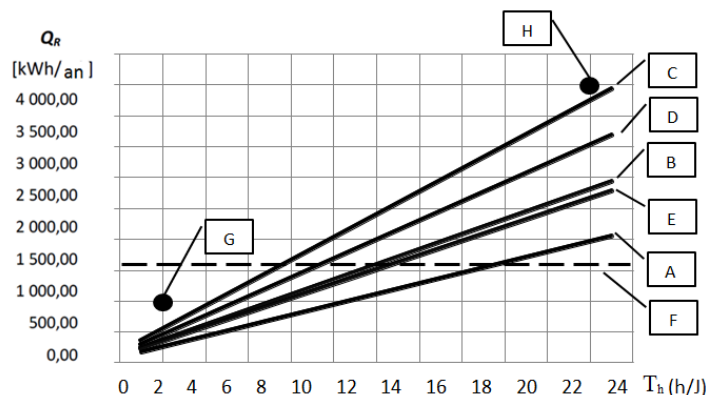
Données techniques
comparées : 2inToob et
autres tubes pré-isolés
multicouches :

Diamètre Nominal	Dn	16.00			20.00			mm
Epaisseur d'isolant	ga	6.00	10.00	20.00	6.00	10.00	20.00	mm
Résistance thermique de l'isolant type choisi, avec $\lambda_I = 0.035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	RIU	2.546	3.689	5.700	2.138	3.154	4.998	mK/W
Résistance de transfert de chaleur avec le coefficient surfacique : $\alpha_o = 8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	ROU	1.422	1.106	0.711	1.244	0.995	0.663	mK/W
Perte de chaleur type :	UR	0.245	0.204	0.153	0.288	0.236	0.174	W/mK
Exemples de tuyaux utilisés dans les calculs ci-dessous :		C	D	E				



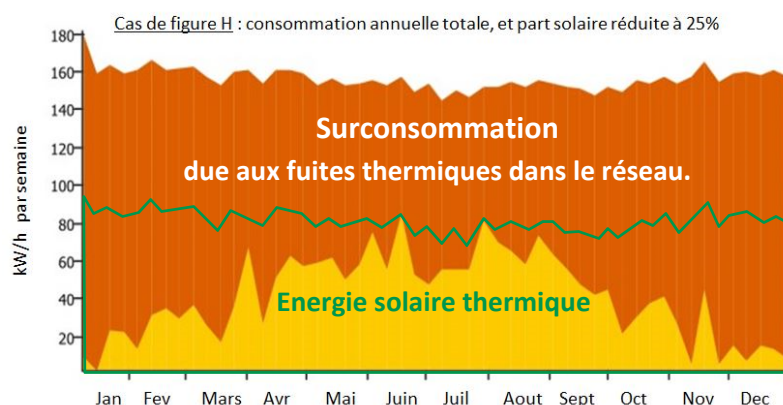
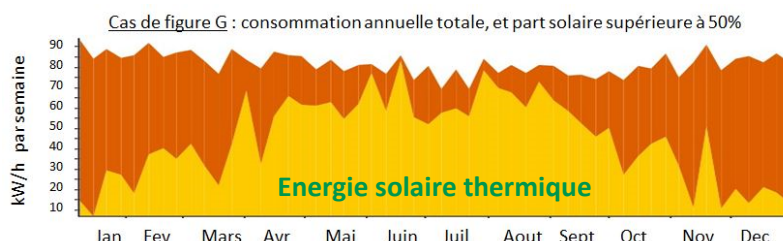
Résultats pour chaque type de tuyau :

- A et B : 2inToob** avec respectivement 10 et 5 mm d'isolant
- C D et E** : tubes multicouches standards avec une isolation de bonne qualité $\lambda = 0,035\text{W/mK}$, respectivement de **6**, ou **10** ou **20mm** (voir détails dans le tableau ci-dessus)
- F** : gains dus aux panneaux solaires, suivant calculs effectués avec le logiciel ESOP/TSOL
- G** : point d'analyse graphique, pour un réseau domestique de bonne qualité ayant de faibles pertes calorifiques.
- H** : point d'analyse graphique, pour une même installation domestique, avec un réseau ayant des fuites d'énergie importantes (voir photos). Dans ce cas même en été il sera nécessaire d'allumer une autre source de chaleur (électrique, gaz, etc.) pour produire l'eau chaude domestique.



Analyse de ces résultats:

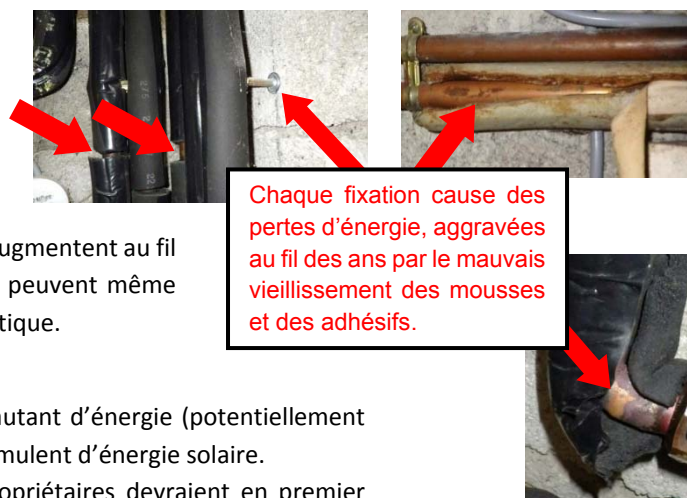
- les courbes C et D montrent qu'une mauvaise isolation des tubes entraîne des pertes calorifiques proches du gain escompté par une installation solaire (F)
- en théorie les tuyaux A, B et E apportent des réponses acceptables à la recherche d'économie d'énergie, mais en pratique, des tubes avec une isolation de 20mm ayant un diamètre extérieur $\varnothing$ de 56mm ne sont pas souvent posés dans des pavillons.
- Pour un pavillon, les solutions **2inToob** sont les seules à rendre l'installation énergétiquement **rentable et pérenne de façon réaliste**.



Par ailleurs, un réseau « traditionnel » avec tubes en cuivre et isolant ajouté, pourrait avoir la première année des résultats assez proches des tubes C. Mais les ponts thermiques à chacun des points de fixation, et le vieillissement continu à la chaleur des isolants entraînant des rétreints, les pertes d'un tel réseau augmentent au fil des années. Alors les gains qu'apporte une installation solaire peuvent même devenir inférieurs aux pertes thermiques dues au réseau domestique.

CONCLUSIONS :

- La solution **A : 2inToob** avec **10mm d'isolant**, économise autant d'énergie (potentiellement perdue dans les conduites du réseau), que les capteurs accumulent d'énergie solaire.
- D'une façon logique, et économiquement rentable, les propriétaires devraient en premier éliminer les fuites thermiques de leurs réseaux domestiques, avant toute nouvelle installation.





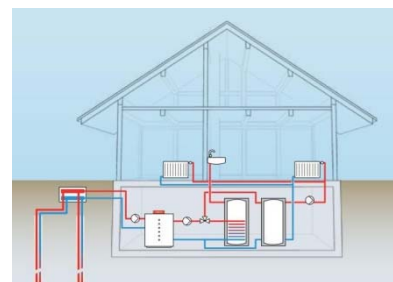
Exemple 2 : pompe à chaleur couplée à une source géothermique verticale.

Ce type d'installation est surtout efficace pour produire de l'eau à température moyenne pour le chauffage, mais doit **autant que possible limiter sa production d'eau chaude sanitaire à 50°C**. A cette fin il est essentiel de préserver au maximum l'énergie distribuée par le réseau domestique.

La simulation montre que la qualité du réseau de distribution d'eau chaude sanitaire peut faire diminuer le temps de fonctionnement de la pompe à chaleur de plusieurs centaines d'heures par an.

Données :

- Pavillon avec une surface à chauffer $S = 180\text{m}^2$, par plancher chauffant (35/28°C)
- consommation du bâtiment : $Q_S = 40\text{ W/m}^2$
- système de chauffage : Vitocal 300-G Typ BW 301.A10 de puissance : 10.0 kW (B0/W35)
- consommation d'eau chaude : $V_C = 160\text{ l/Jour}$ à $t_C = 50\text{ °C}$
- température ambiante : $t_0 = 20\text{ °C}$, tuyaux installés dans l'air
- longueur totale de la tuyauterie de transport: (16x2), $L_Z = 30\text{ m}$
- longueur totale de la tuyauterie de distribution: (16x2), $L_C = 30\text{ m}$
- Température d'alimentation du réseau domestique : T_{HV}

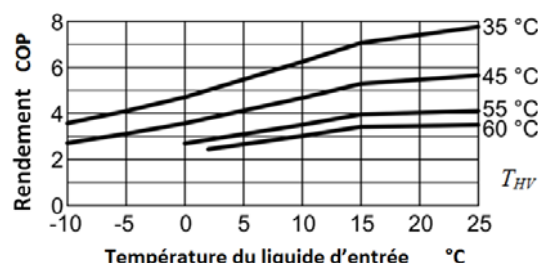


Tous les réseaux peuvent être équipés de **2inToob** : chauffage A/R et eau chaude sanitaire, avec T° max 95°C pour les tubes multicouches standards.

Ces courbes donnent pour un plancher chauffant à 35°C, un COP de 5,5 avec un liquide d'entrée à 5°C.

Et pour obtenir une eau sanitaire de sortie à 55°C, le liquide d'entrée de la pompe à chaleur doit être à 5°C minimum, alors le COP est inférieur à 3.

Ceci confirme et souligne que pour une source géothermique, il est très important de réduire la consommation d'eau chaude sanitaire, et donc de réduire les fuites thermiques dans les réseaux domestiques.



COP: ce coefficient exprime l'efficacité énergétique d'une installation, le plus souvent compris entre 2 et 5, ce qui signifie que pour 1kW d'électricité consommée, l'installation restitue de 2 à 5 kW de chaleur.

Pour produire l'eau chaude domestique:

T_C : temps de fonctionnement du compresseur de la pompe à chaleur

T_h : temps de fonctionnement de la pompe de circulation de la pompe à chaleur

SCOP: coefficient de performance saisonnier (SPF, JAZ) avec :

E_C chaleur totale produite par le pompe à chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/an).

E_S électricité consommée par le compresseur de la pompe à chaleur (kWh/an).

E_P électricité consommée par la pompe du circuit géothermique (kWh/an).

Le réseau domestique de distribution d'eau chaude est pris identique à celui du premier exemple ci-dessus : Q_R

Une série de simulation a été réalisée avec un logiciel WP/OPT afin de déterminer T_C suivant SCOP/SPF/JAZ estimés respectivement suivant : EN 14825 / EN 4650 / EN 15316.

$$SCOP = \frac{E_C}{E_S + E_P}$$



Etude réalisée avec les mêmes tubes présélectionnés pour l'étude :

A et B : **2inToob** avec respectivement 10 et 5 mm d'isolant

C D et E : tubes multicouches standards avec une isolation de bonne moyenne

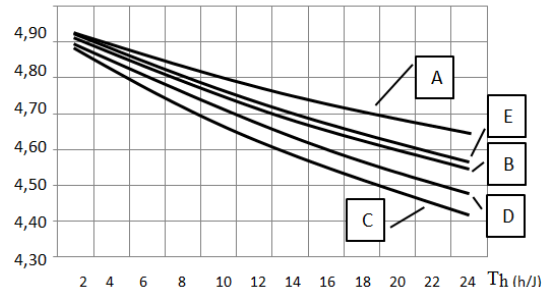
$\lambda = 0,035\text{W/mK}$, respectivement de 6, ou 10 ou 20mm (voir détails dans le tableau ci-dessus)

On obtient alors les résultats présentés dans les graphes suivants :

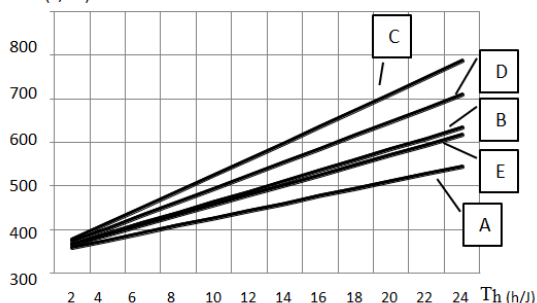
CONCLUSIONS, ces résultats montrent que comparé à un réseau réalisé avec **2inToob** isolé **10mm**, le choix de canalisation :

- influe jusqu'à plus de **8% sur le SCOP** (ou COP saisonnier),
- il réduit le temps de fonctionnement du compresseur de la pompe à chaleur de plus de 300h par an, et
- comparé à un réseau traditionnel tubes cuivre + isolation ajoutée, ces gains seraient encore nettement plus importants.

SCOP

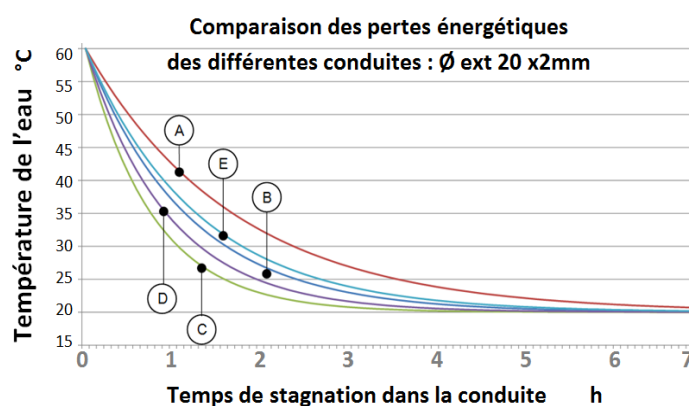
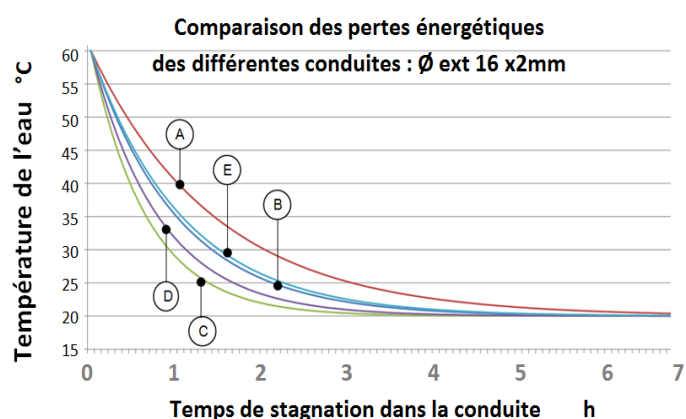


T_c (h/an)



Autre paramètre d'analyse:

Comparaison des temps de refroidissement, ou pertes énergétiques, pour des conduites dans un air à 20°C:



- Ces résultats confirment l'utilité d'avoir une isolation efficace dans les réseaux domestiques pour limiter la consommation d'eau, et bien sur réduire les gaspillages d'énergie.
- L'isolation des tubes est d'autant plus importante que les réseaux de distribution sont longs: type immeubles d'habitations collectives, ou anciens avec des isolants vieillissants perdant leur efficacité.
- Et enfin, à encombrement équivalent, les solutions **2inToob** surclassent tous les tubes isolés concurrents à ce jour sur le marché.

CHAMPS D'UTILISATION

Réseaux	Solaire	Chauffage	Sanitaire
TwinToob®	OUI	OUI	NON
2inToob®	NON	OUI	OUI