BatirBio

Le puits canadien/provençal

AeroDuktor

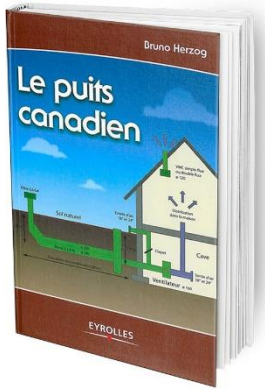
2ème génération

Bruno HERZOG

Le puits climatique

- BatirBio (2007)
- Création des produits AeroTero → AeroDuktoj

2ème Génération



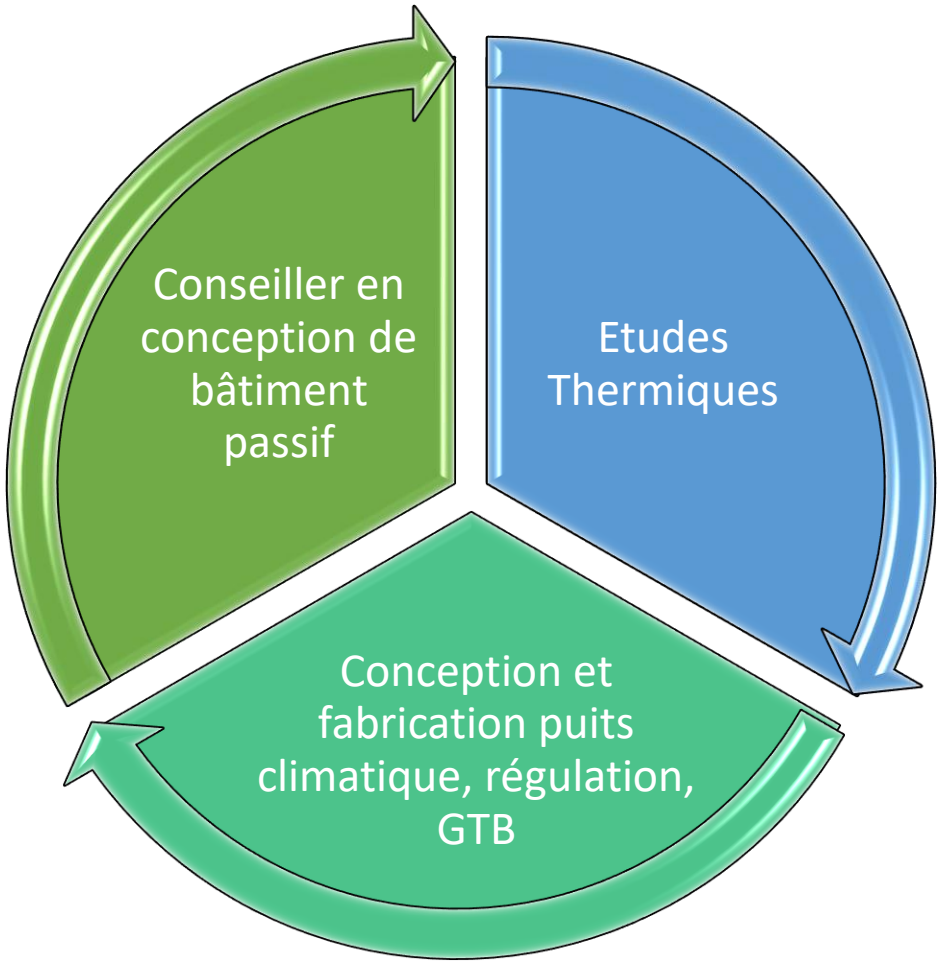
Nos compétences

BatirBio

RÉGLEMENTATION THERMIQUE 2012

PHPP

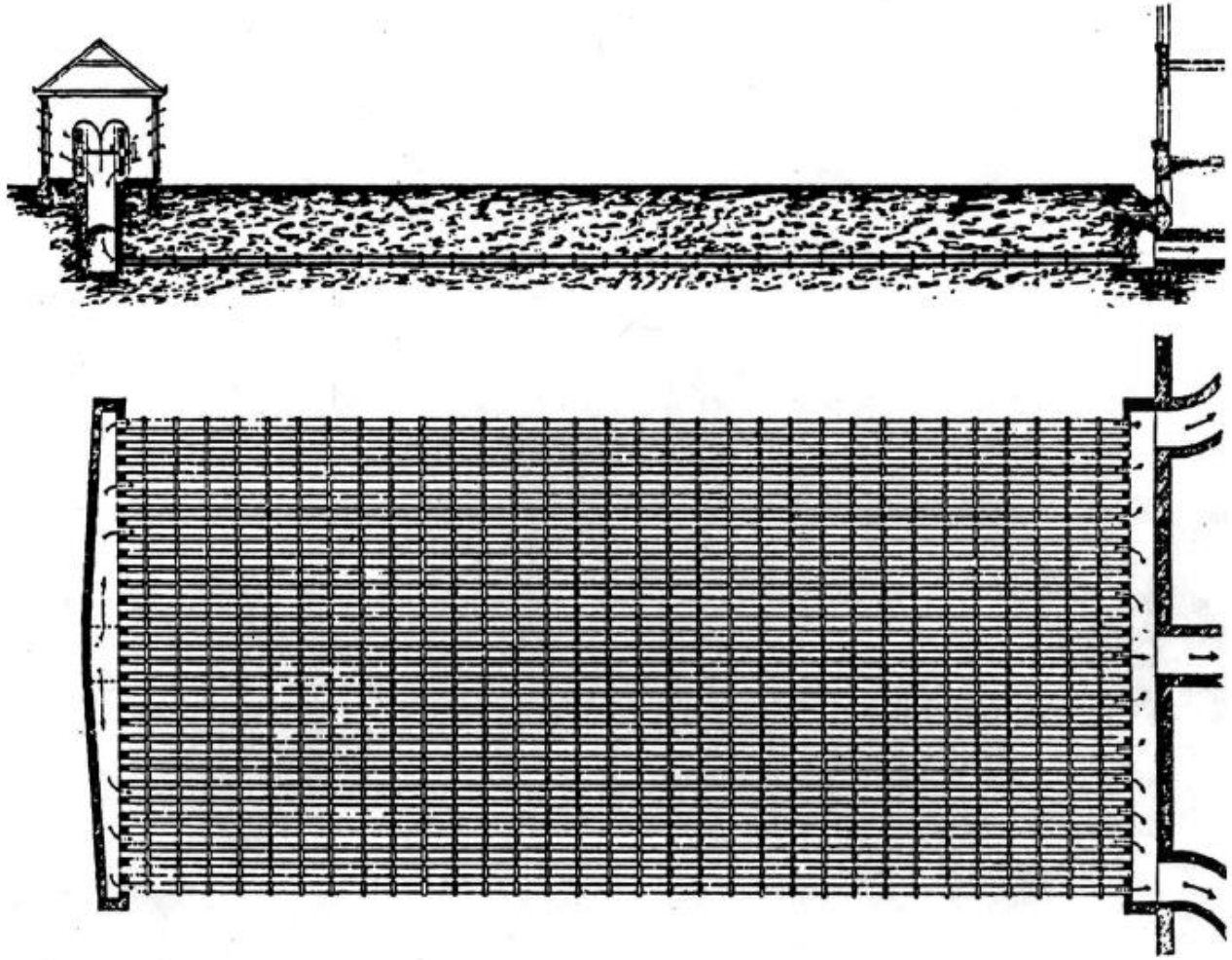
Fédération Française de la Construction Passive
Partenaire des Compagnons du Tour de France
Fédération Compagnonnique



AeroDuktor

2ème Génération

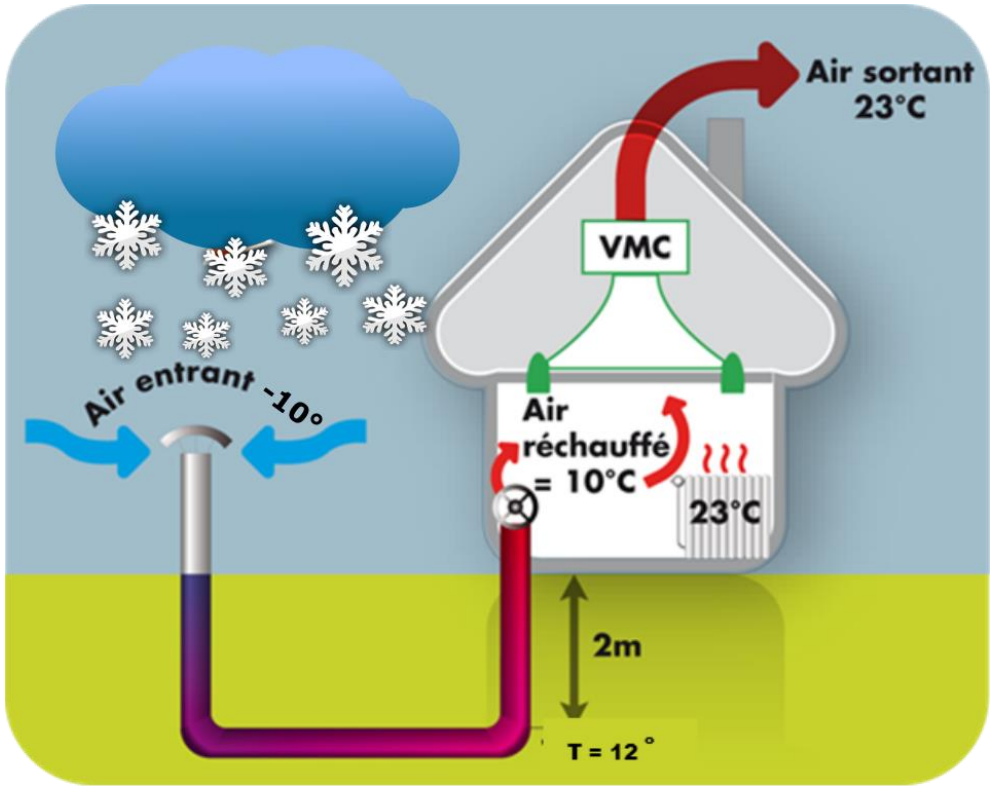
Le puits canadien/provençal/climatique aéraulique (Historique)

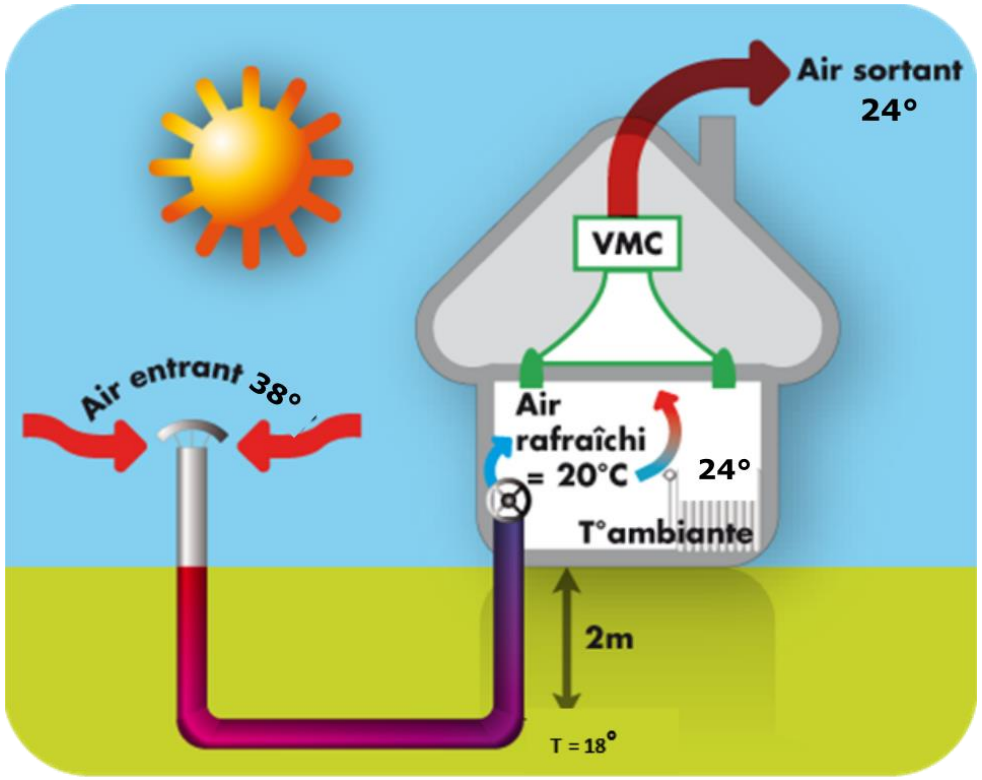


Brevet déposé par Fischer et Stiehl en 1877

Bild 29:
Reproduktion des Entwurfs eines Erdwärmetauschers aus dem Jahr 1877

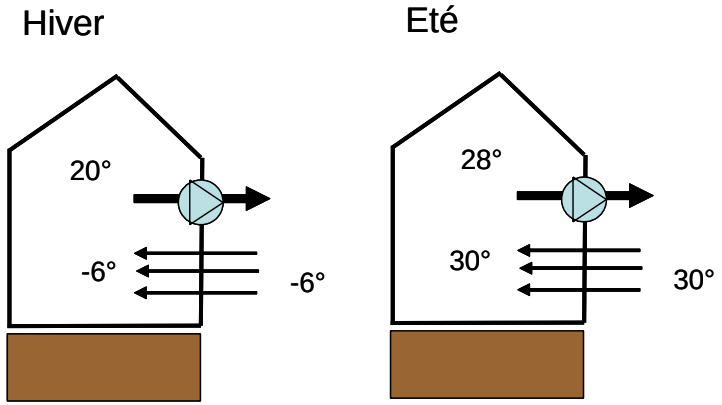
Le puits climatique

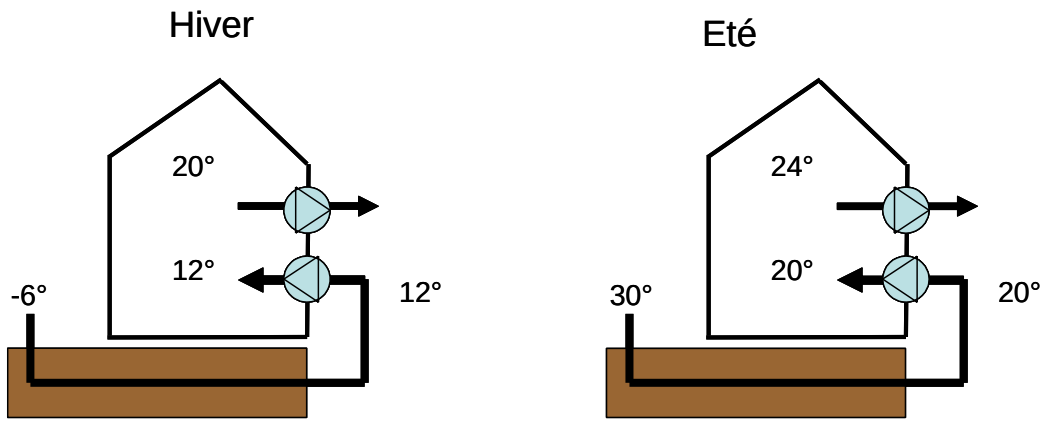




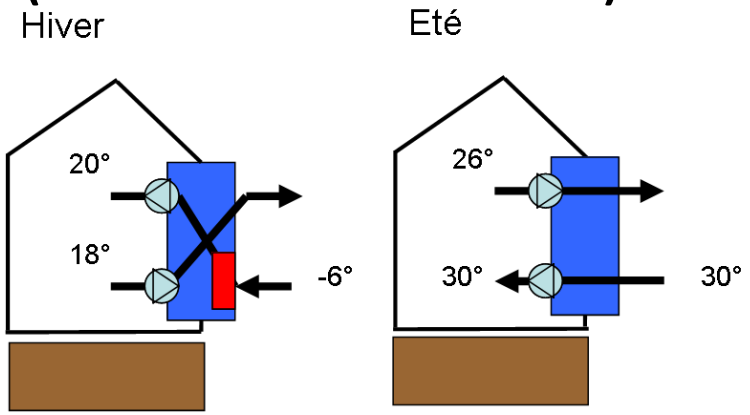
Ventilation simple flux et double flux

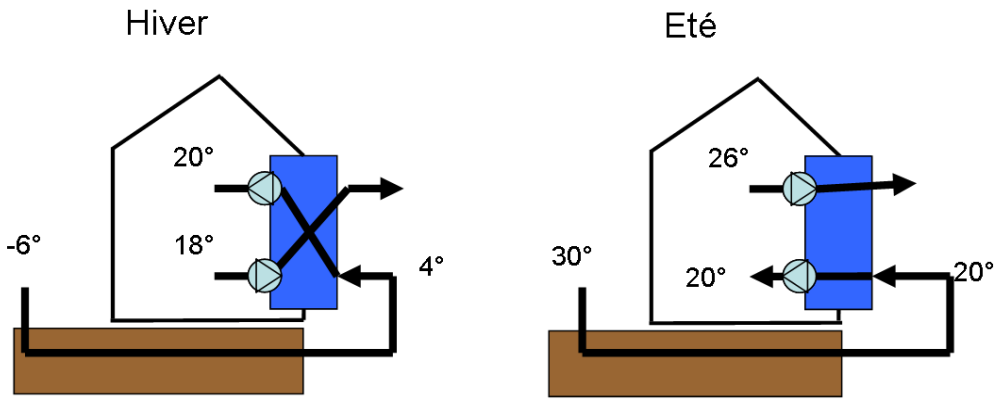
VMC Simple flux



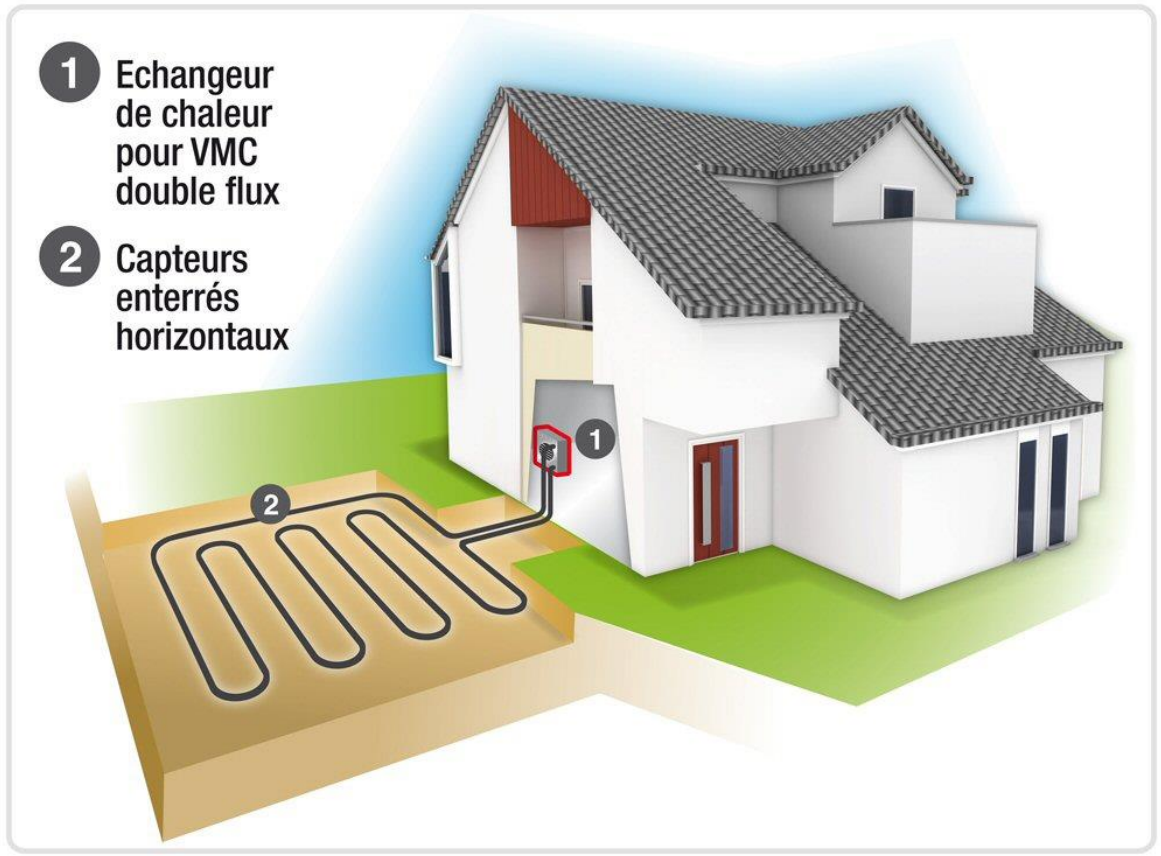


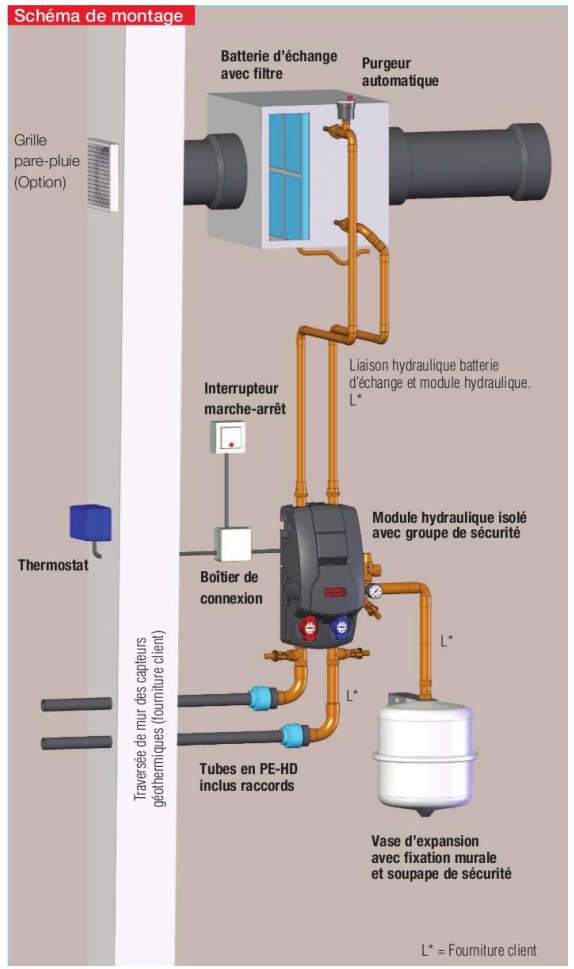
VMC double flux (rendement max 75 à 90%)



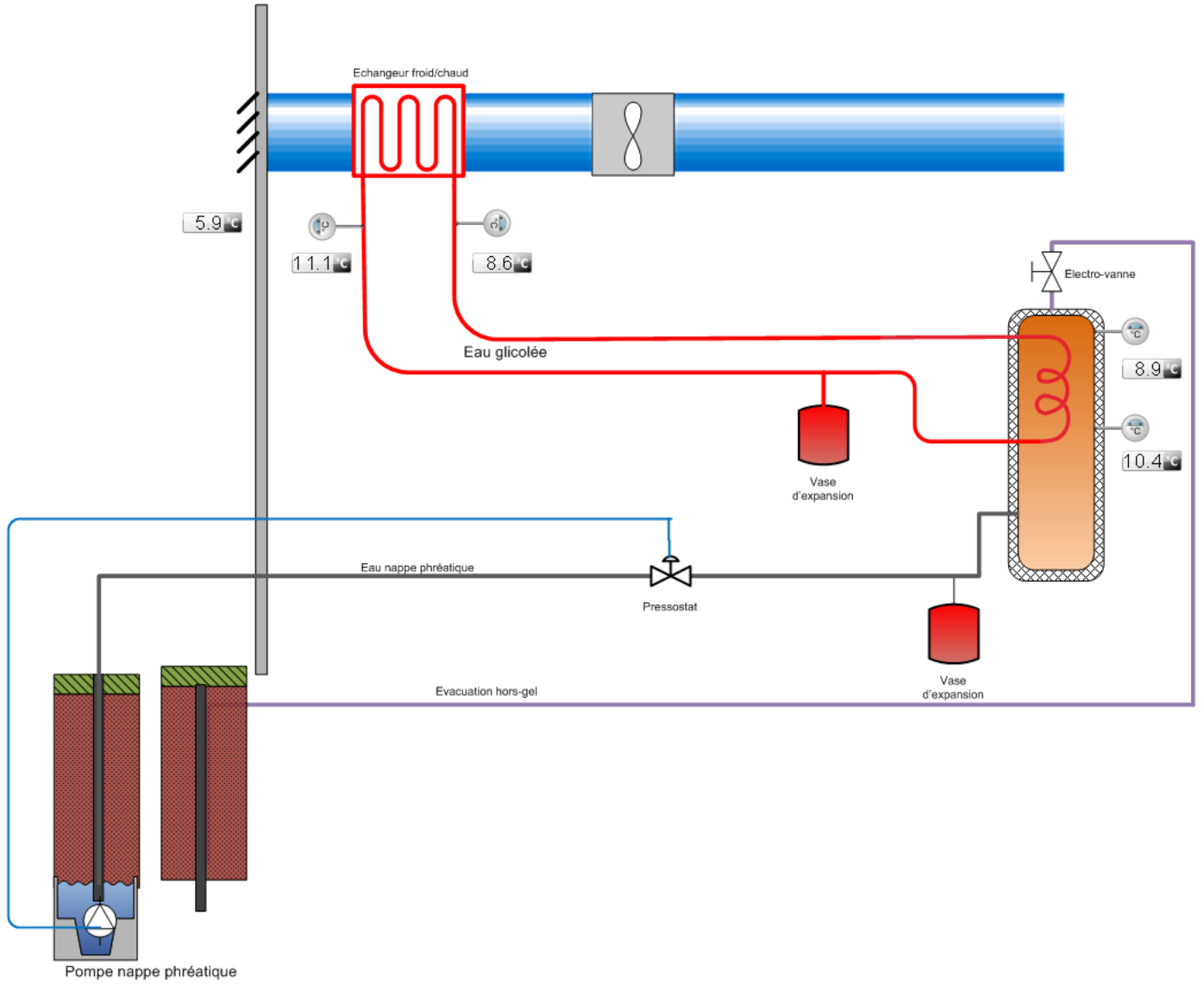


Le puits climatique hydraulique





Le puits climatique hydraulique Klimatero



Comparatif puits hydraulique et aéraulique (excavation)

ΔT Max 35° - 18° = 17°

Puissance max disponible

P= ΔT * Débit max * $c_p\rho$ = 17 * 600 * 0,34 /1000 = 3,3KW

Surface d'échange avec le sol => 1,496 m3

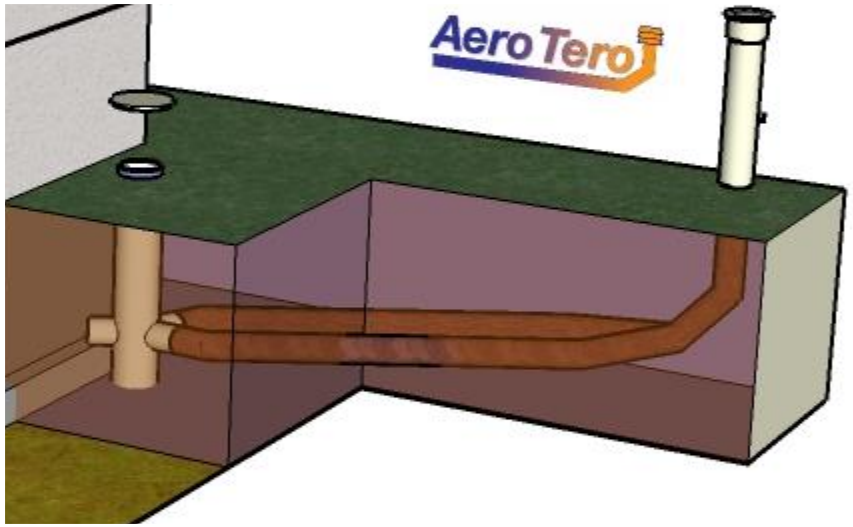
Longueur équivalente avec un conduit DN32

Coefficient entre eau/air = 1,16 /0,34 = 3,8

1,496 /(3,14*(0,032/2)^2/3,8 = **487 m**

Vérification gain mesuré sur le terrain environ

7w/m = 7*487 = 3,4KW



2* 35m de conduits espacés de 1m à 2m de profondeur

Volume 35m * 1,2 *2 **= 84m^3**

500 m de conduits DN32 espacés de 50cm à 2m de profondeur

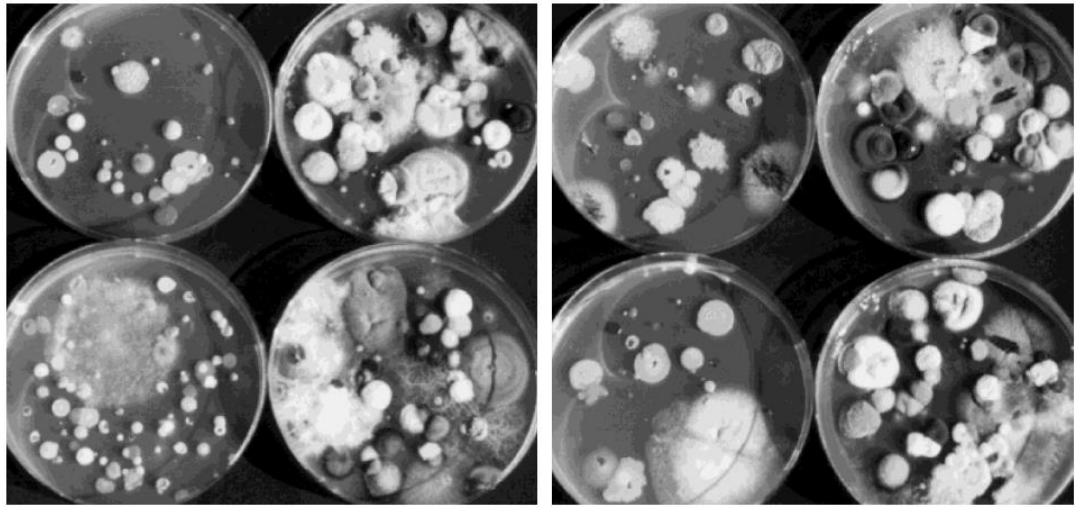
Volume 5m * 50 m *2 **= 500 m^3**

Coût de l'excavation X 6

Risques sanitaires d'un puits canadien aéraulique

- Une étude bactériologique détaillée a été réalisée par une équipe suisse – Barbara Flückiger, (Institut hygiène et Arbeitsphysiologie,ETH Zürich) – sur 12 installations pour déterminer la qualité de l'air à la sortie du puits canadien et de la bouche de soufflage des pièces de la maison.
- Les puits canadiens étudiés étaient très variés avec
  - un débit allant de 120 à 26 000 m3/h.
  - Les matériaux utilisés étaient du drain, des conduits en PVC , en ciment ou Polyéthylène.
  - La vitesse de l'air variait entre 0,2 et 3,5 m/s
  - La filtration à l'entrée du puits de G3 à F7

Bactéries Champignons
Sortie puits canadien



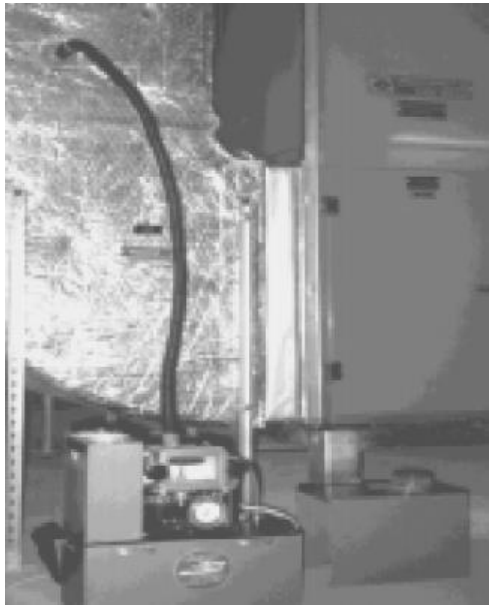
Bactéries Champignons
Air extérieure

Risques sanitaires d’un puits canadien aéraulique

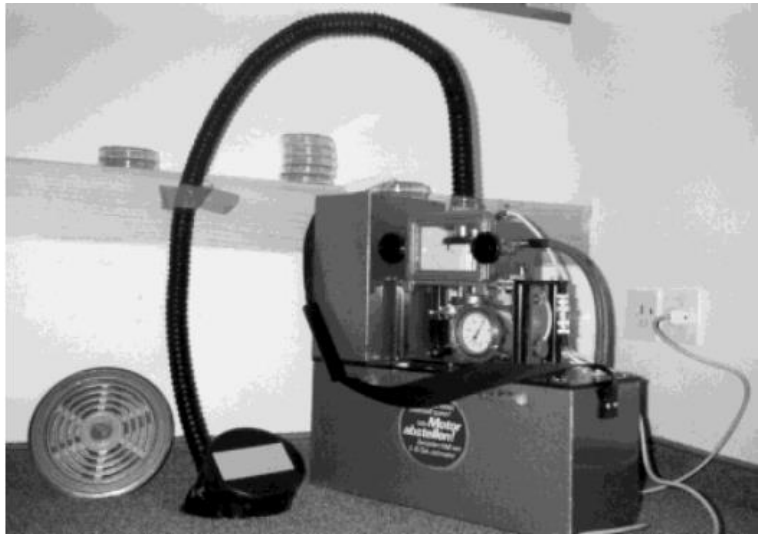
- Des capteurs de mesures ont été placés:

A la prise d’air

A la sortie du PC avant la VMC

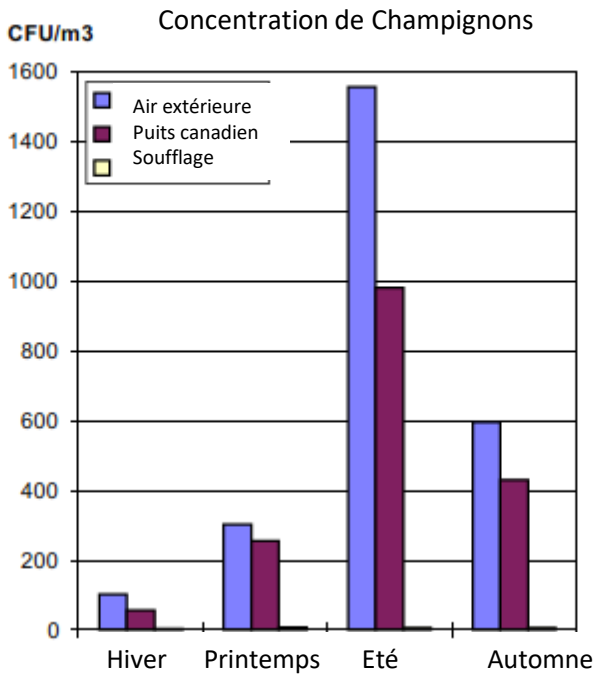


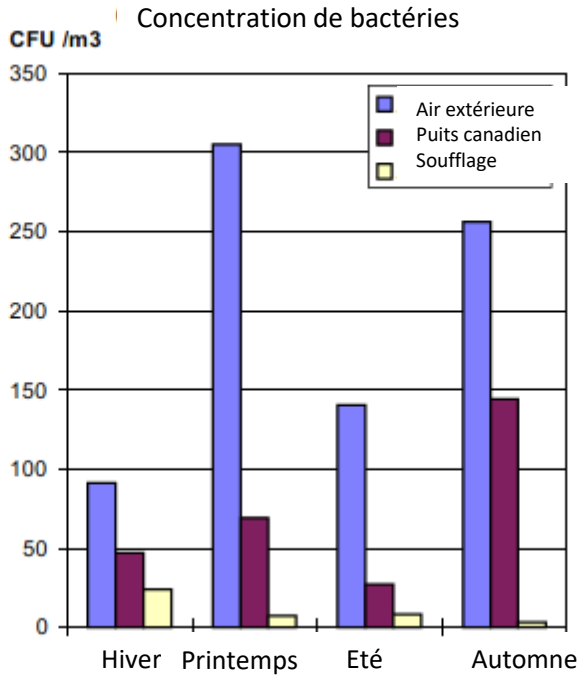
A la bouche de soufflage



Risques sanitaires

- Développement de champignons et bactéries en fonction de la saison





Conclusions et résultats

- Conclusions
  - L'étude recommande:
    - l'utilisation d'un conduit lisse à l'intérieur et non poreux
    - Une étanchéité parfaite à l'air et à l'eau
    - Un filtre grossier type G3 ou G4 à la prise d'air
- Résultats:

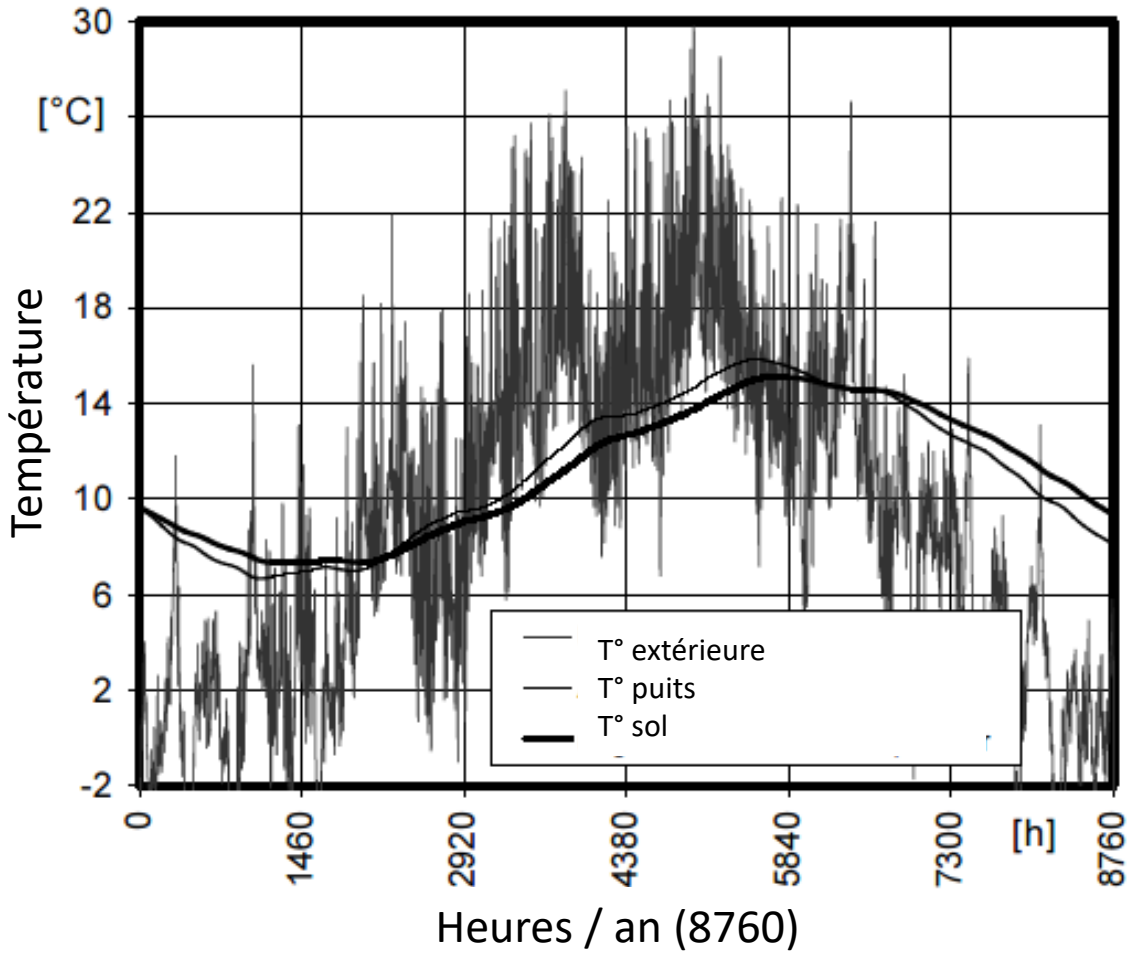
  Citation: "In general, the concentrations of fungal spores and bacteria in the air of the underground pipes were lower than in the outdoor air."

  - En général, la concentration de champignons et bactéries dans l'air à la sortie des puits canadiens était plus faible que ceux dans l'air extérieur.

  - Les produits AeroDukto ont été conçus pour répondre à ce cahier des charges .

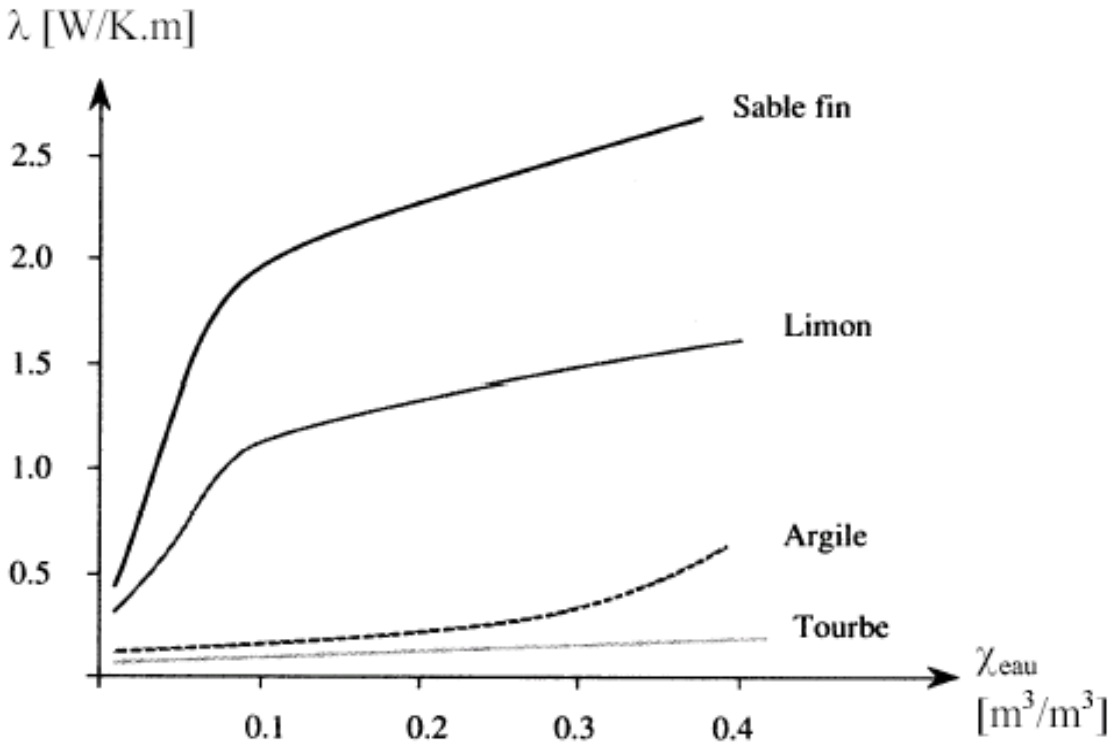
Le puits canadien – Objectif pour la mise en œuvre

Atteindre à la sortie du PC une température la plus proche possible de la température du sol avec une consommation du ventilateur la plus basse possible et un investissement le plus faible possible.



Influence de la nature du sol

- Une teneur en eau augmente de façon significative les performances
- Le type de sol n'influe pas de manière importante la température de sortie

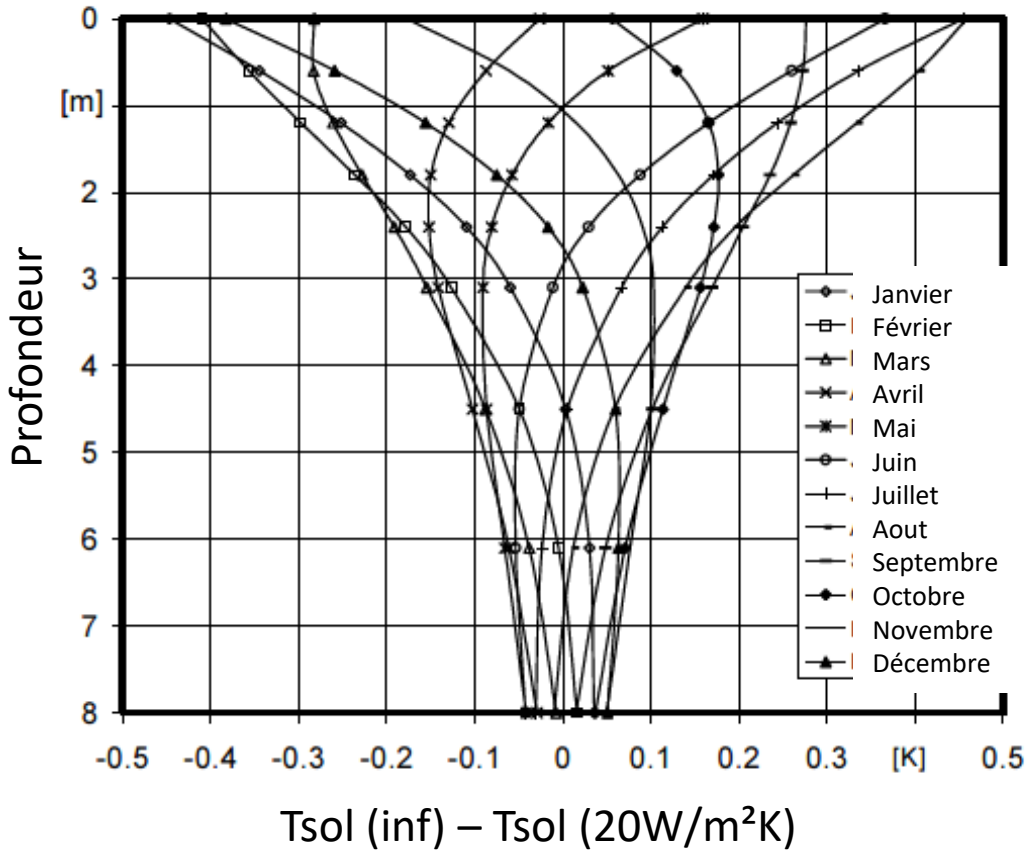


Profondeur de pose

La température du sol provient du rayonnement solaire et de l'infiltration d'eau. Le transfert de chaleur de la température de l'air avec le sol est négligeable. La variation entre un sol herbeux (20W/m²K) et nu (infini) n'est que de 0,2K à 3m.

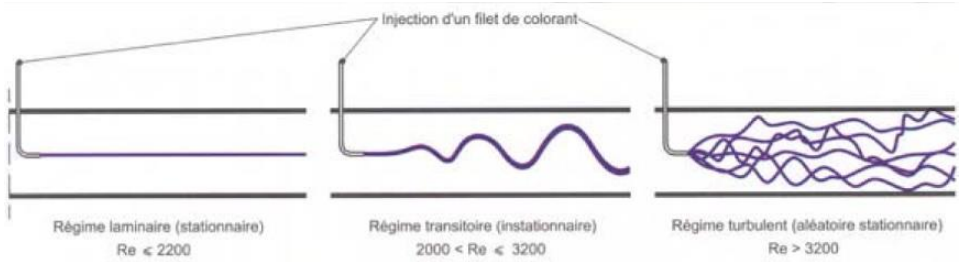
<u>La profondeur de pose idéale est entre 2 et 3m</u>

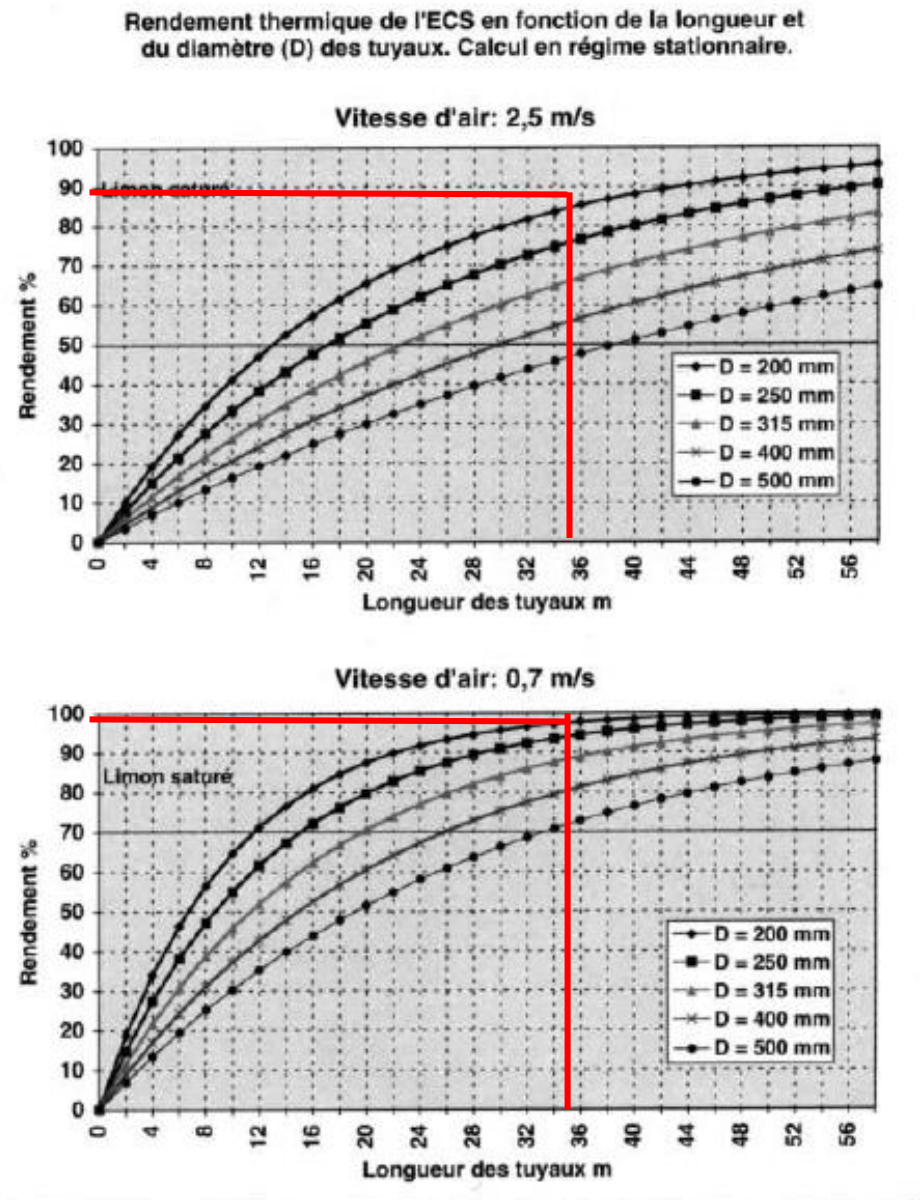
Puits canadien enfouit à 3m de profondeur



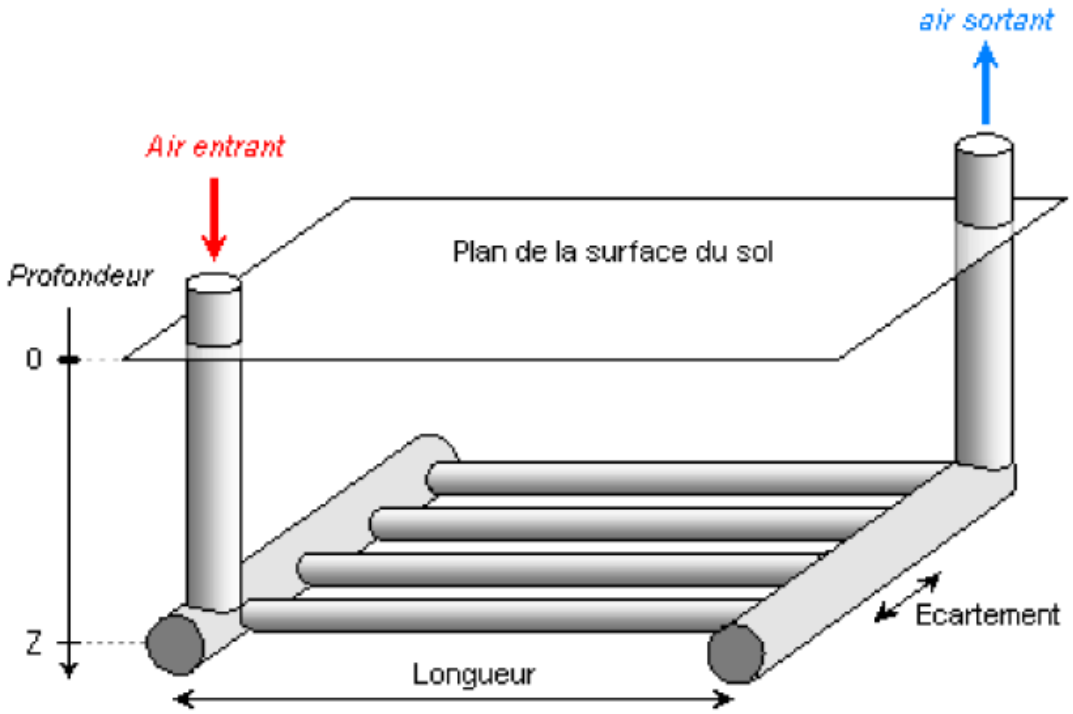
Influence de la longueur des conduits

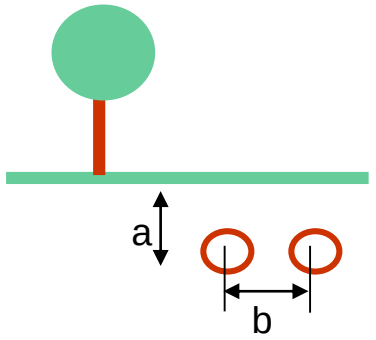
- Pour une habitation résidentielle (<800m3/h) une longueur de 35m permet de récupérer entre 85 et 95% du rendement. (DN200)
- Une analyse plus détaillée est nécessaire pour des débits plus importants

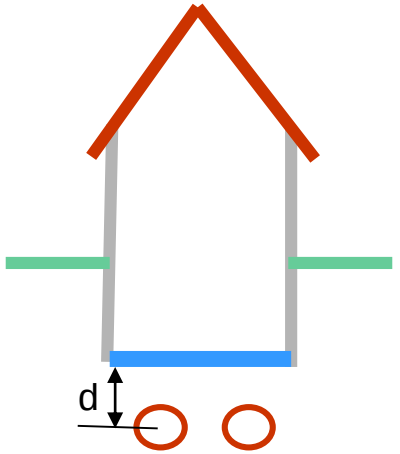


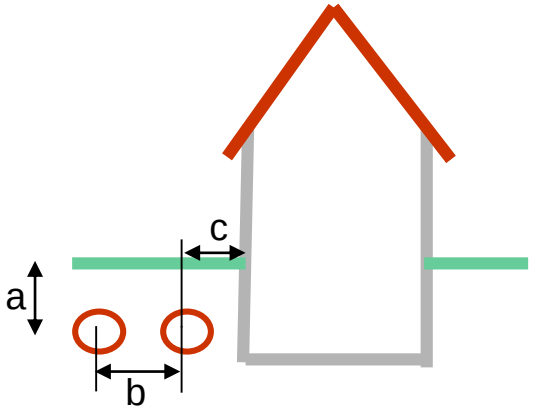


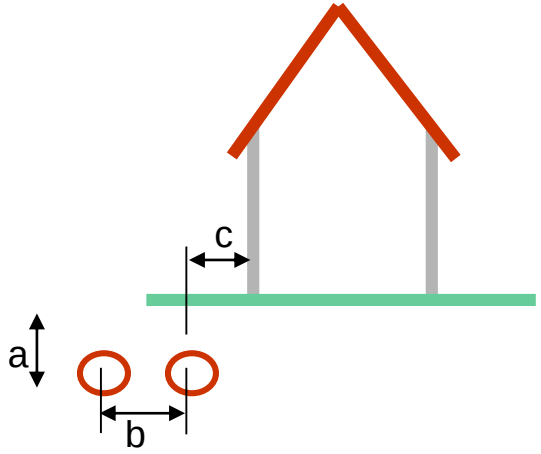
Positionnement sur le terrain



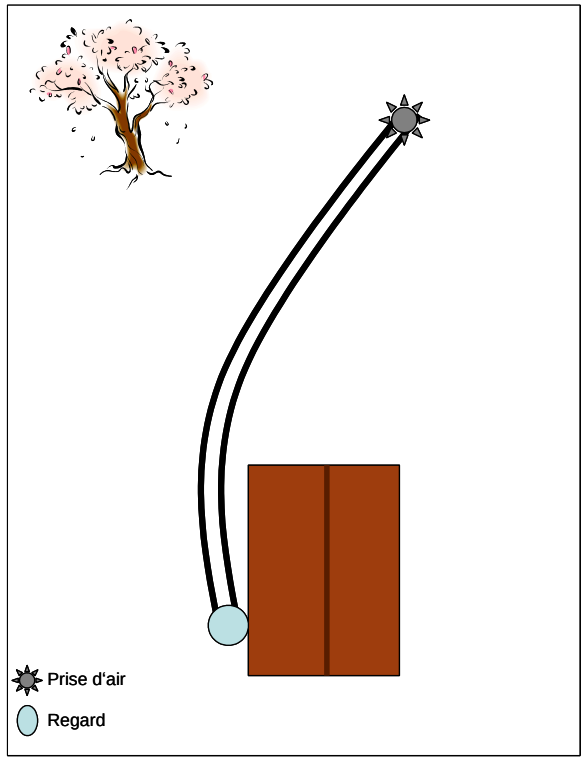


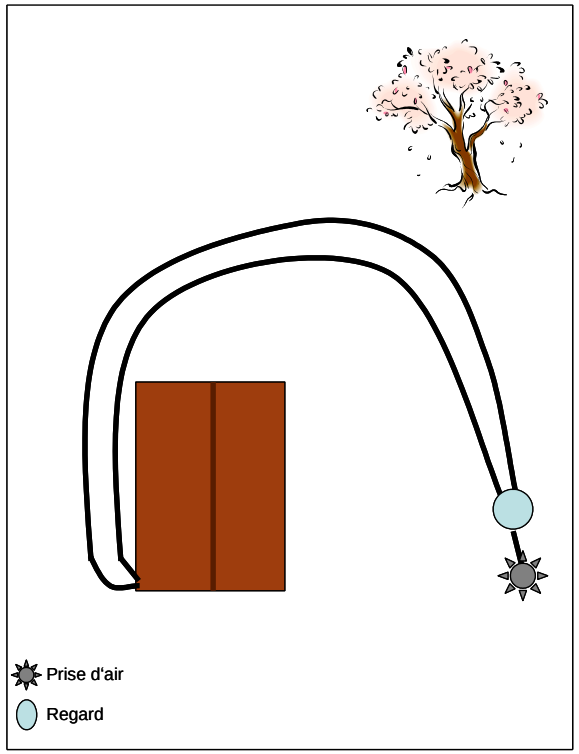




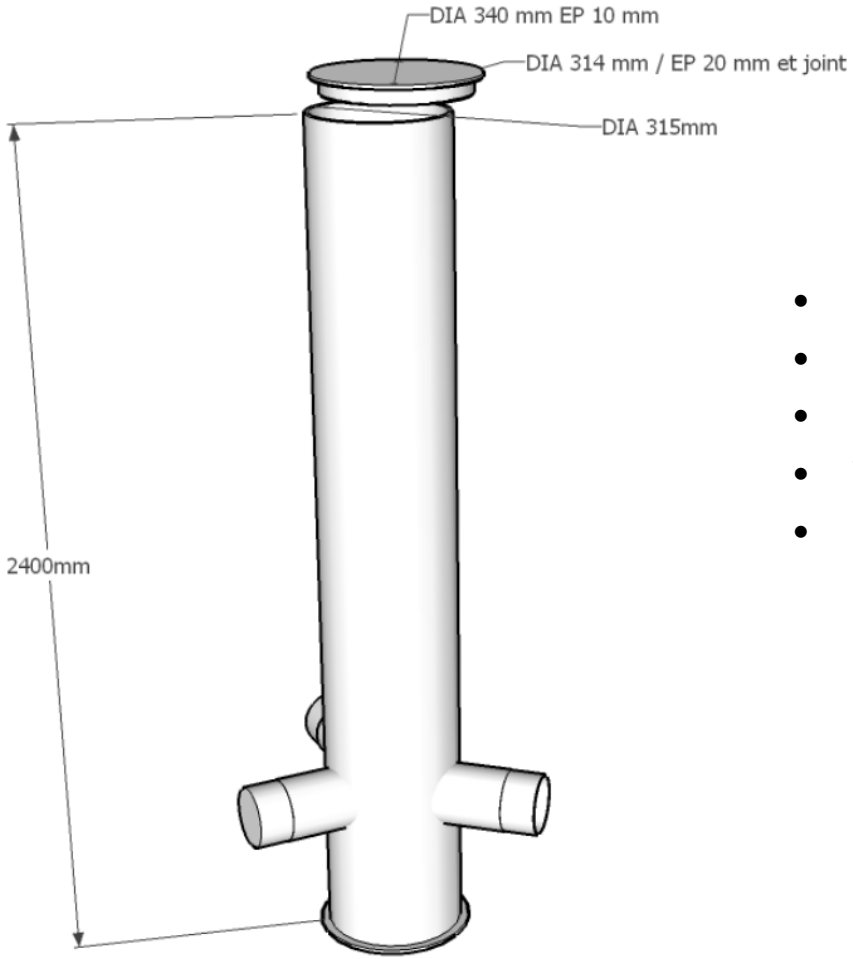


Positionnement sur le terrain





Regard de visite et condensats



- Couvercle étanche à l'immersion
- Regard 100% étanche
- Fond de regard pour récupérer les condensats
- Visite annuelle
- Nettoyage tous les 5 ans (a l'eau) (en fonction de l'aspect visuel

Photos du Net!

Puits climatique AeroDukto

Autres exemples tertiaires

Bâtiment Lufthansa Cologne

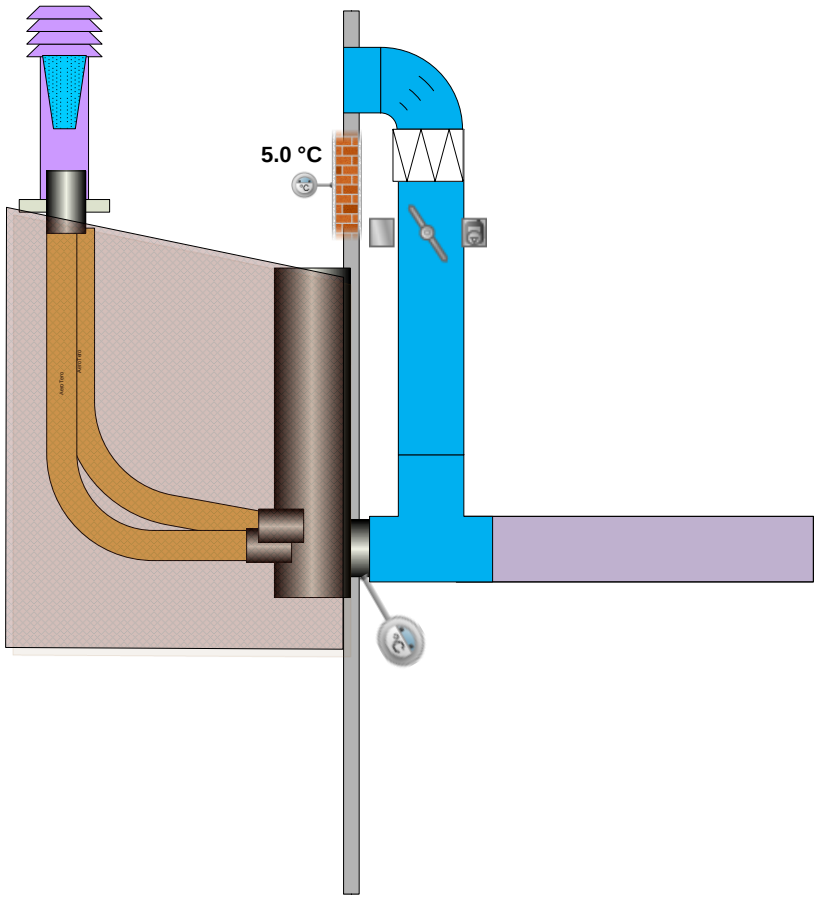
Hôtel 18 000m3/h (67)

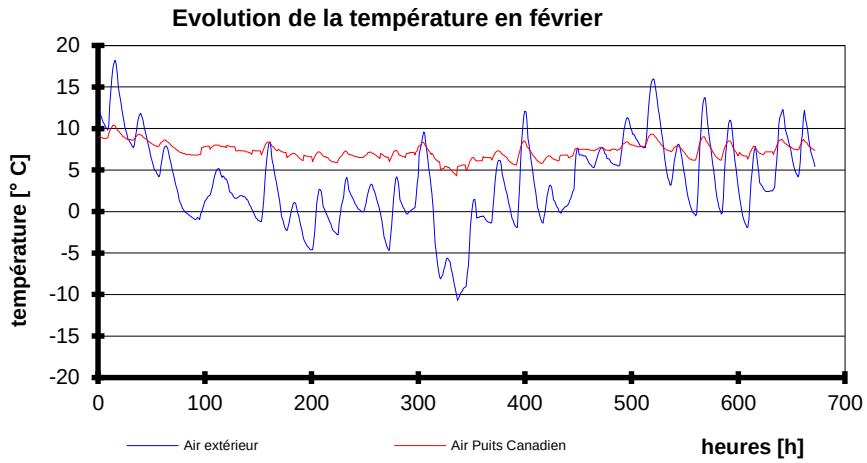
Ministère de l'écologie Allemagne
(120 000 m3/h)

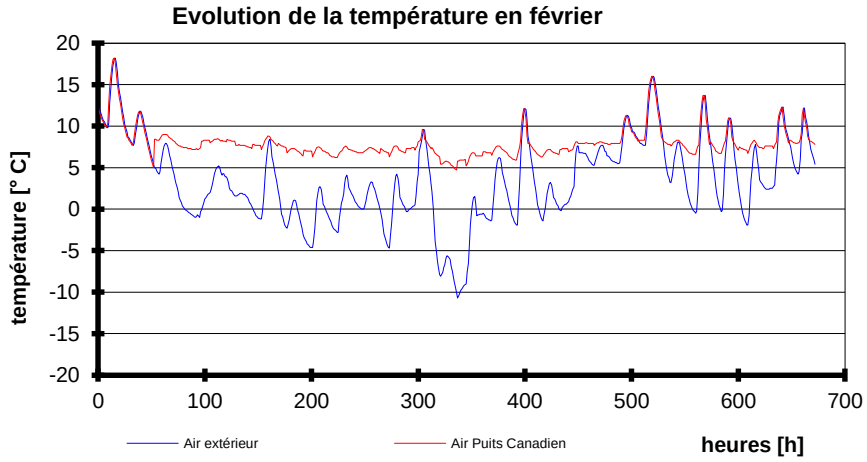
Bypass différentiel hiver

AeroDukto
2ème Génération

Gain: env 10 %



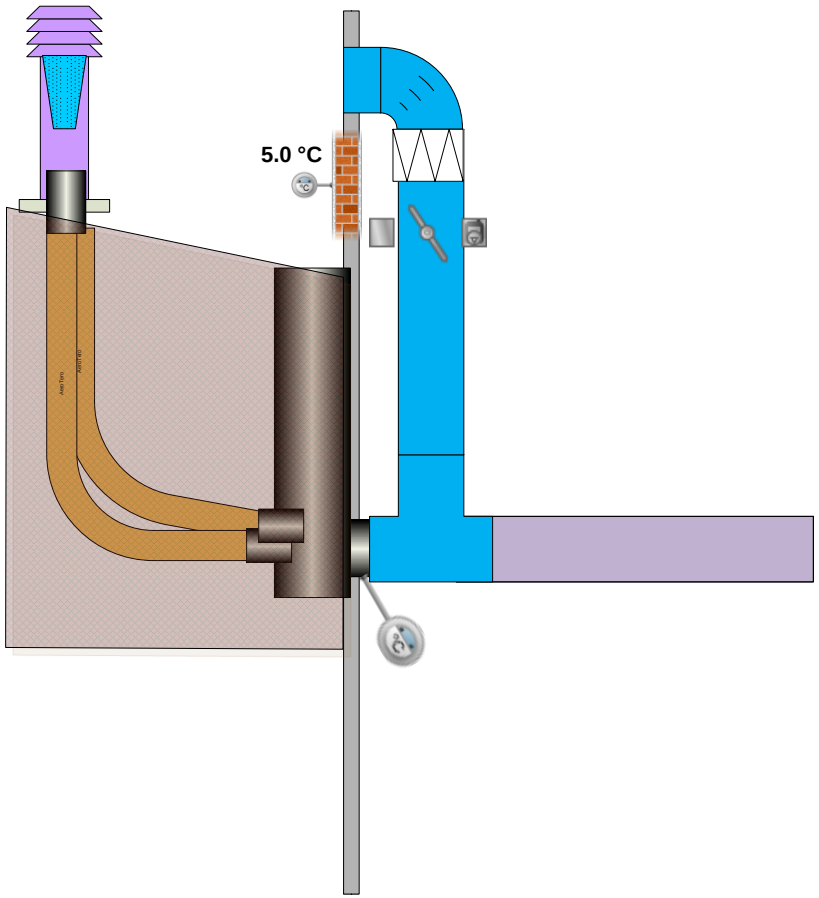


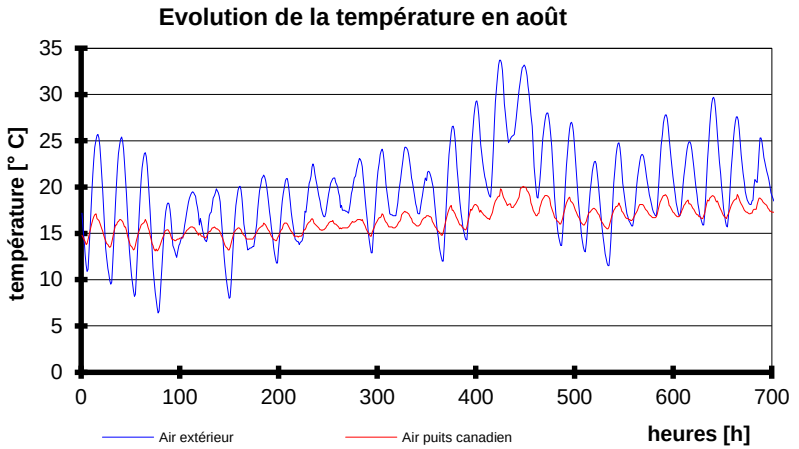


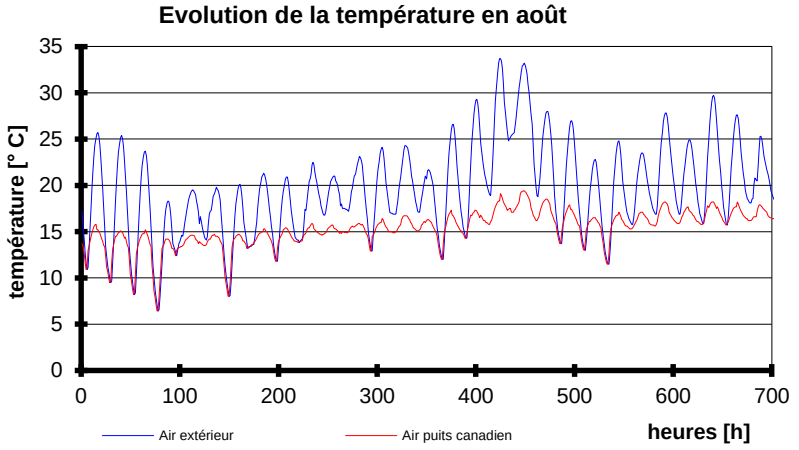
Bypass différentiel été

AeroDukto
2ème Génération

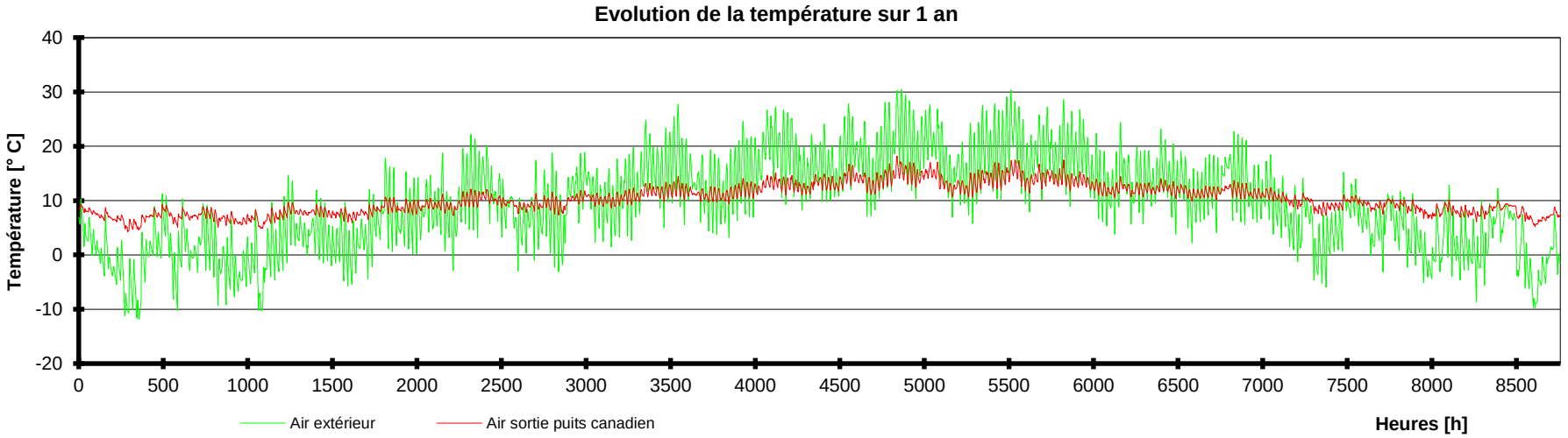
Gain: env 10 %



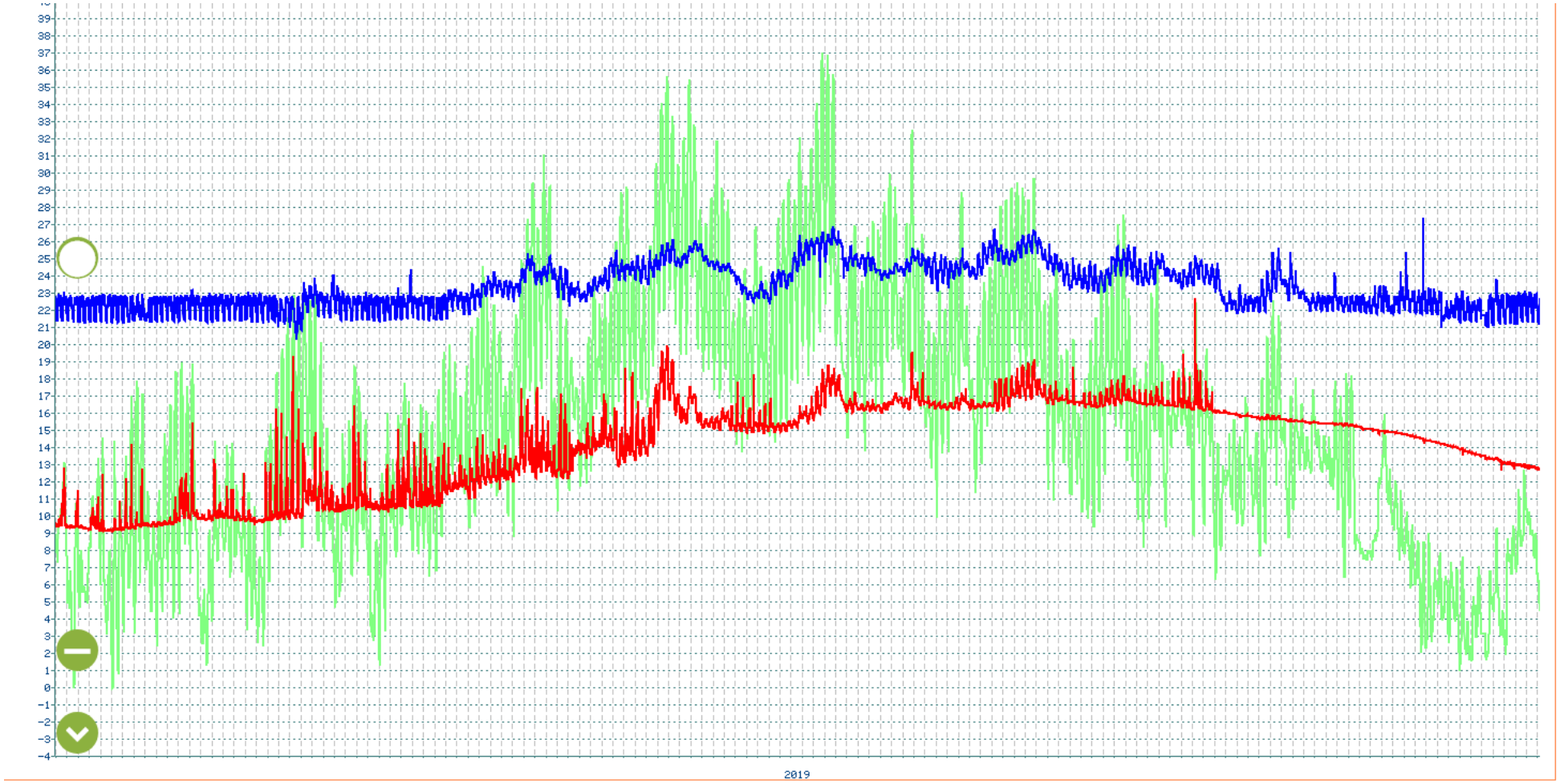




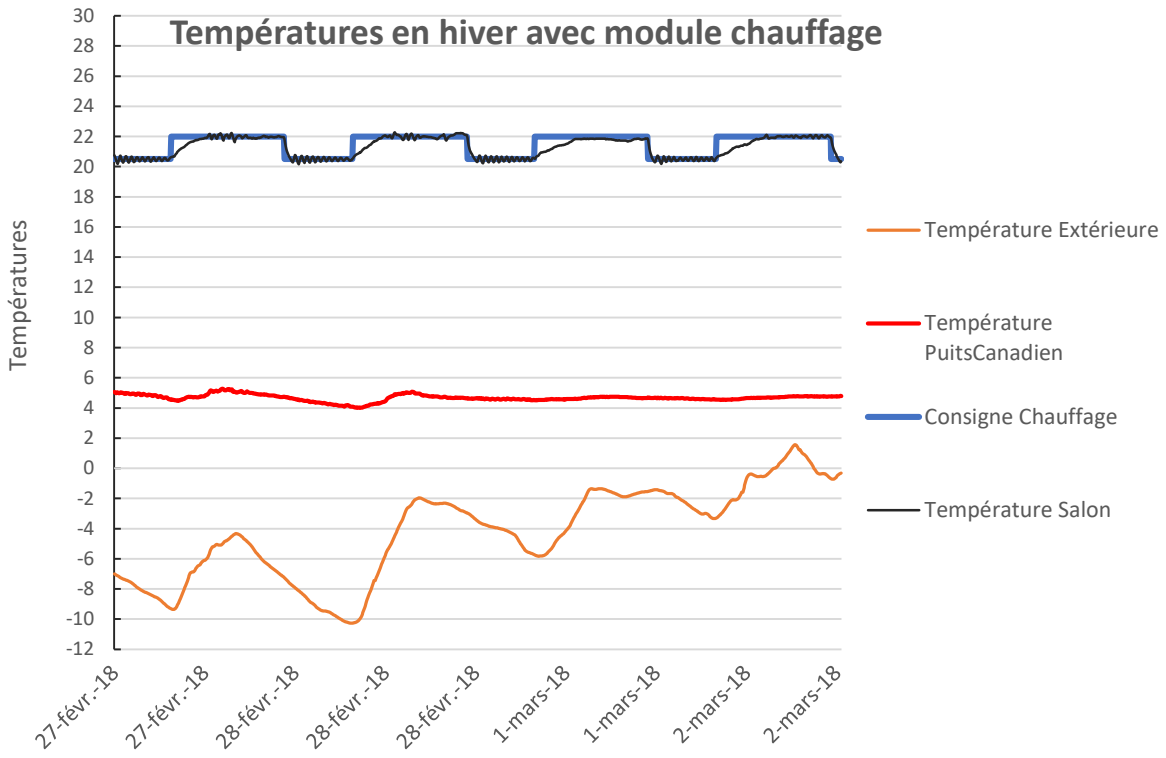
Le puits canadien aéraulique (simulation WKM)

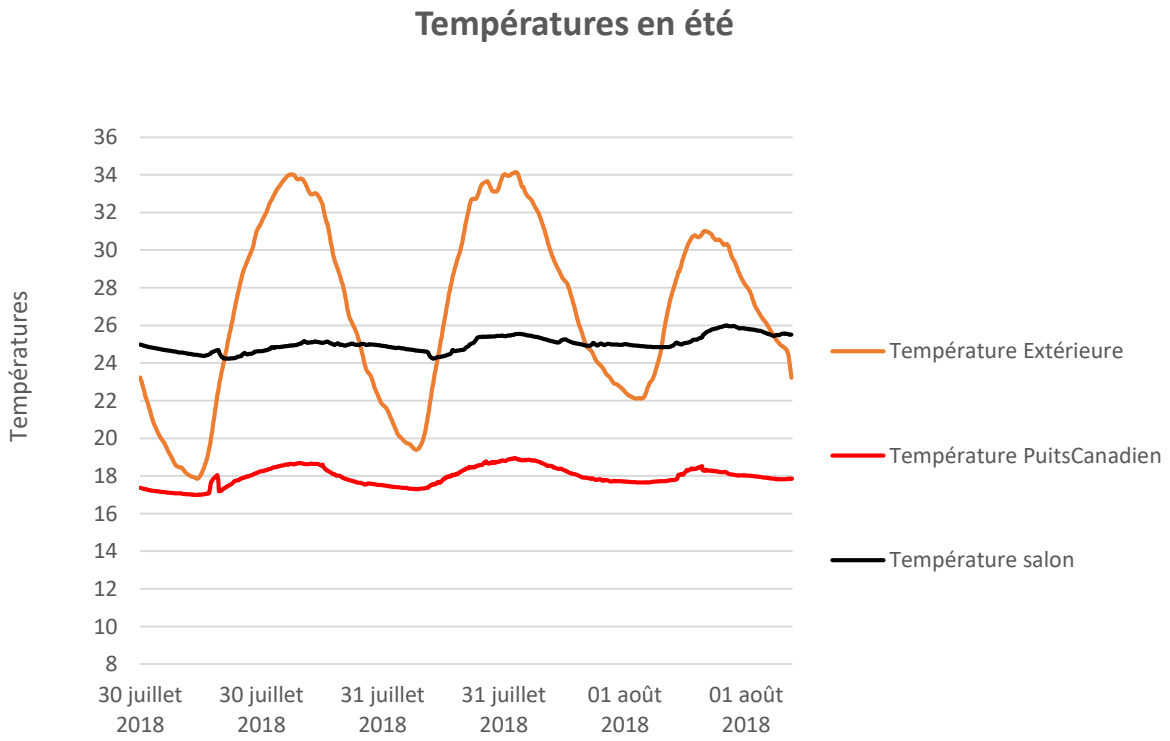


Le puits canadien aéraulique (mesure 2/2019-11/2019)

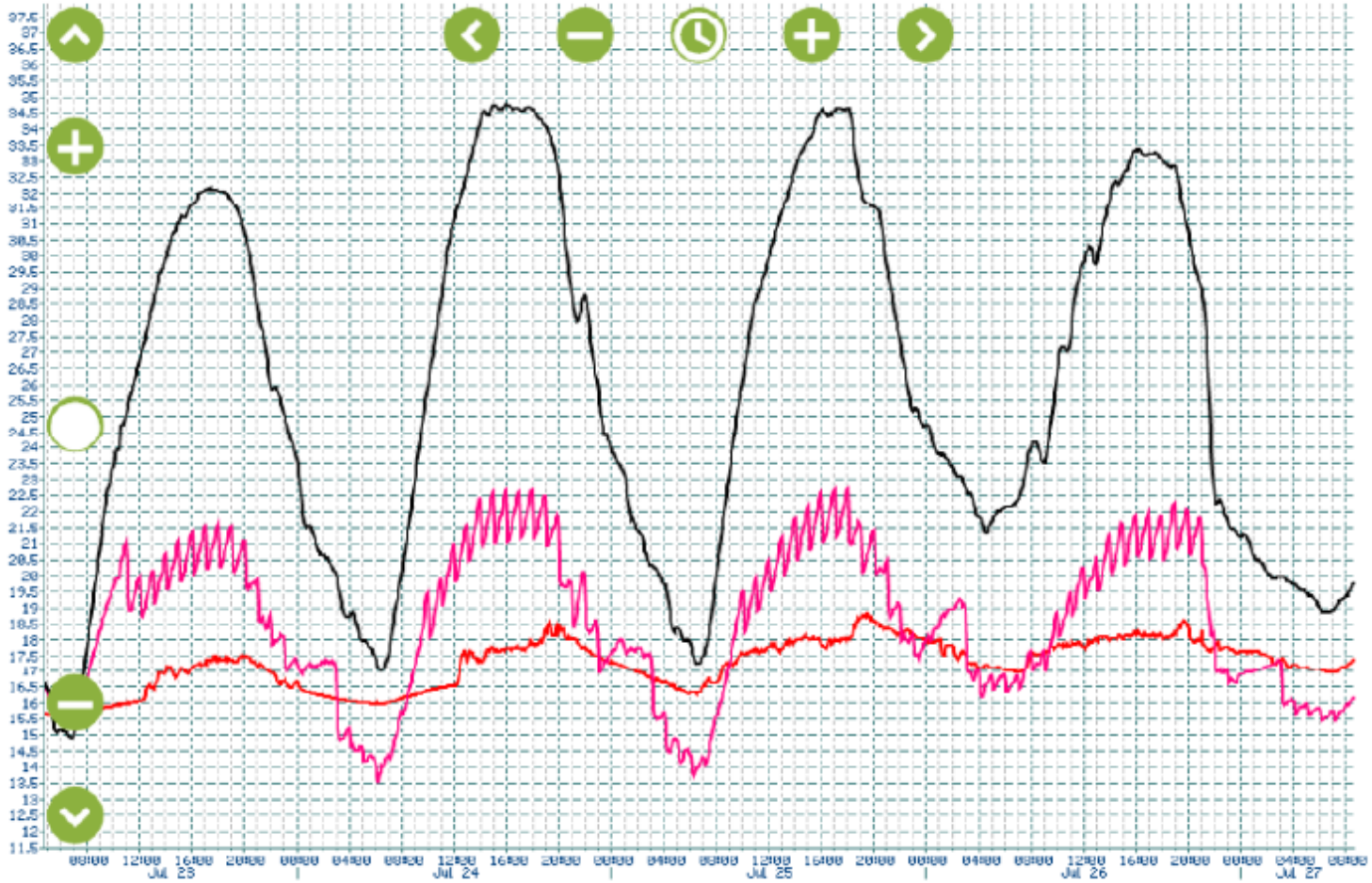


Courbes de températures
Alsace 2018





Courbe PC en Alsace Eté 2019 (Glycol et Aéraulique)

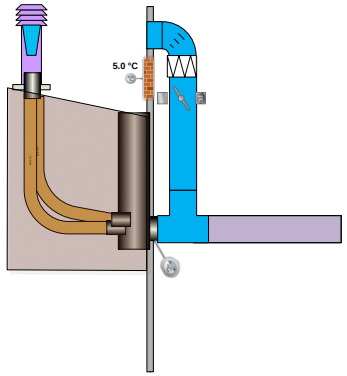


Courbe PC en Alsace hiver 2019 (Glycol et Aéraulique)

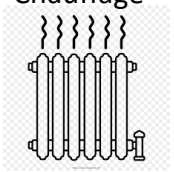
Régulation DeltaTero

AeroDukto
2ème Génération

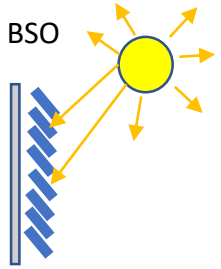
Bypass différentiel



Chauffage

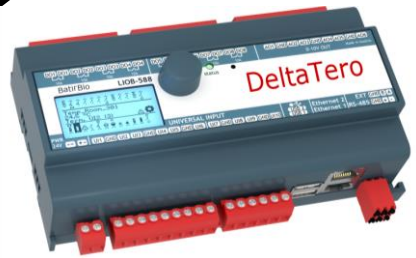


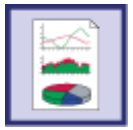
Gestion BSO

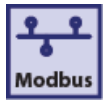


Alarmes

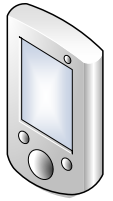
Cloud Internet



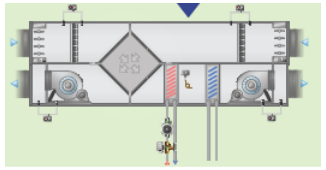




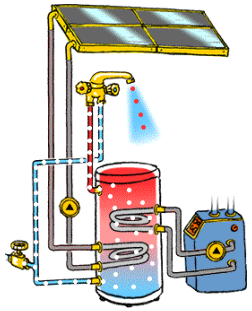
Tél portable



VMC double flux



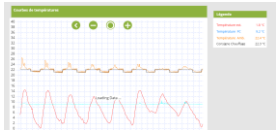
ECS solaire



Capteur Température, Hygro, CO2, Présence

Photovoltaïque

Courbes



Caractéristiques d'un puits canadien AeroDukto

AeroDukto
2ème Génération

- Conduits en PE-HD vierge (peau intérieure alimentaire) (pas de matières recyclées)
- Étanche à l'immersion IP68
- Test d'étanchéité 0,5 bar en pression et – 0,3 bar en dépression (NF EN 1277)
- Prise d'air avec filtre G3/G4 surdimensionnée (2 m/s max)
- Regard de visite étanche avec puisard pour la gestion des condensats.
- Gestion complète des condensats
- Matériaux recyclables à l'infini
- Sans dégagement de vapeurs nocives ou odeurs.
- Une paroi intérieure lisse.
- Haute résistance à l'écrasement (SN8)
- Mise en œuvre aisée

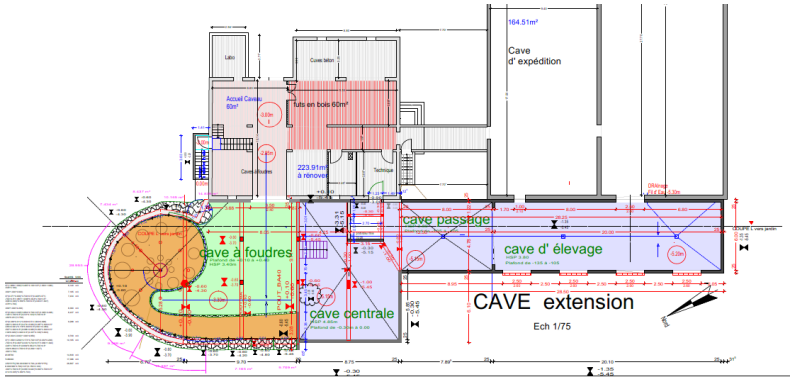
Nos projets en cours

Terres de Versailles (Hôtel 7000m2)

Collectif de 18 logements (94)

Périscolaire 1000m2 (67)

Petit collectif (Strasbourg centre ville)



Cave viticole (68-21)

Serre maraîchère

Climatiser ou rafraîchir?

- Définition du Larousse
  - Rafraîchir

    Rendre frais ou plus frais quelque chose, l'amener à un degré de froid modéré

  - Climatiser

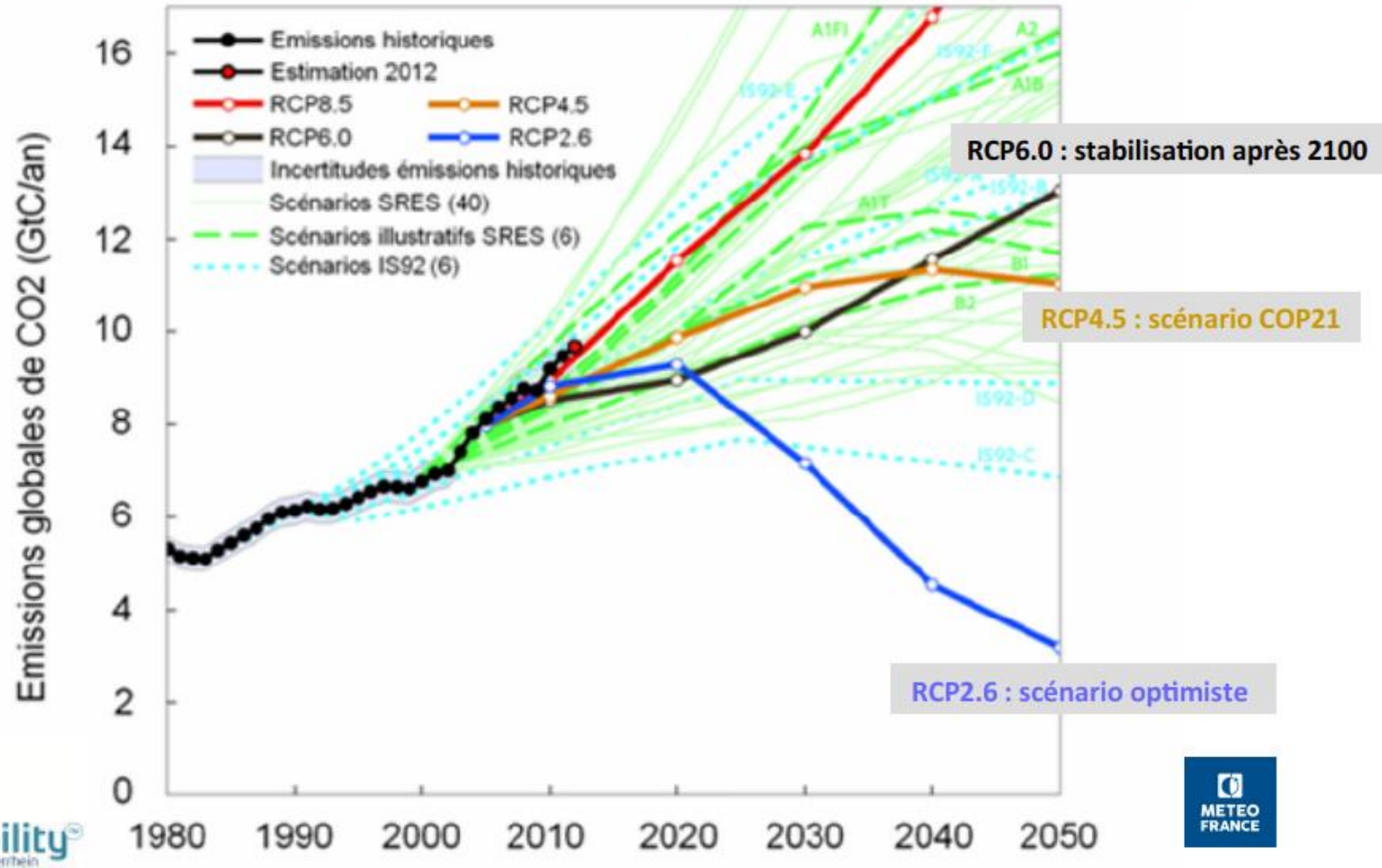
    Créer ou maintenir dans un local ou un véhicule un ensemble de conditions déterminées de température et d'humidité

Climatiser ou rafraîchir?

- **10 climatiseurs par seconde qui sont vendus dans le monde**
- Aux Etats-Unis, l'énergie dédiée aux climatiseurs équivaut à la consommation énergétique totale de l'Afrique
- 6% de la production d'électricité aux Etats-Unis est dédiée à la climatisation, et celle-ci représente 20% de la facture résidentielle.
- 35 milliards de litres de pétrole par an nécessaires uniquement pour la climatisation (habitat, Industries, voitures, Internet pour refroidir les nombreux serveurs, etc)
- **responsables d'une hausse de la température de 2°C** la nuit dans la ville de Phoenix (source : Yale Environnement)
- cela provoque une réaction en chaîne, plus de chaleur à l'extérieur induit plus de clim et donc plus de chaleur à l'extérieur etc…
- des climatiseurs pas entretenus développent des nids de bactéries et champignons que l'air soufflé projette dans la pièce.
- Internet pour refroidir les nombreux serveurs

Et pour le futur ?
Les différents scénarios du GIEC

RCP8.5 : scénario sans politique climatique

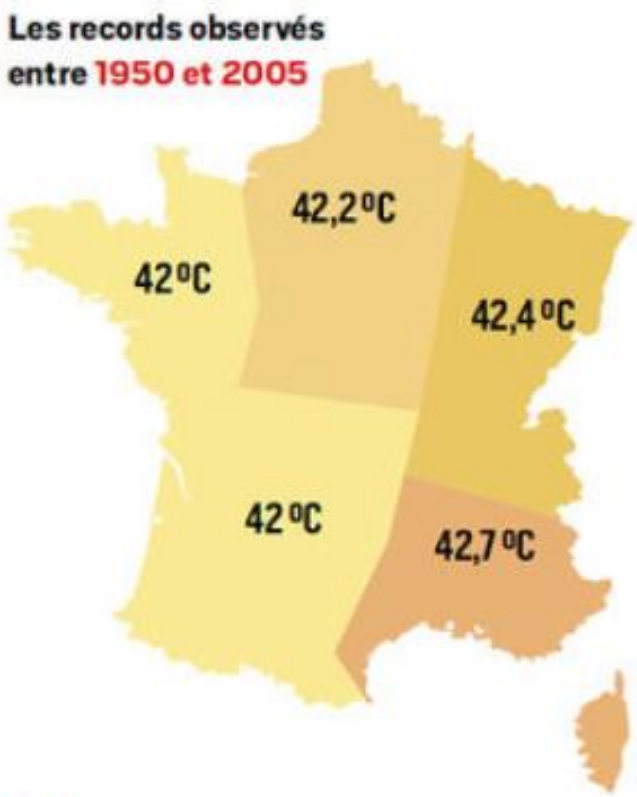


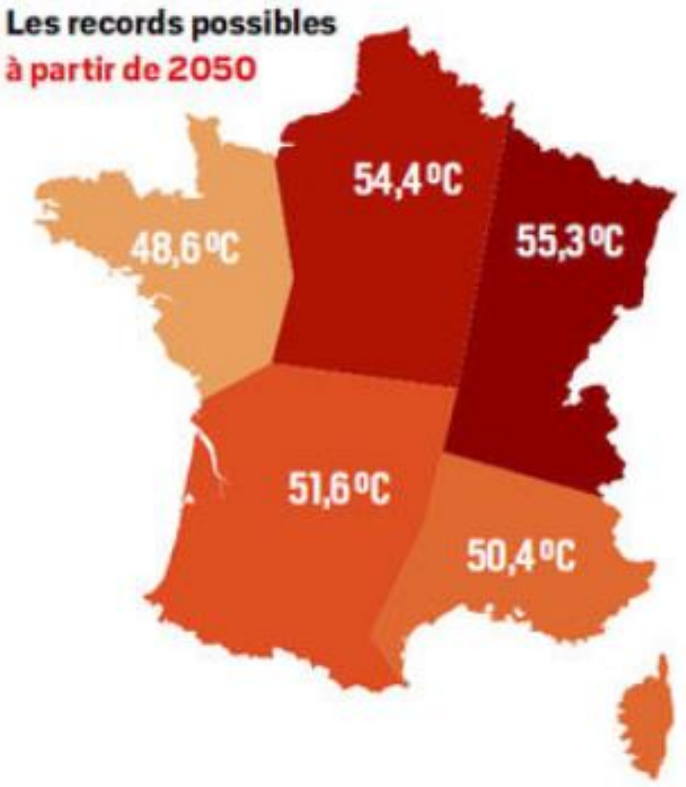
RCP6.0 : stabilisation après 2100

RCP4.5 : scénario COP21

RCP2.6 : scénario optimiste

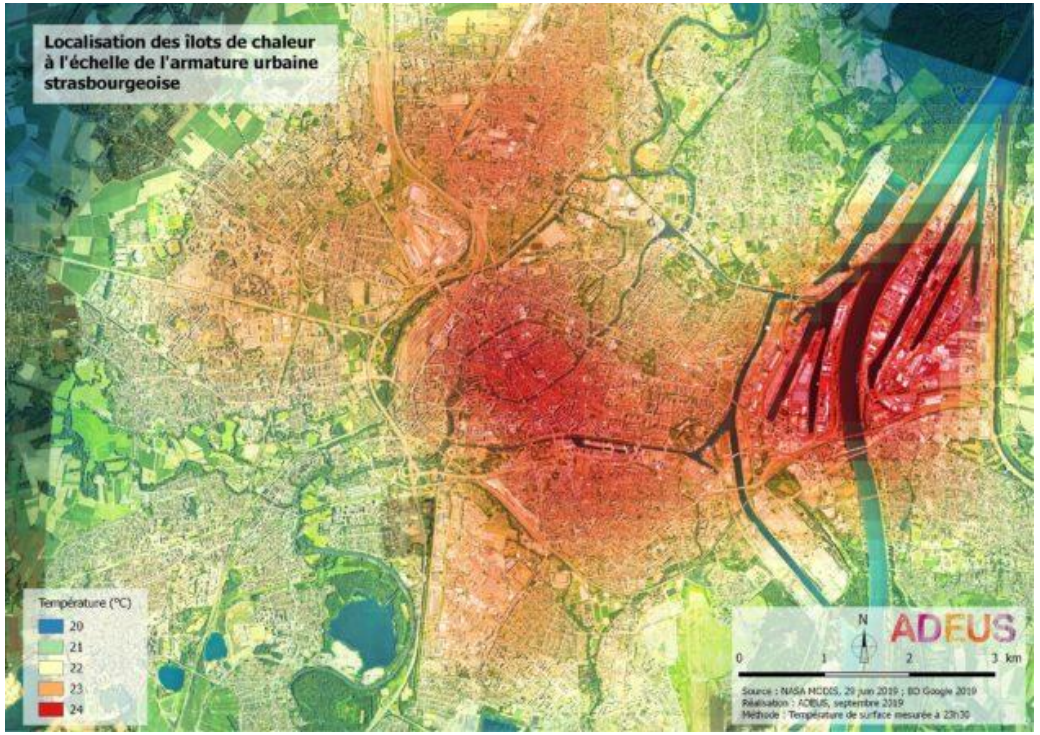
Quelles températures quotidiennes l'été en Alsace à la fin du XXIe siècle ?





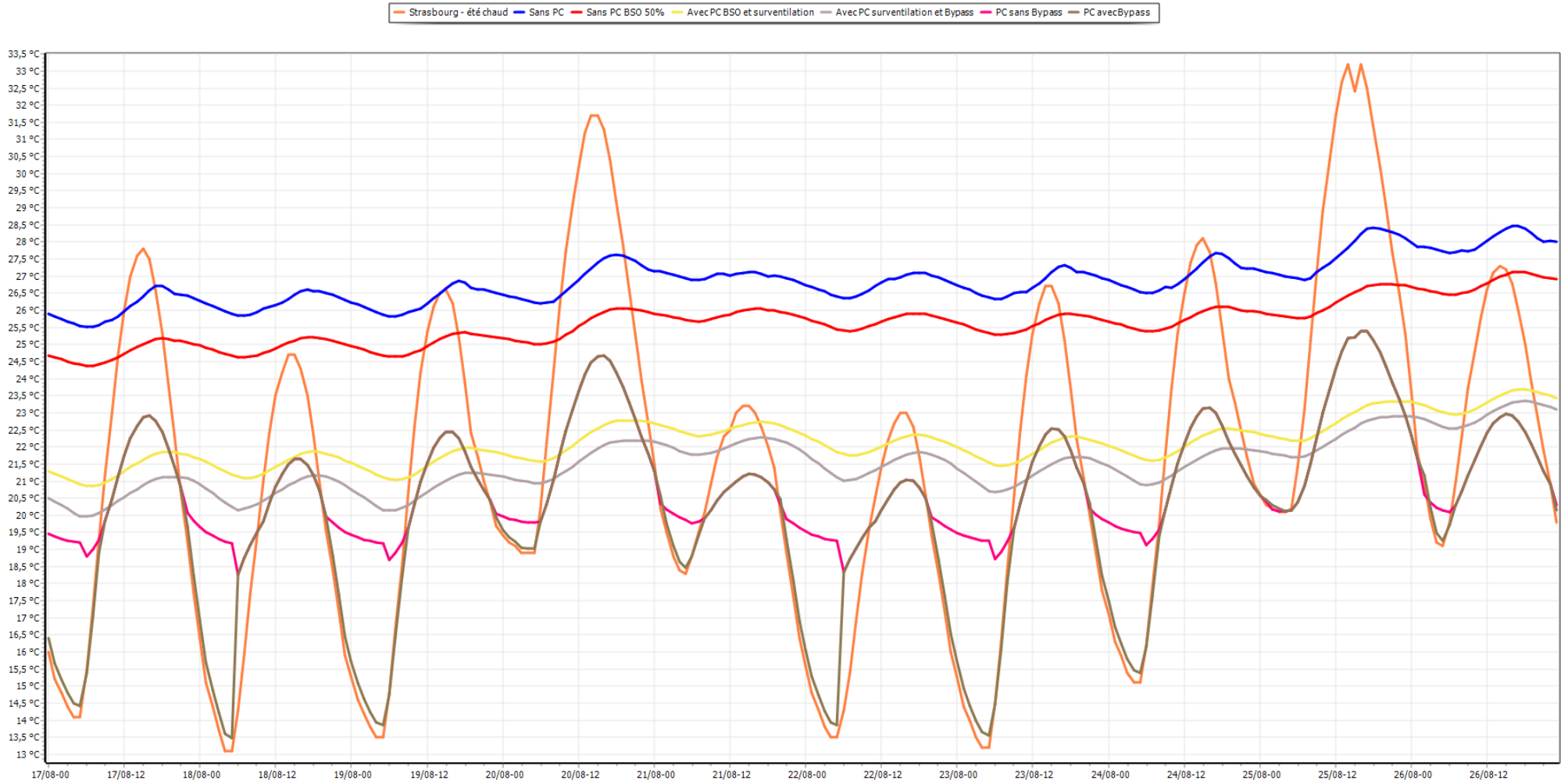
En scénario RCP 8.5 (pessimiste), la hausse de la température moyenne annuelle dans nos régions sera d'un peu plus de 4°C en 2100.

Îlots de chaleur

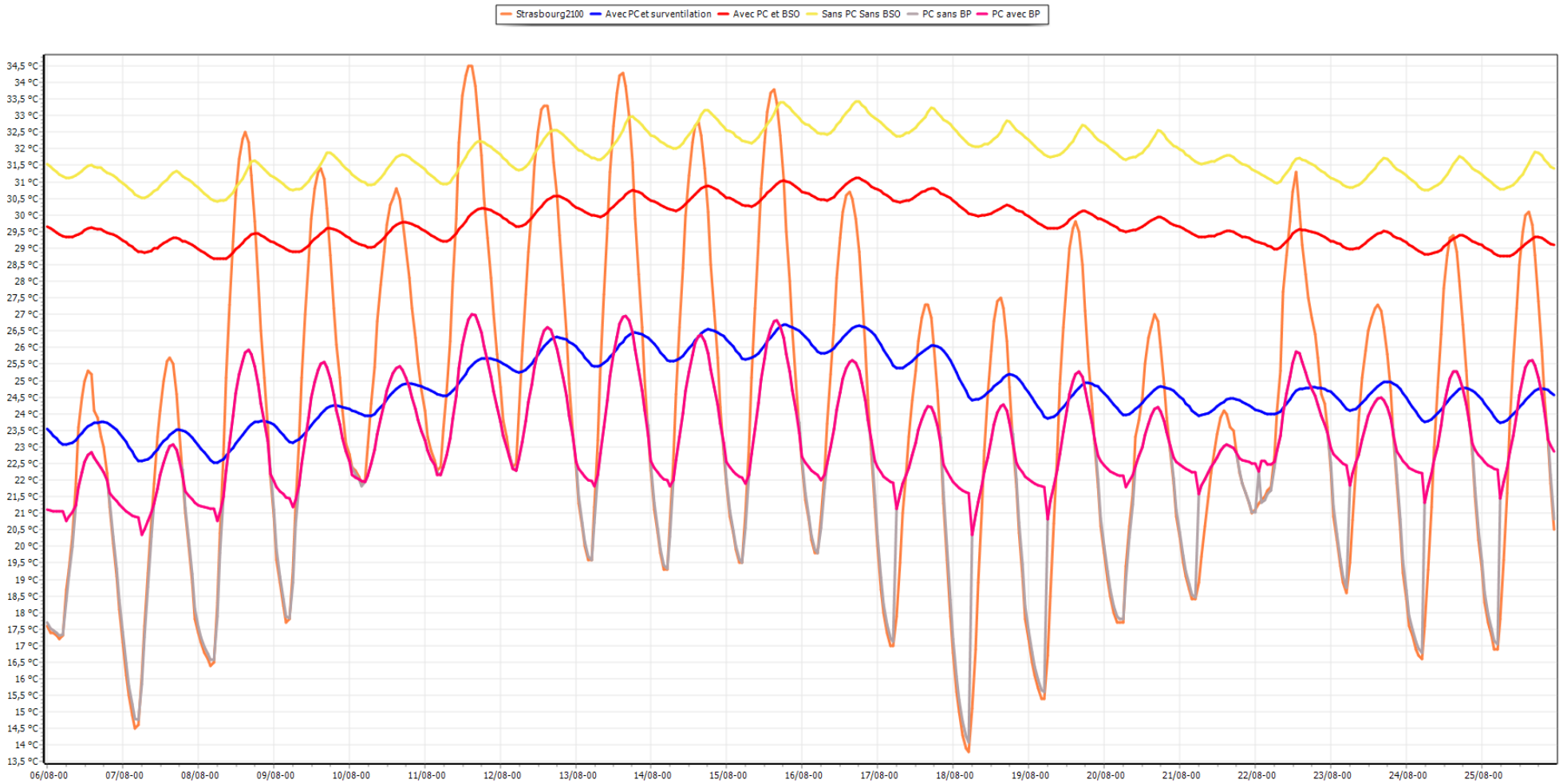


Cette zone chaude est plus ou moins reliée par la route du Rhin et le nord de Neudorf qui créent « un corridor de chaleur » jusqu'au centre-ville selon Lucas Mertz, chargé d'études à l'Adeus

Simulation dynamique PC 2019

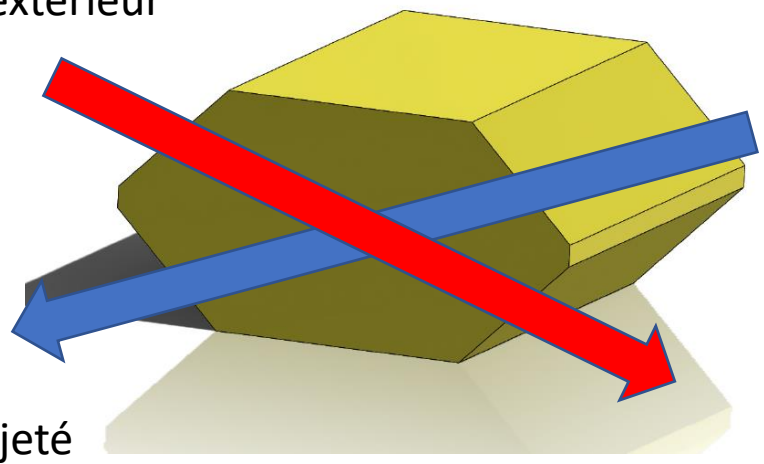


Simulation dynamique projection 2050



Bypass VMC double flux

Air extérieur

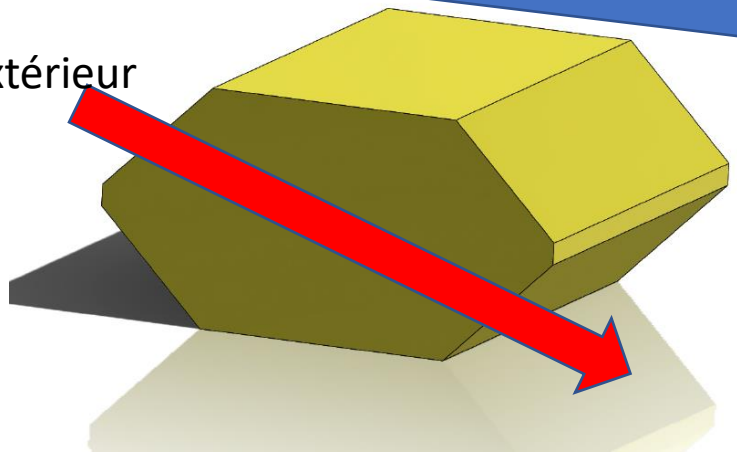


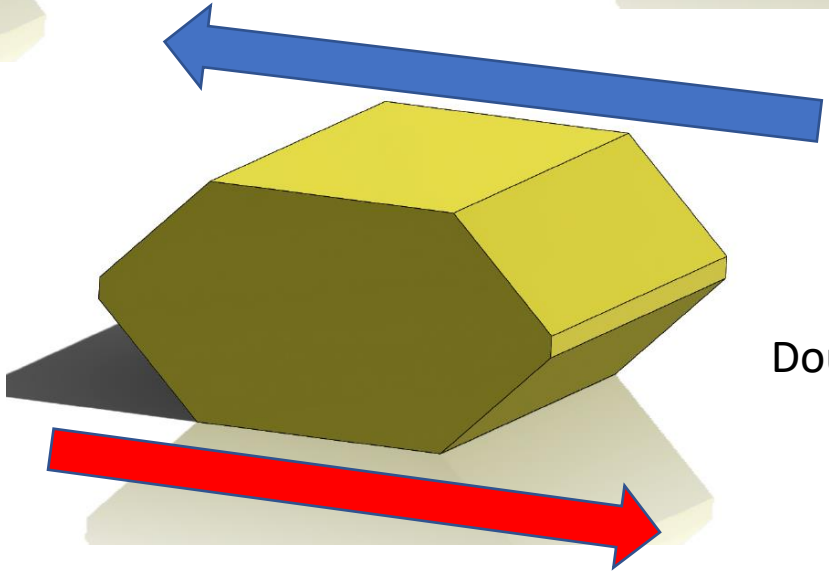
Air rejeté

Air rejeté

Bypass standard

Air extérieur

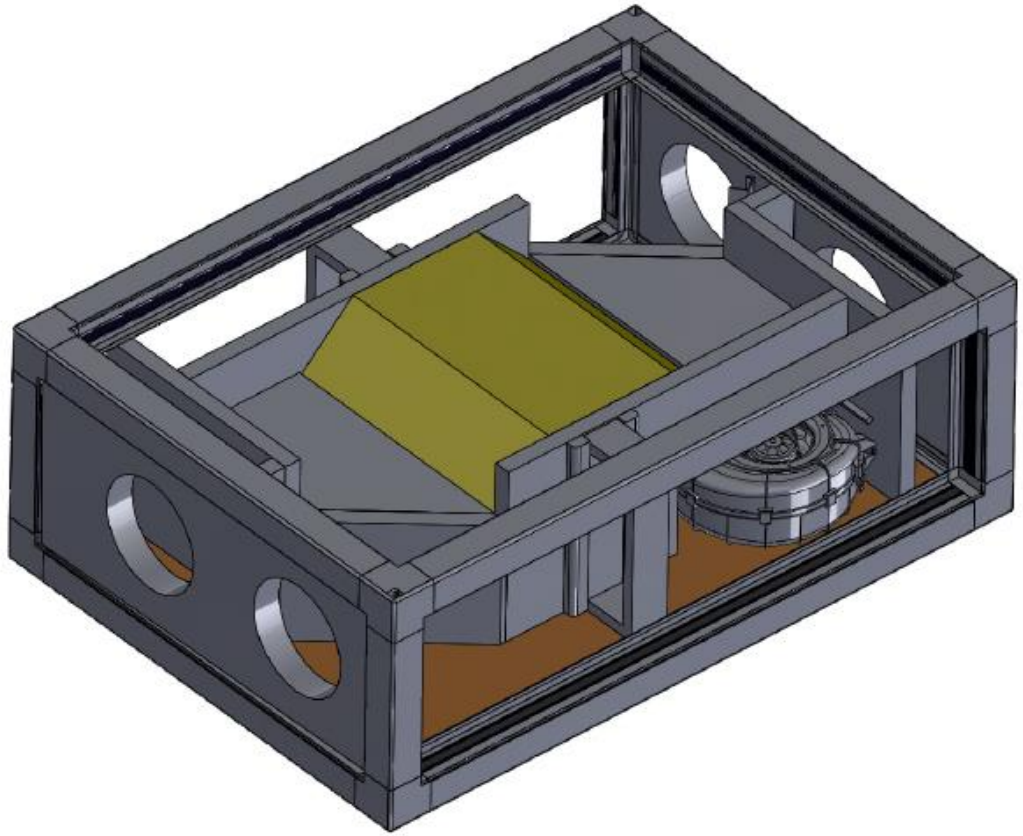




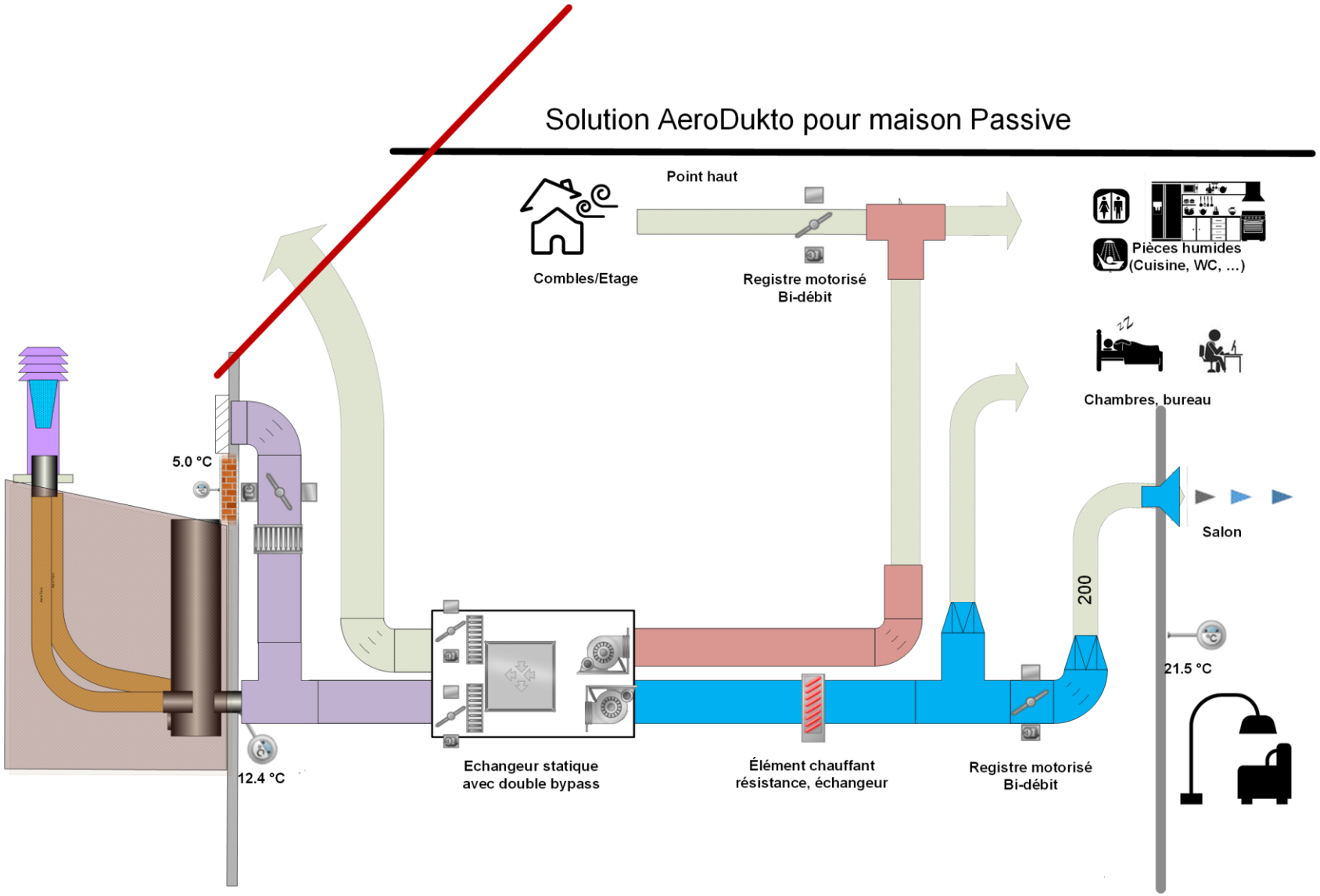
Double bypass

VMC double flux pour puits canadien AeroVarmo

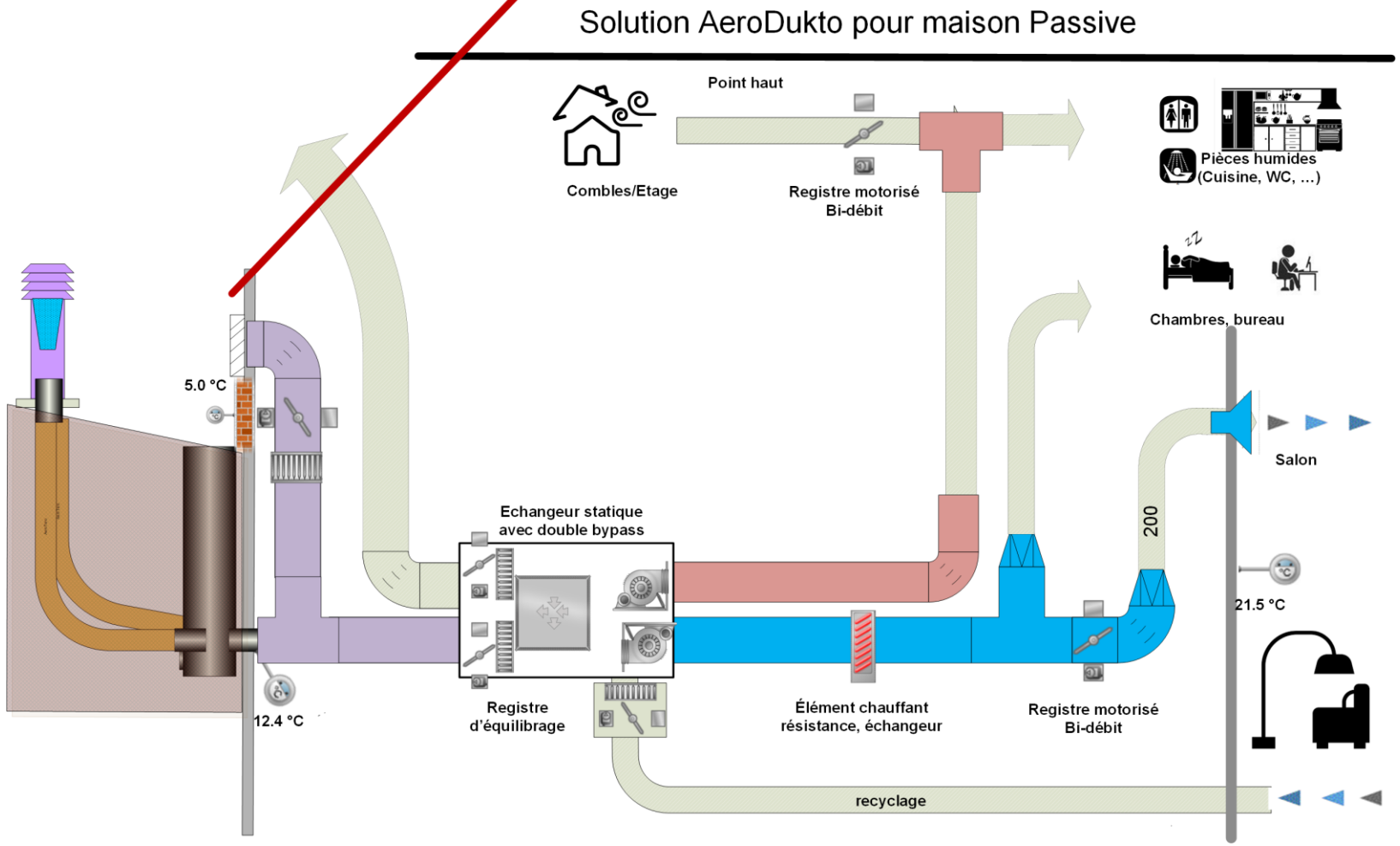
1. Moteur courant continu à débit constant
2. Mesure du débit avec un anémomètre intégré au ventilateur
3. Double bypass
4. Echangeur contre courant haute performance
5. Mesure de la puissance consommée, température et hygrométrie du soufflage et de l'extraction
6. Isolation renforcée
7. Pilotée avec la régulation DeltaTero avec accès web
8. Pilotage manuel possible
9. Option recyclage de l'air neuf



Ventilation performante avec un puits canadien

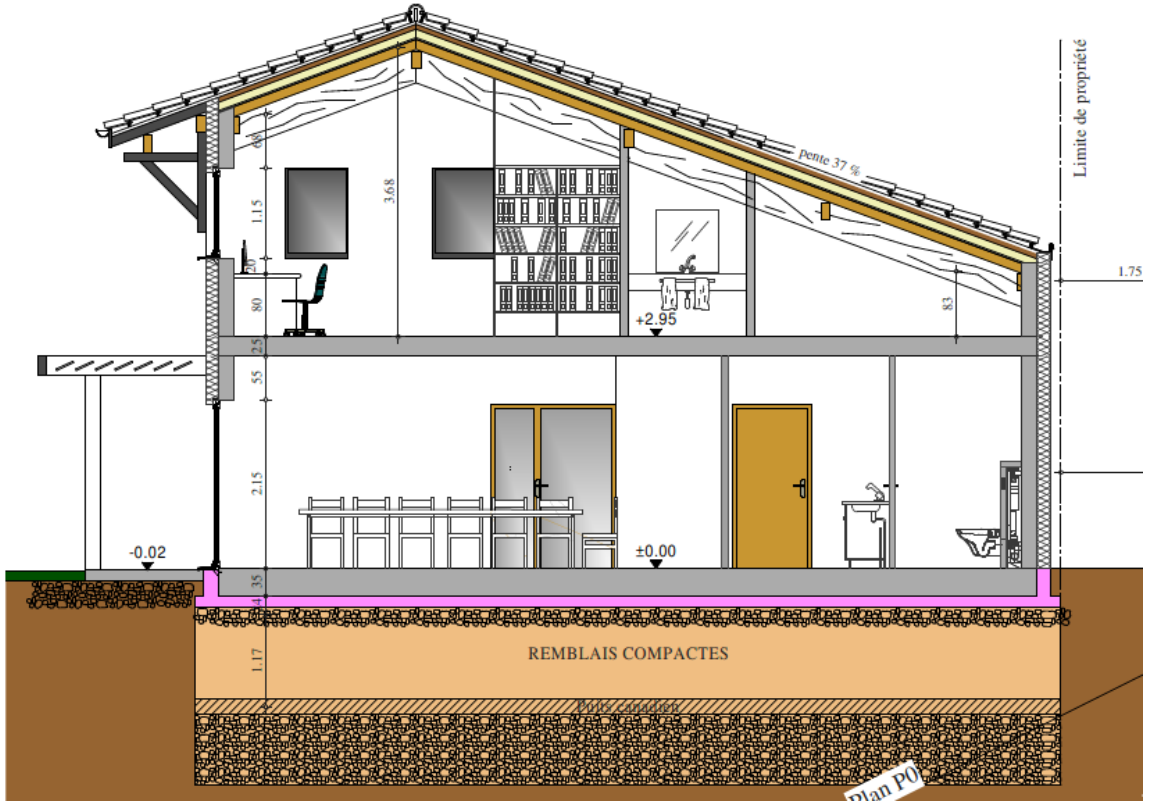


Ventilation performante avec un puits canadien (option recyclage)

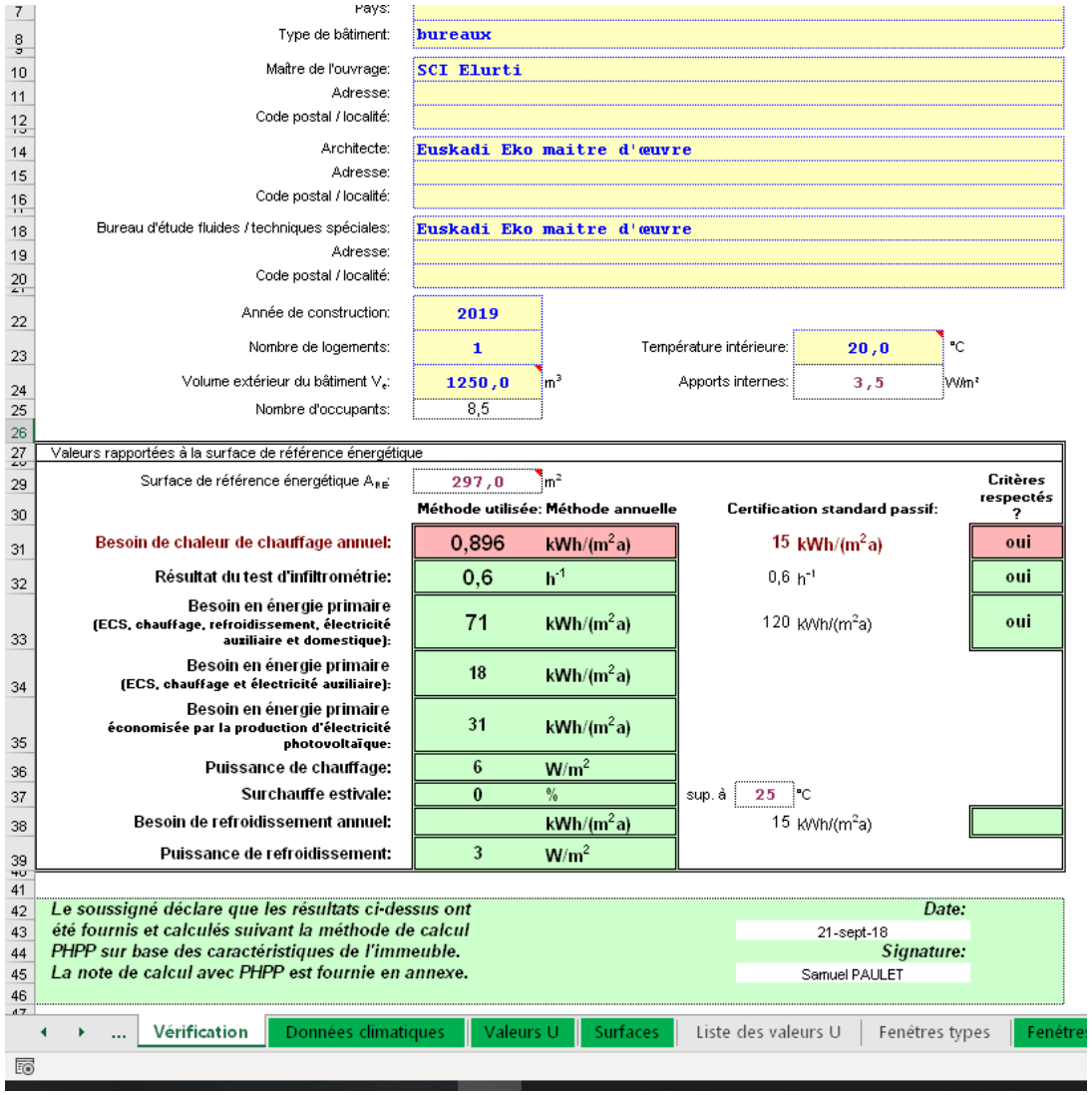


Etude de cas (Projet Elurti)

- Bâtiment passif (certification en cours)
- Région Biarritz
- Bureau de 297 m2
- PHPP
  - Bâtiment passif (< 1kwh/m2) chauffage
  - Rafraichissement avec un puits canadien AeroDukto



Etude PHPP avec projections climat pessimistes en 2050



Pays:	
Type de bâtiment:	bureaux
Maître de l'ouvrage:	SCI Elurti
Adresse:	
Code postal / localité:	
Architecte:	Euskadi Eko maitre d'œuvre
Adresse:	
Code postal / localité:	
Bureau d'étude fluides / techniques spéciales:	Euskadi Eko maitre d'œuvre
Adresse:	
Code postal / localité:	
Année de construction:	2019
Nombre de logements:	1
Volume extérieur du bâtiment V_e:	1250,0 m³
Nombre d'occupants:	8,5
Température intérieure:	20,0 °C
Apports internes:	3,5 W/m²

Valeurs rapportées à la surface de référence énergétique

Surface de référence énergétique A_{RE}: 297,0 m²

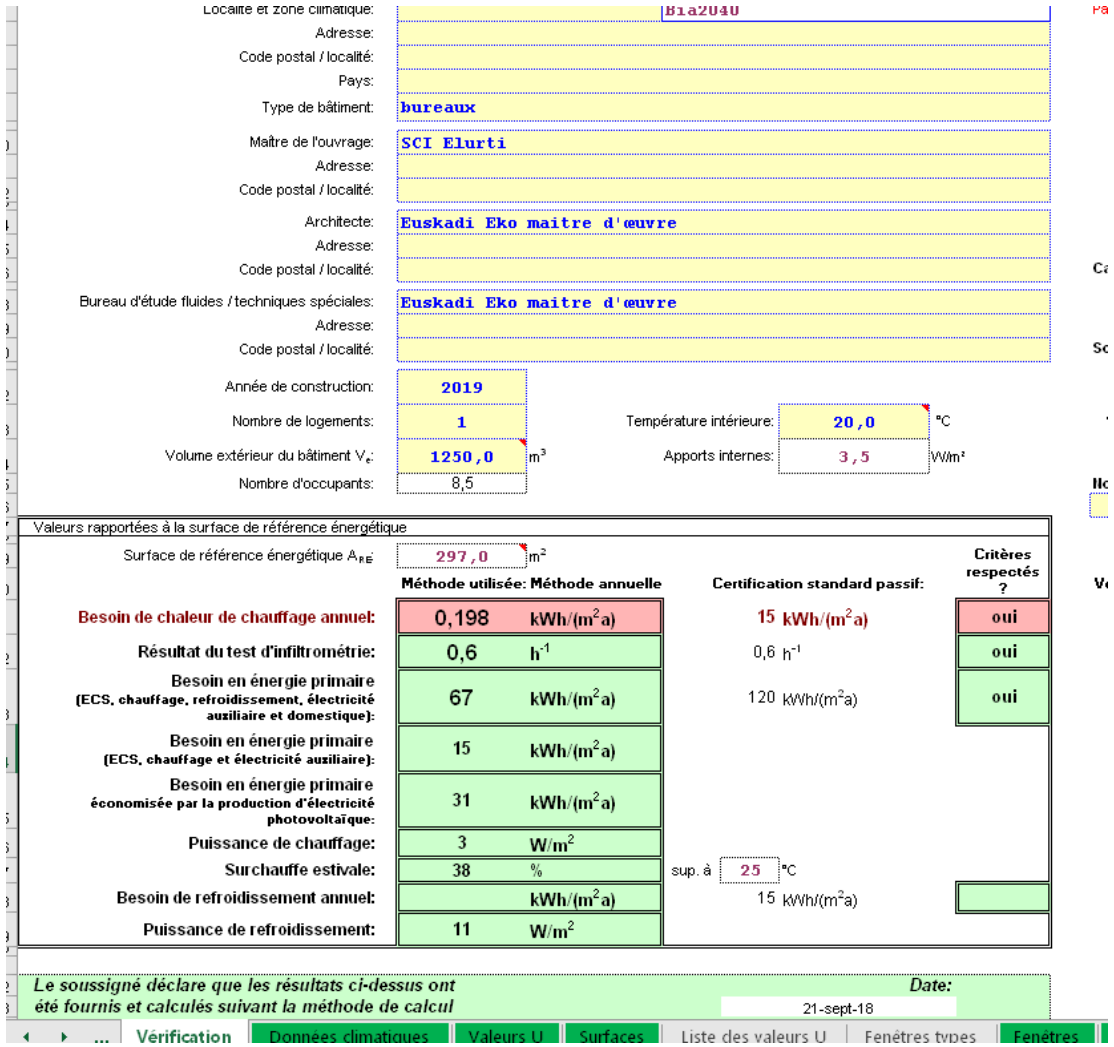
	Méthode utilisée: Méthode annuelle		Certification standard passif:	Critères respectés ?
Besoin de chaleur de chauffage annuel:	0,896	kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	oui
Résultat du test d'infiltrométrie:	0,6	h⁻¹	0,6 h⁻¹	oui
Besoin en énergie primaire (ECS, chauffage, refroidissement, électricité auxiliaire et domestique):	71	kWh/(m²a)	120 kWh/(m²a)	oui
Besoin en énergie primaire (ECS, chauffage et électricité auxiliaire):	18	kWh/(m²a)		
Besoin en énergie primaire économisée par la production d'électricité photovoltaïque:	31	kWh/(m²a)		
Puissance de chauffage:	6	W/m²		
Surchauffe estivale:	0	%	sup. à 25 °C	
Besoin de refroidissement annuel:		kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	
Puissance de refroidissement:	3	W/m²		

Le soussigné déclare que les résultats ci-dessus ont été fournis et calculés suivant la méthode de calcul PHPP sur base des caractéristiques de l'immeuble. La note de calcul avec PHPP est fournie en annexe.

Date: 21-sept-18

Signature: Samuel PAULET

Vérification | Données climatiques | Valeurs U | Surfaces | Liste des valeurs U | Fenêtres types | Fenêtre



Localité et zone climatique:	B1a2U4U
Adresse:	
Code postal / localité:	
Pays:	
Type de bâtiment:	bureaux
Maître de l'ouvrage:	SCI Elurti
Adresse:	
Code postal / localité:	
Architecte:	Euskadi Eko maitre d'œuvre
Adresse:	
Code postal / localité:	
Bureau d'étude fluides / techniques spéciales:	Euskadi Eko maitre d'œuvre
Adresse:	
Code postal / localité:	
Année de construction:	2019
Nombre de logements:	1
Volume extérieur du bâtiment V_e:	1250,0 m³
Nombre d'occupants:	8,5
Température intérieure:	20,0 °C
Apports internes:	3,5 W/m²

Valeurs rapportées à la surface de référence énergétique

Surface de référence énergétique A_{RE}: 297,0 m²

	Méthode utilisée: Méthode annuelle		Certification standard passif:	Critères respectés ?
Besoin de chaleur de chauffage annuel:	0,198	kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	oui
Résultat du test d'infiltrométrie:	0,6	h⁻¹	0,6 h⁻¹	oui
Besoin en énergie primaire (ECS, chauffage, refroidissement, électricité auxiliaire et domestique):	67	kWh/(m²a)	120 kWh/(m²a)	oui
Besoin en énergie primaire (ECS, chauffage et électricité auxiliaire):	15	kWh/(m²a)		
Besoin en énergie primaire économisée par la production d'électricité photovoltaïque:	31	kWh/(m²a)		
Puissance de chauffage:	3	W/m²		
Surchauffe estivale:	38	%	sup. à 25 °C	
Besoin de refroidissement annuel:		kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	
Puissance de refroidissement:	11	W/m²		

Le soussigné déclare que les résultats ci-dessus ont été fournis et calculés suivant la méthode de calcul

Date: 21-sept-18

Vérification | Données climatiques | Valeurs U | Surfaces | Liste des valeurs U | Fenêtres types | Fenêtres

Etude PHPP sans PC

59	**Gains solaires d'été P_S**				Total	=	2973	
60								
61			Puissance spécifique W/m²		A_{SRE} m²		P_I W	
62								
63	**Apports internes d'été P_I**		4,5	*	297	=	1337	
64								
65	**Puissance frigorifique nécessaire P_K**		$P_T + P_L + P_S + P_I$			=	3487	W
66								
67	**Puissance frigorifique sensible spéci. surface habitable P_K / A_{SRE}**					=	11,7	W/m²
68								
69		Puissance solaire W		Temps h/d		Capacité spécifique Wh/(m²K)	A_{SRE} m²	
70								
71	Elévation temp journalière par apports solaire	2973,1	*	24	/ (	204	* 297	) = 1,2 K
72								
73								

60	5	horizontal	0,9	*	1,00	*	0,95	*	0,00	*	0,0	* 0% = 0,0
61	6	Total des surfaces opaques										0,0
62												
63	**Exposition effective aux apports solaires**									Total	24,2	m²/m² 0,08
64												
65								Puissance spécifique q_I W/m²		A_{SRE} m²	W	W/m²
66												
67	**Apports internes Q_I**							3,50	*	297	= 1040	3,5
68												
69												
70	Fréquence de surchauffe $h_{\vartheta \geq \vartheta max}$							52,6%		limite de temp. de surchauffe ϑ_{max} = 25 °C		
71												
72	Des mesures supplémentaires de réduction de la surchauffe estivale sont nécessaires, si la "fréquence au-dessus de 25°C" dépasse 10%.											
73												
74												
75			Puissance solaire kWh/d		1/k		capacité spécifique Wh/(m²K)		A_{SRE} m²			
76												
77	Elévation de température journalière par puissance		71,4	*	1000	/ (	204	*	297	) = 1,2	K	
78												
150												

- 52,6 % de surchauffe sans ombrage facteur d'ombrage estivale à 100%
- 11,7 W/m2 dans le cas où aucune mesure de protection contre la surchauffe n'est prise.
- Une puissance frigorifique de 3,4 KW est nécessaire

Etude PHPP avec PC

3.	sud	49,9	*	0,6	*	0,29	*	119	=	1025
4.	ouest	13,6	*	0,6	*	0,13	*	104	=	109
5.	horizontal	0,0	*	0,0	*	0,40	*	216	=	0
6.	Total des surfaces opaques									0

Gains solaires d'été P_S — Total = **1415**

	Puissance spécifique W/m²		A_{SRE} m²		P_I W
Apports internes d'été P_I	4,5	*	297	=	1337

Puissance frigorifique nécessaire P_K — $P_T + P_L + P_S + P_I$ = **1329** W

Puissance frigorifique sensible spéci. surface habitable P_K / A_{SRE} = **4,5** W/m²

	Puissance solaire W		Temps h/d		Capacité spécifique Wh/(m²K)		A_{SRE} m²		
Elévation temp journalière par apports solaire	1414,8	*	24	/ (	204	*	297	) =	**0,6** K

Exposition effective aux apports solaires — Total 11,7 — 0,04

	Puissance spécifique q_I W/m²		A_{SRE} m²		W	W/m²
Apports internes Q_I	3,50	*	297	=	1040	3,5

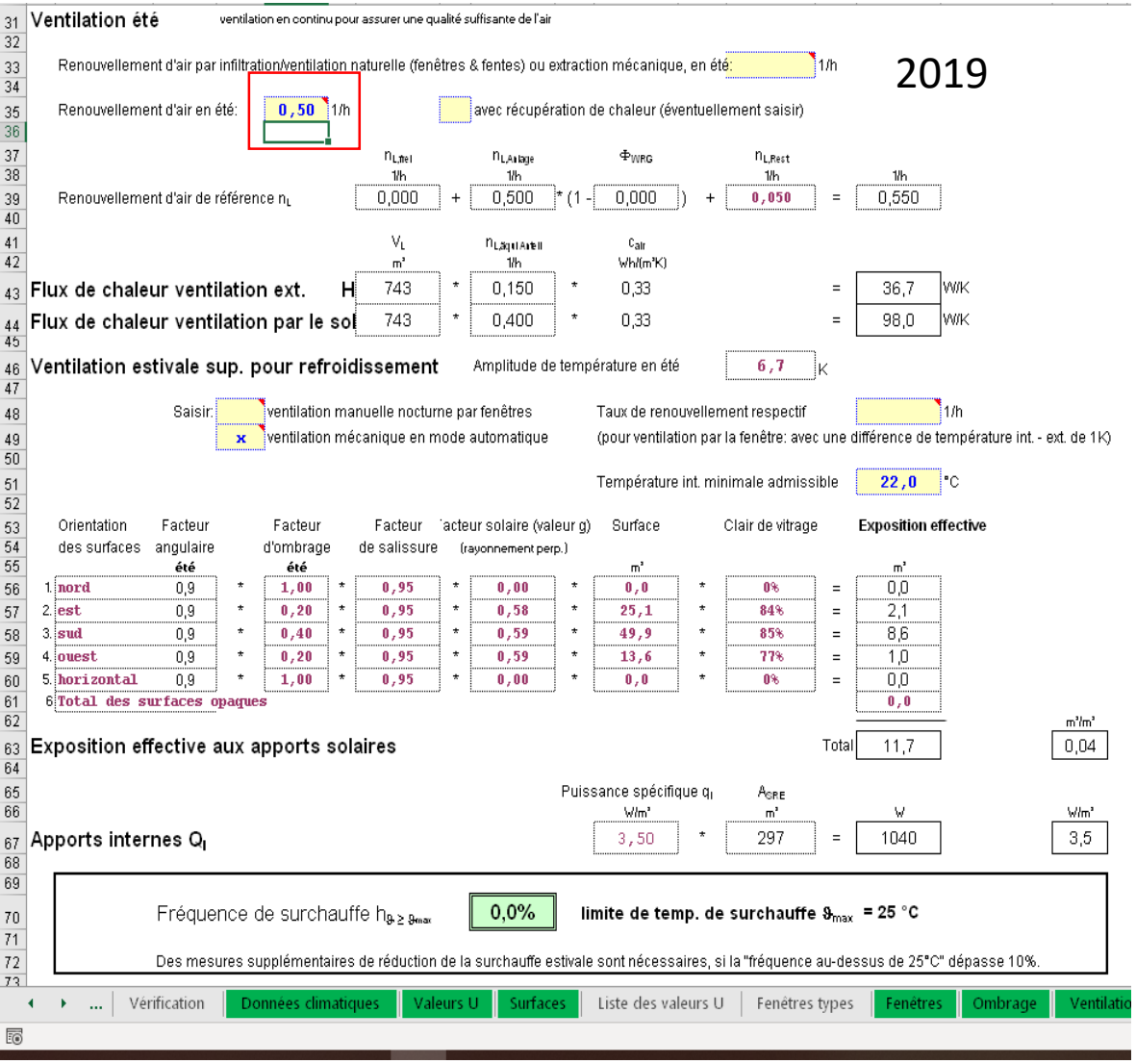
Fréquence de surchauffe $h_{\vartheta \geq \vartheta_{max}}$ **20,3%** limite de temp. de surchauffe ϑ_{max} = 25 °C

Des mesures supplémentaires de réduction de la surchauffe estivale sont nécessaires, si la "fréquence au-dessus de 25°C" dépasse 10%.

	Puissance solaire kWh/d		1/k		capacité spécifique Wh/(m²K)		A_{SRE} m²		
Elévation de température journalière par puissanc	34,0	*	1000	/ (	204	*	297	) =	**0,6** K

- 20,3 % de surchauffe avec ombrage
  facteur d'ombrage estivale à 20%
- PC 3*42m en parallèle à 2m de profondeur
- Débit VMC 0,3 vol/h (pas de sur-ventilation)

Etude PHPP Débit pour atteindre 0% de surchauffe



Ventilation été — ventilation en continu pour assurer une qualité suffisante de l'air

2019

Renouvellement d'air par infiltration/ventilation naturelle (fenêtres & fentes) ou extraction mécanique, en été: 1/h

Renouvellement d'air en été: 0,50 1/h — avec récupération de chaleur (éventuellement saisir)

Renouvellement d'air de référence n_L: $n_{L,Inf}$ 0,000 + $n_{L,Anlage}$ 0,500 * (1 - Φ_{WRG} 0,000) + $n_{L,Rest}$ 0,050 = 0,550 1/h

	V_L m³	$n_{L,Anlage}$ 1/h	c_{air} Wh/(m³K)	
Flux de chaleur ventilation ext. H	743	* 0,150	* 0,33	= 36,7 W/K
Flux de chaleur ventilation par le sol	743	* 0,400	* 0,33	= 98,0 W/K

Ventilation estivale sup. pour refroidissement — Amplitude de température en été: 6,7 K

Saisir: [ ] ventilation manuelle nocturne par fenêtres — Taux de renouvellement respectif: 1/h

[x] ventilation mécanique en mode automatique — (pour ventilation par la fenêtre: avec une différence de température int. - ext. de 1K)

Température int. minimale admissible: 22,0 °C

Orientation des surfaces	Facteur angulaire été	Facteur d'ombrage été	Facteur de salissure	Facteur solaire (valeur g) (rayonnement perp.)	Surface m²	Clair de vitrage	Exposition effective m²
1. nord	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
2. est	0,9	0,20	0,95	0,58	25,1	84%	2,1
3. sud	0,9	0,40	0,95	0,59	49,9	85%	8,6
4. ouest	0,9	0,20	0,95	0,59	13,6	77%	1,0
5. horizontal	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
6. Total des surfaces opaques							0,0

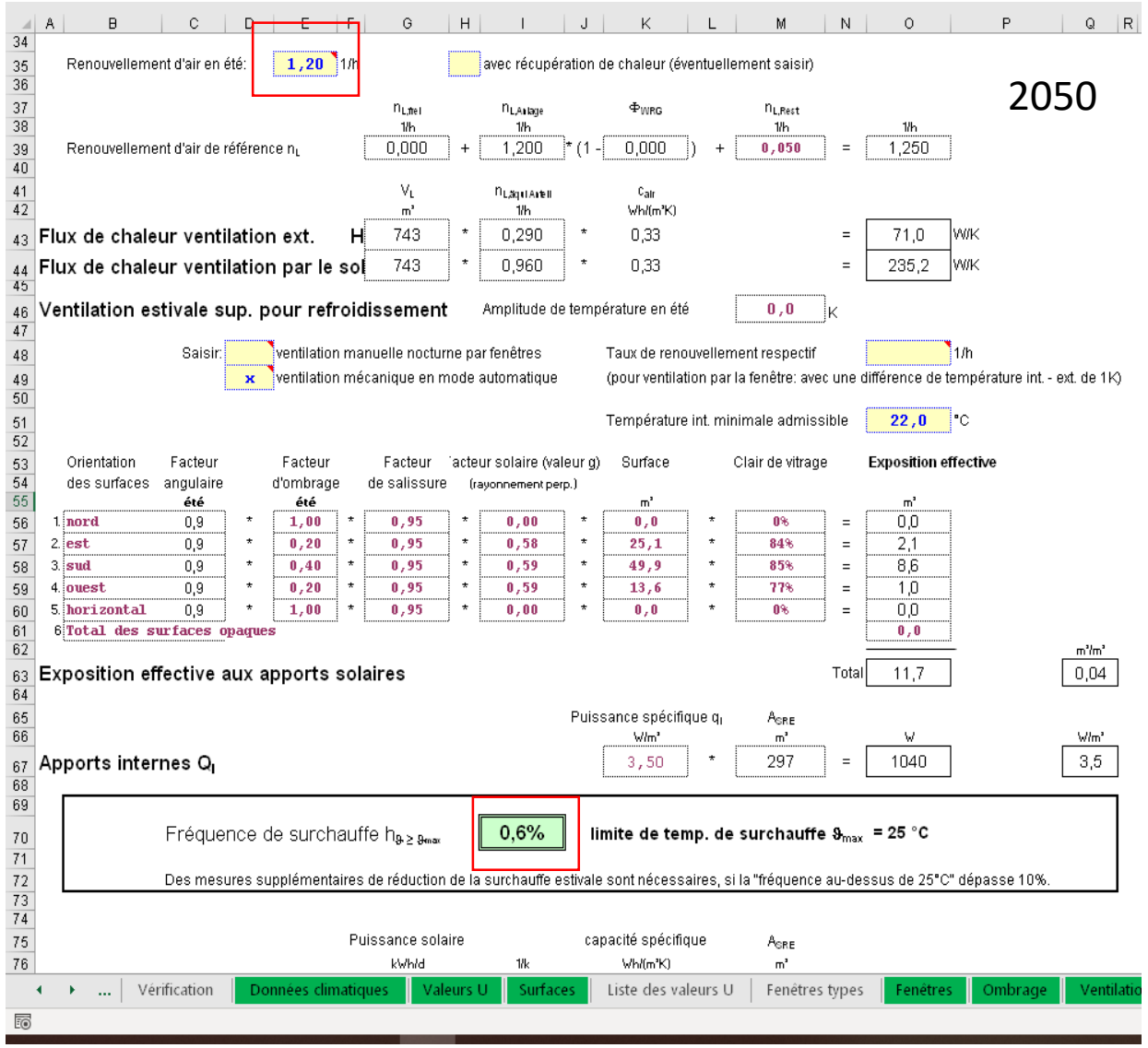
Exposition effective aux apports solaires — Total 11,7 m²/m² 0,04

Apports internes Q_I — Puissance spécifique q_I 3,50 W/m² * A_{GFE} 297 m² = 1040 W — 3,5 W/m²

Fréquence de surchauffe $h_{\vartheta \geq \vartheta_{max}}$ 0,0% — **limite de temp. de surchauffe ϑ_{max} = 25 °C**

Des mesures supplémentaires de réduction de la surchauffe estivale sont nécessaires, si la "fréquence au-dessus de 25°C" dépasse 10%.

Vérification | Données climatiques | Valeurs U | Surfaces | Liste des valeurs U | Fenêtres types | Fenêtres | Ombrage | Ventilatio



2050

Renouvellement d'air en été: 1,20 1/h — avec récupération de chaleur (éventuellement saisir)

Renouvellement d'air de référence n_L: $n_{L,Inf}$ 0,000 + $n_{L,Anlage}$ 1,200 * (1 - Φ_{WRG} 0,000) + $n_{L,Rest}$ 0,050 = 1,250 1/h

	V_L m³	$n_{L,Anlage}$ 1/h	c_{air} Wh/(m³K)	
Flux de chaleur ventilation ext. H	743	* 0,290	* 0,33	= 71,0 W/K
Flux de chaleur ventilation par le sol	743	* 0,960	* 0,33	= 235,2 W/K

Ventilation estivale sup. pour refroidissement — Amplitude de température en été: 0,0 K

Saisir: [ ] ventilation manuelle nocturne par fenêtres — Taux de renouvellement respectif: 1/h

[x] ventilation mécanique en mode automatique — (pour ventilation par la fenêtre: avec une différence de température int. - ext. de 1K)

Température int. minimale admissible: 22,0 °C

Orientation des surfaces	Facteur angulaire été	Facteur d'ombrage été	Facteur de salissure	Facteur solaire (valeur g) (rayonnement perp.)	Surface m²	Clair de vitrage	Exposition effective m²
1. nord	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
2. est	0,9	0,20	0,95	0,58	25,1	84%	2,1
3. sud	0,9	0,40	0,95	0,59	49,9	85%	8,6
4. ouest	0,9	0,20	0,95	0,59	13,6	77%	1,0
5. horizontal	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
6. Total des surfaces opaques							0,0

Exposition effective aux apports solaires — Total 11,7 m²/m² 0,04

Apports internes Q_I — Puissance spécifique q_I 3,50 W/m² * A_{GFE} 297 m² = 1040 W — 3,5 W/m²

Fréquence de surchauffe $h_{\vartheta \geq \vartheta_{max}}$ 0,6% — **limite de temp. de surchauffe ϑ_{max} = 25 °C**

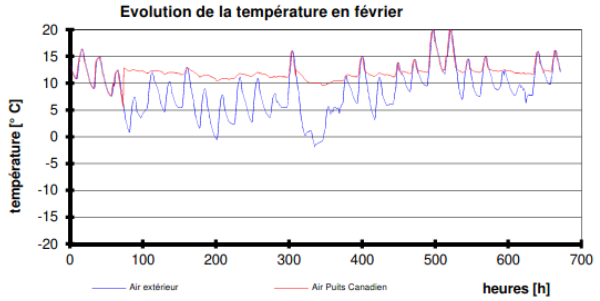
Des mesures supplémentaires de réduction de la surchauffe estivale sont nécessaires, si la "fréquence au-dessus de 25°C" dépasse 10%.

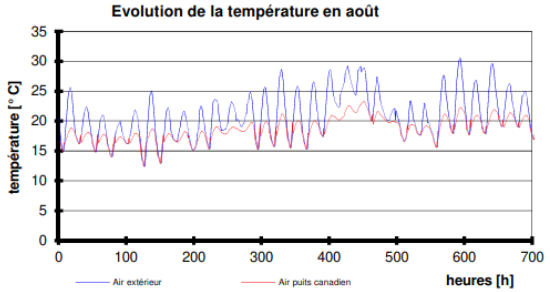
Puissance solaire kWh/d | 1/k | capacité spécifique Wh/(m²K) | A_{GFE} m²

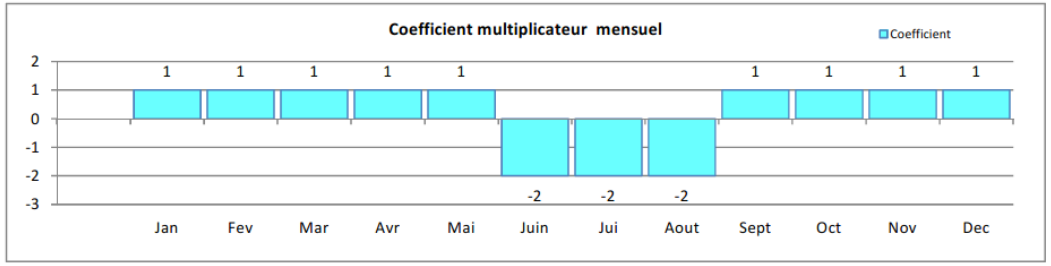
Vérification | Données climatiques | Valeurs U | Surfaces | Liste des valeurs U | Fenêtres types | Fenêtres | Ombrage | Ventilatio

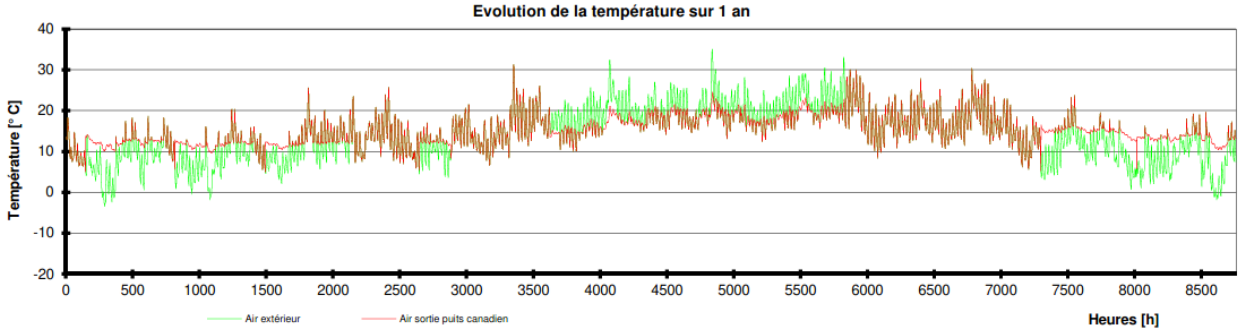
Projet Elurti (Calcul WKM)

Puissance chaud (max)	1,32 kWh	EER	-23	
Eau condensée	231,3 l/an	Puissance froid (max)	-3,17 kWh	
COP Puits canadien	16	Pertes de charge (max)	154 Pa	800 m3/h
Recupération de chaleur:	2914 kWh	Pertes de charge (min)	3,46 Pa	120 m3/h









Merci pour votre présence

Des questions ?

26 rue de Bisel
68580 MOOSLARGUE
Tel: 0389070120
contact@batirbio.fr