



FIRMITAS, SIMPLICITAS

*Les dépôts des Archives de l'État du Valais à Sion
et, mutatis mutandis, des Archives de l'État de Genève*

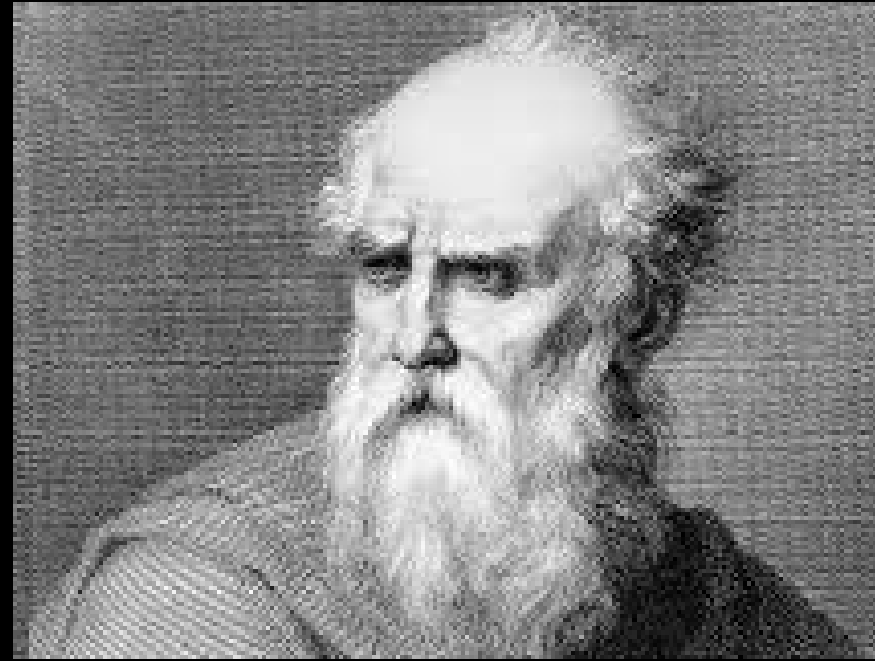
Michel Bonvin - physicien en bâtiment

Andrea Giovannini - conseiller en conservation

Lugano, 17 septembre 2021

Marcus Vitruvius Pollio

80/70 a.C. – 23 d.C.



De architectura: les qualités essentielles d'un bâtiment sont:

- UTILITAS: fonctionnalité
- FIRMITAS: solidité
- VENUSTAS: beauté

FONCTIONS D'UN DÉPÔT D'ARCHIVES

1. SECURITÉ DES DOCUMENTS

- Feu
- Eaux internes au bâtiment
- Inondations
- Vols et vandalisme
- Conflits armés et catastrophes
- Facilité d'évacuation (chemins + plan d'urgence)

2. ENVIRONNEMENT FAVORABLE À LA CONSERVATION

1. Climat interne
2. Qualité de l'air
3. Protection mécanique (étagères)

3. ENVIRONNEMENT FAVORABLE À L'UTILISATION

1. Accès aux documents
2. Voies de circulation internes

TEMPUS FUGIT

Perspective temporelle pour un dépôt d'archives: **100 ans**

- MATÉRIAUX STABLES
- TECHNIQUE SOLIDE

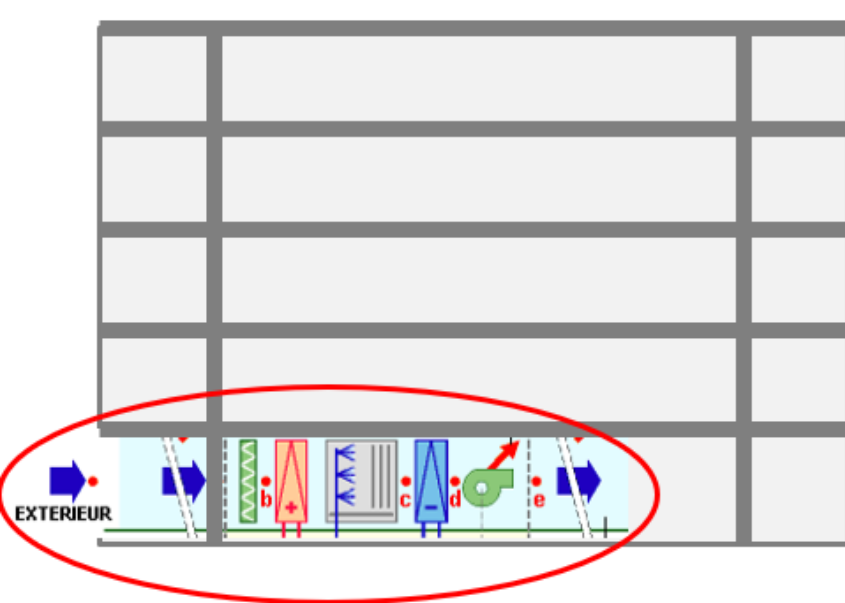
EXEMPLES DE DURÉE DE VIE

- Chauffage; 20-25 ans
- Ventilation: 20-25 ans
- Conduites d'eau: 30-40 ans

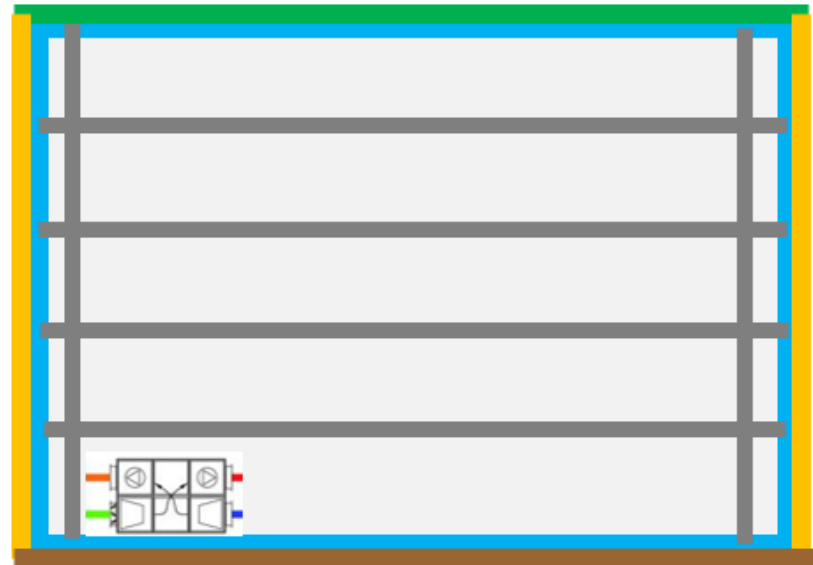


FIRMITAS ↔ SIMPLICITAS

FIRMITAS: un bâtiment solide et durable est un bâtiment simple → peu technologique



Concept bâtiments 1960-70



Concept bâtiments dès 2000

CLIMAT DÉPÔTS D'ARCHIVES: nouvelle valeurs-cibles

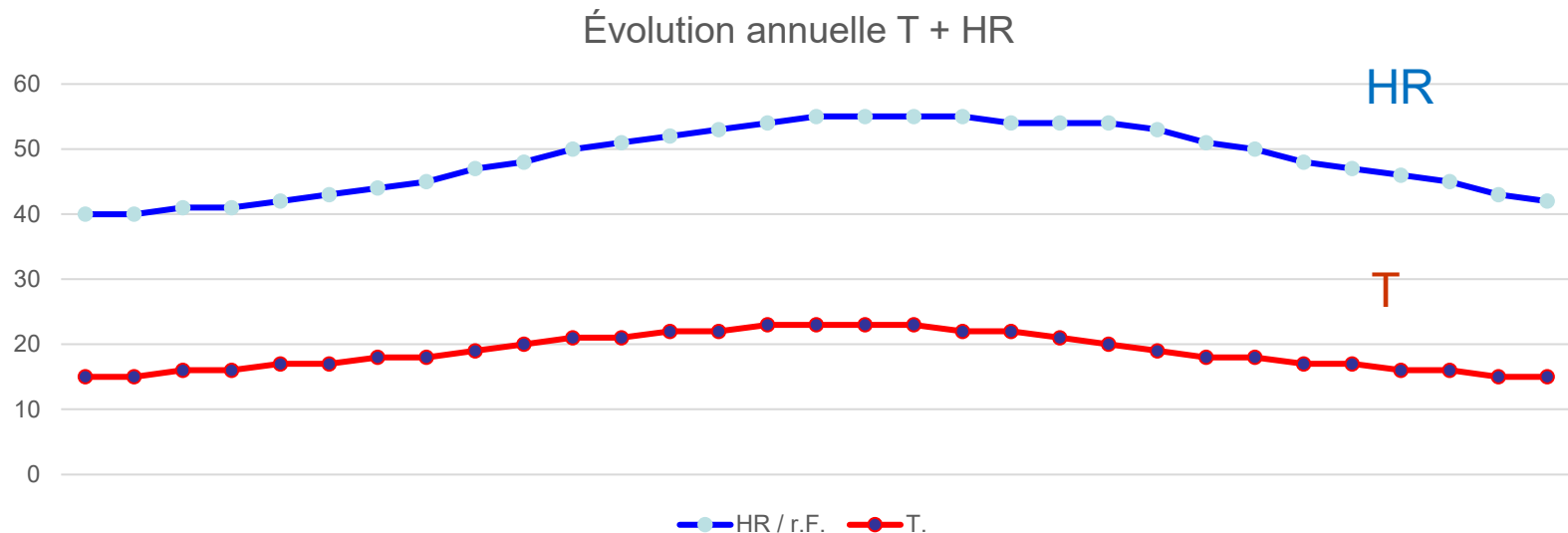
HIVER T 15-18°C

HR 45% +/- 5%

ÉTÉ T 20-23 ° C

HR 50% +/- 5%

Variations
saisonnnières
(lentes)



FIRMITAS = SIMPLICITAS

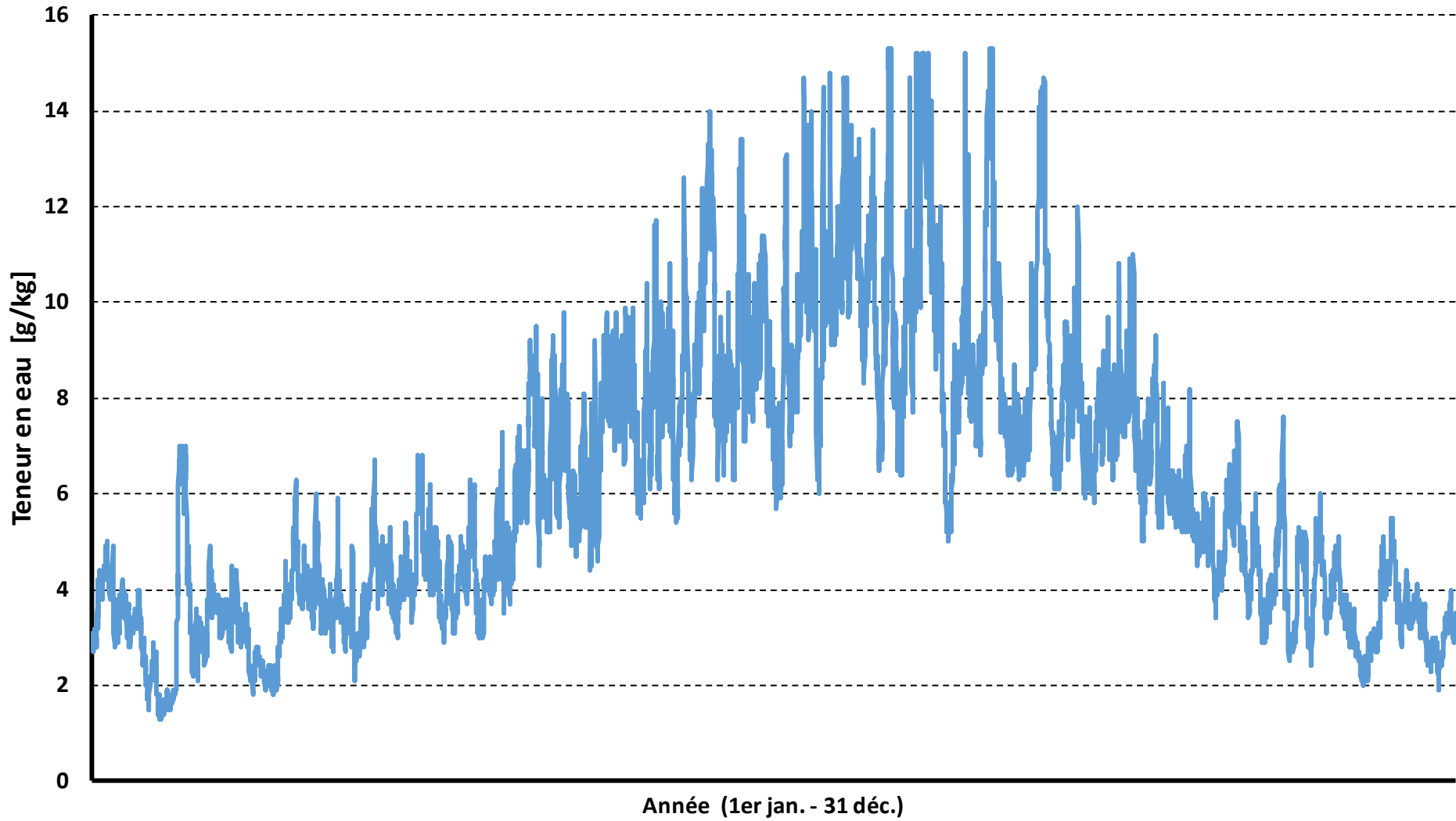
- Modélisation: harmonie entre enveloppe et technique du bâtiment
- Ventilation intelligente: utiliser l'air externe quand **il** présente les qualités souhaitées.



- Séparation chauffage/ventilation

Gestion du climat : l'humidité d'abord

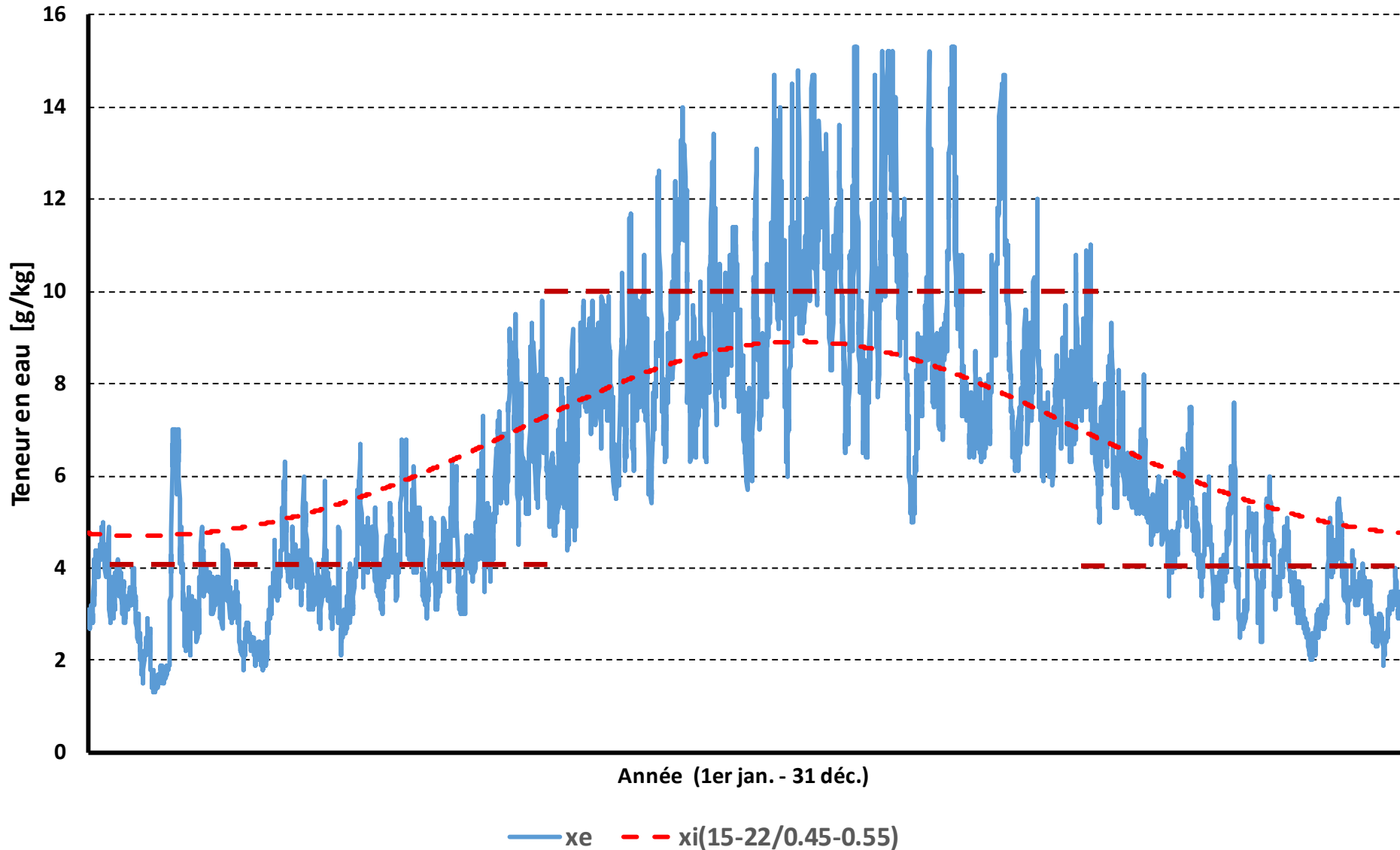
Sion - Teneur en eau de l'air extérieur



—xe

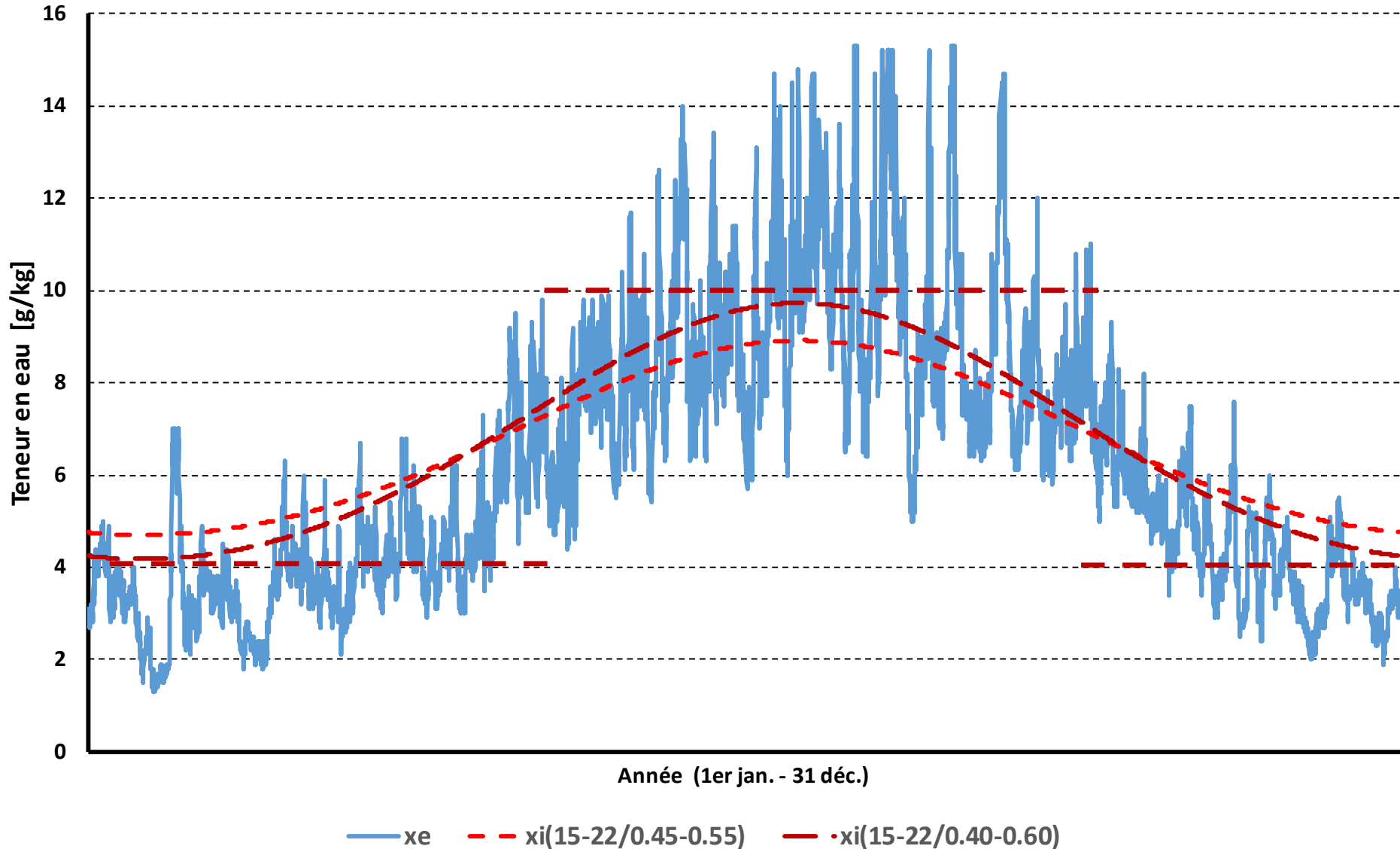
Gestion du climat : l'humidité d'abord

Sion - Teneur en eau de l'air extérieur

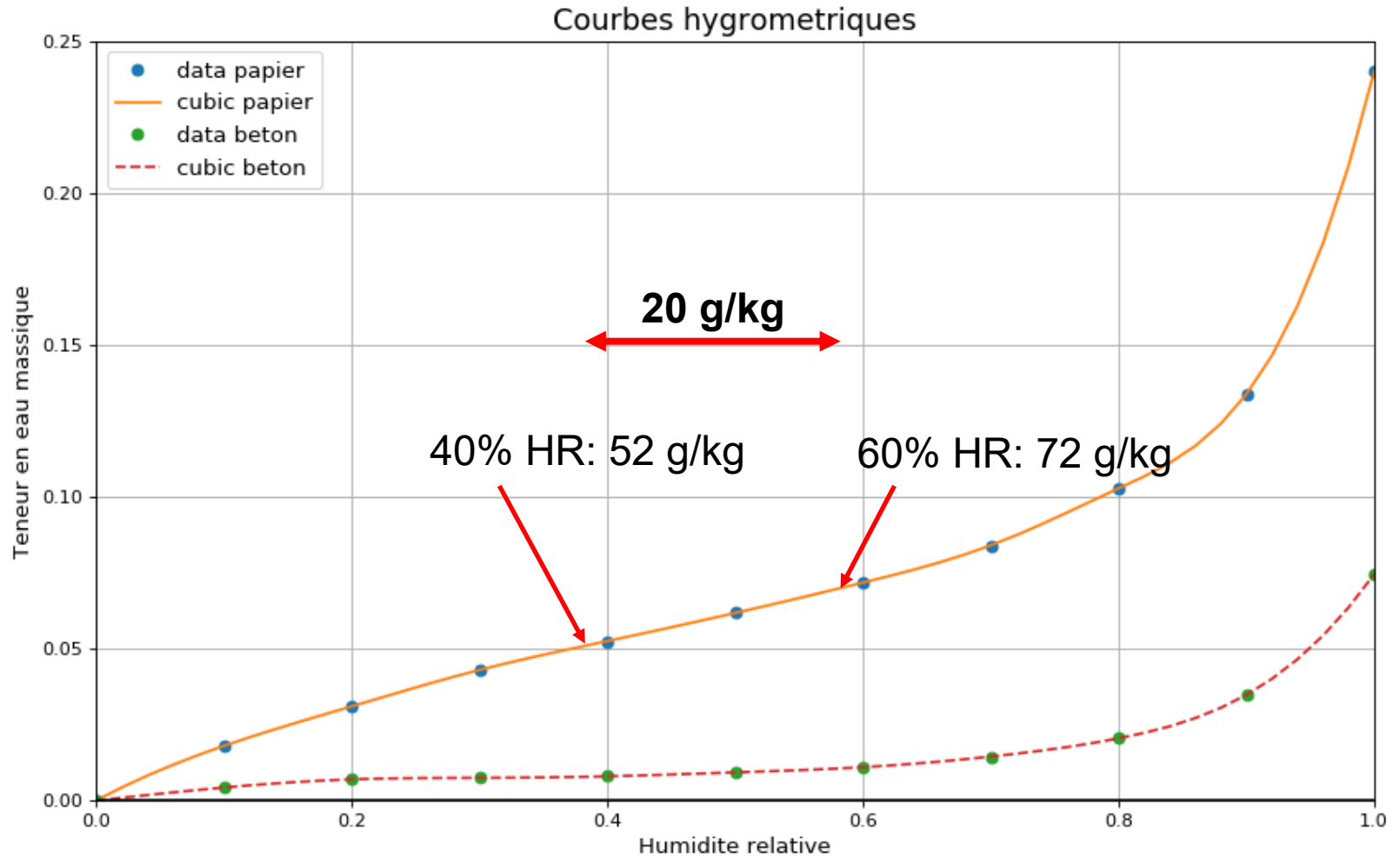


Gestion du climat : l'humidité d'abord

Sion - Teneur en eau de l'air extérieur



Le rôle du papier dans le climat des dépôts



30 g H₂O/Kg papier représente 2880 l d'eau pour un dépôt de 200 m² (à 12 ml/m², 40 Kg/ml)

Réglage de la température

1. CONCEPTION DU BÂTIMENT: idéalement sans chauffage ni refroidissement

→ ISOLATION THERMIQUE OPTIMALISÉE pour les conditions climatiques locales et les caractéristiques du terrain

Pour le dépôt des Archives de l'Etat du Valais :

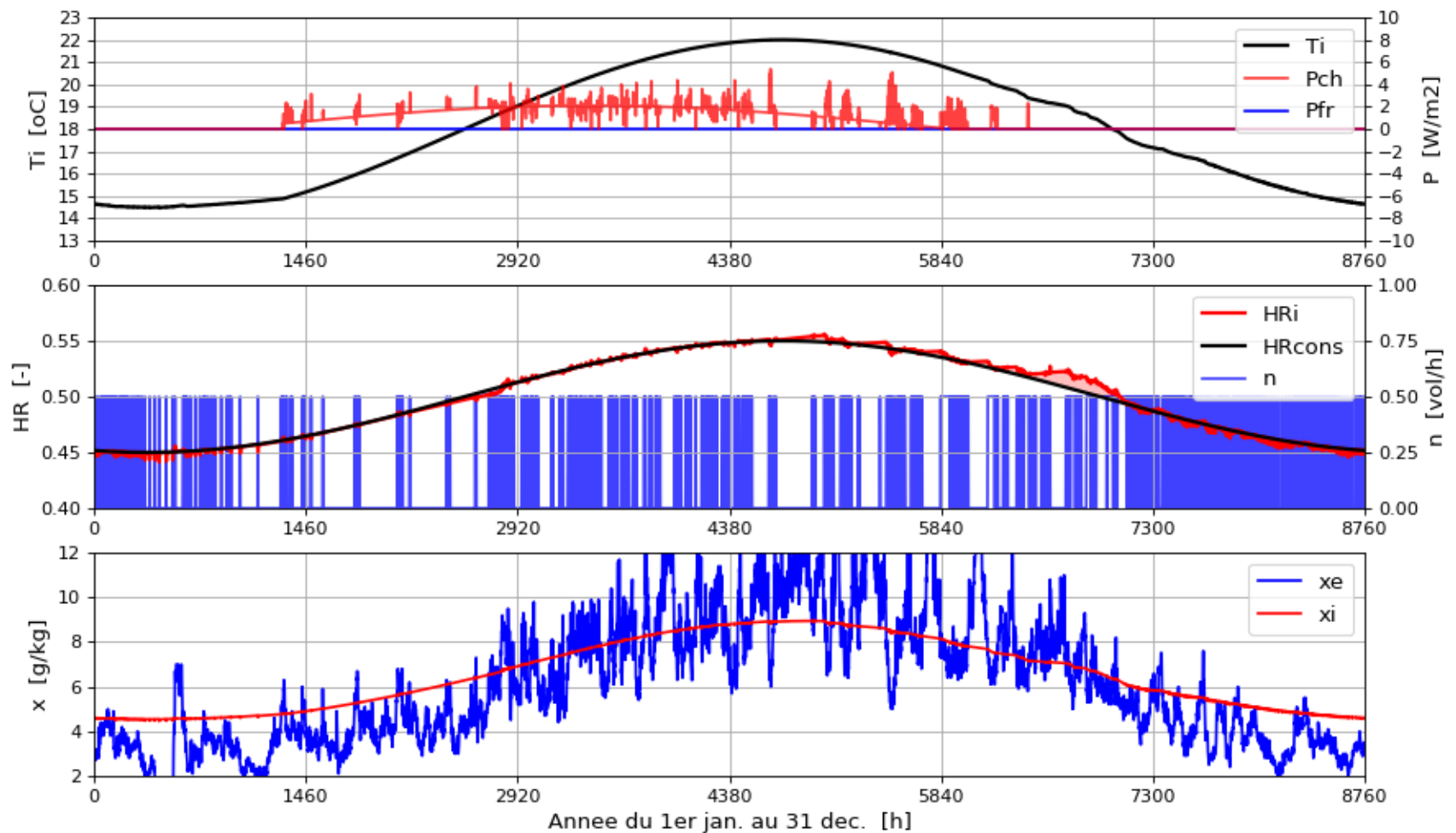
- Radier : 20 cm de verre cellulaire (nappe phréatique à proximité) : $U = 0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Faces : 14 cm de verre cellulaire (terrain) : $U = 0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Toiture : 25 cm de verre cellulaire (air extérieur) : $U = 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$

2. CONCEPTION DE LA TECHNIQUE CHAUFFAGE ET VENTILATION

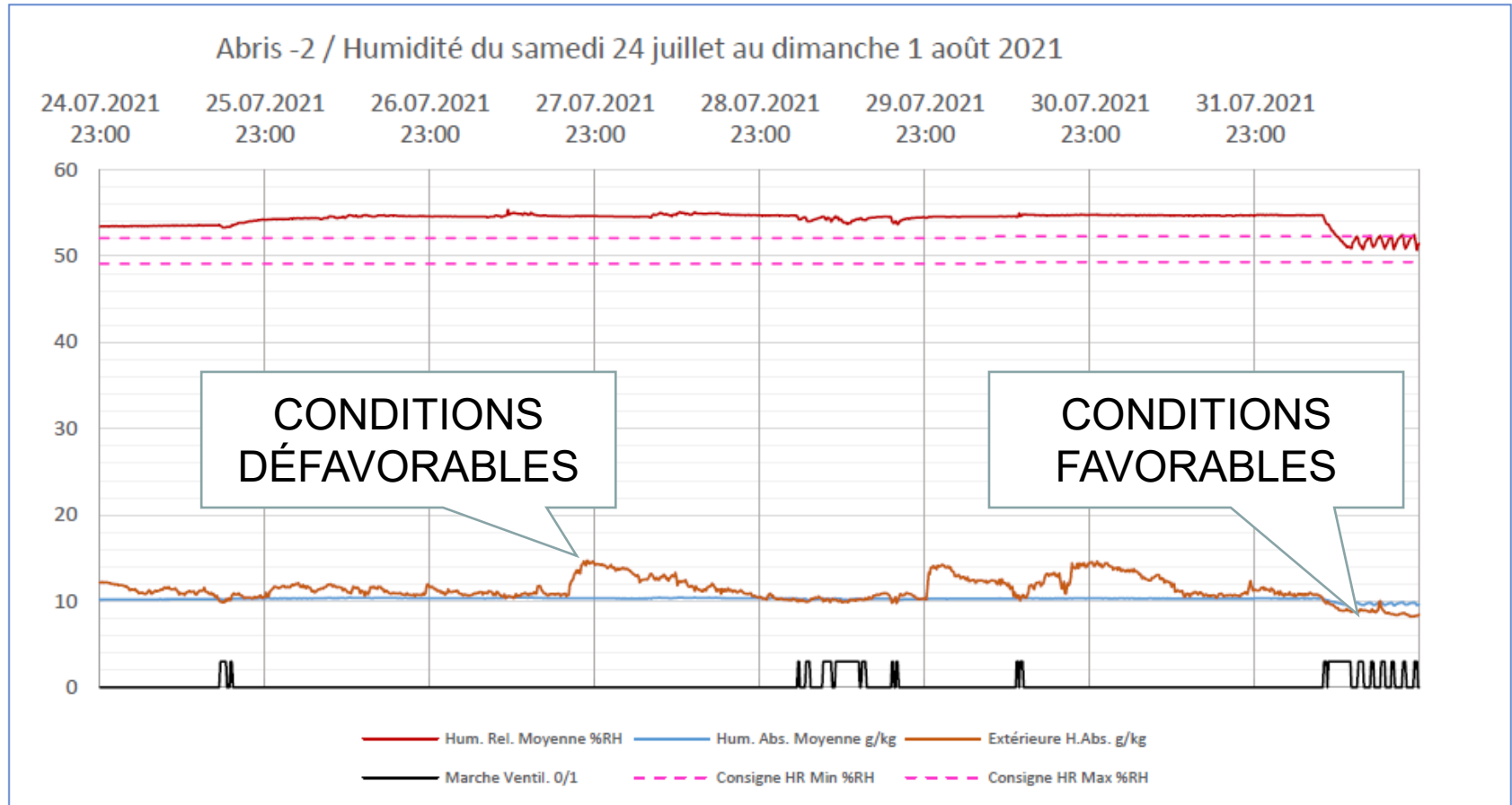
→ CHAUFFAGE STATIQUE + VENTILATION INTELLIGENTE

Vérification par simulation

MVS - Depot '3e', Remplissage 0.5, Choix technique 1, Bypass 'on', Année 5



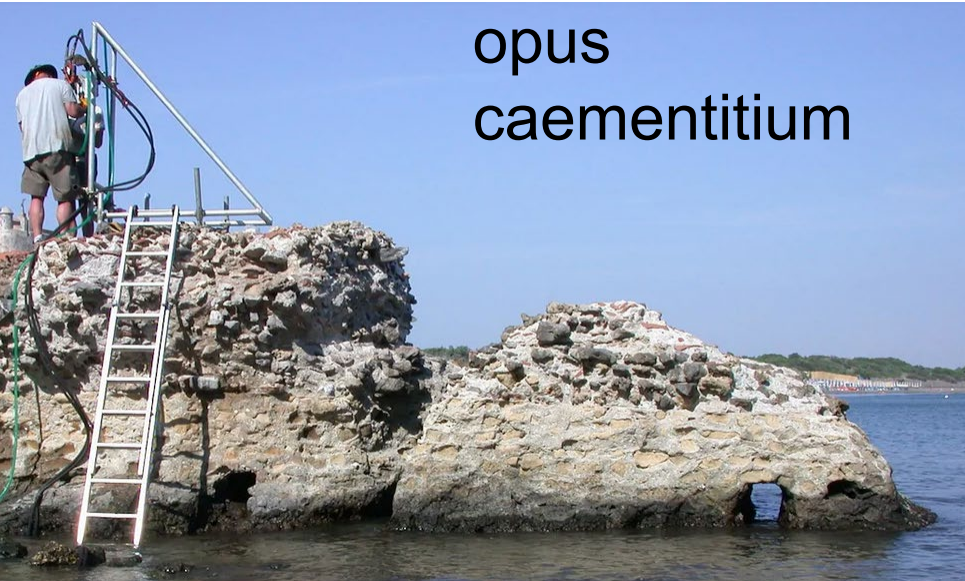
Vérification dans la pratique



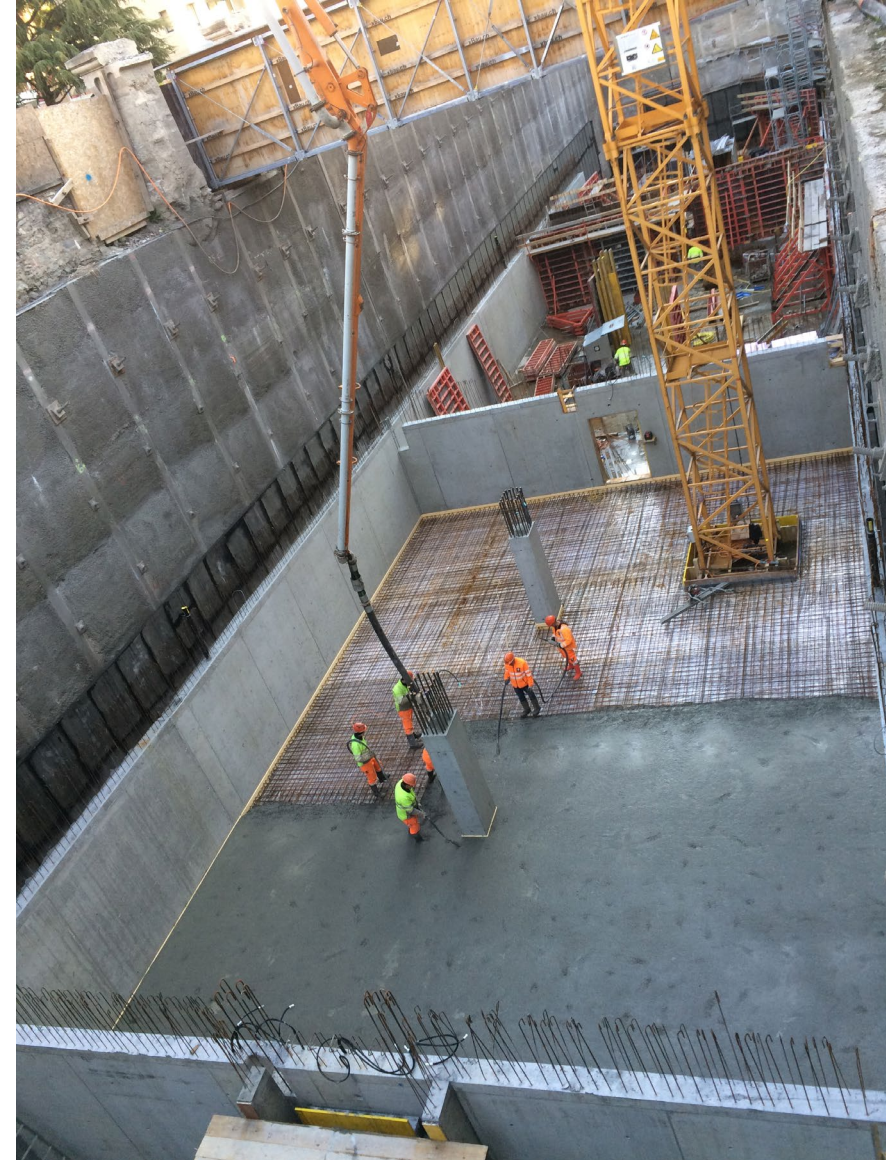
Le béton: le matériaux essentiel des dépôts modernes

BÉTON ROMAIN

opus
caementitium

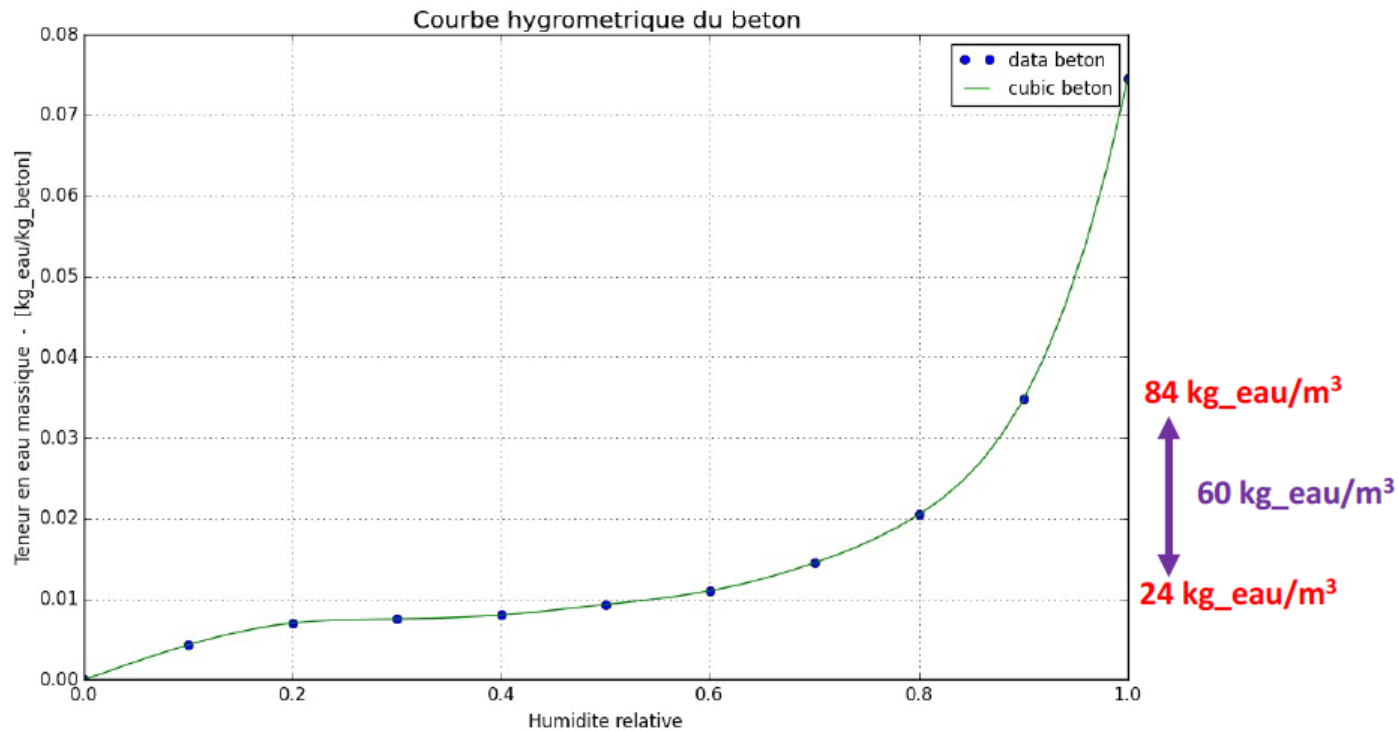


BÉTON MODERNE



Le séchage du béton (modèle Bonvin)

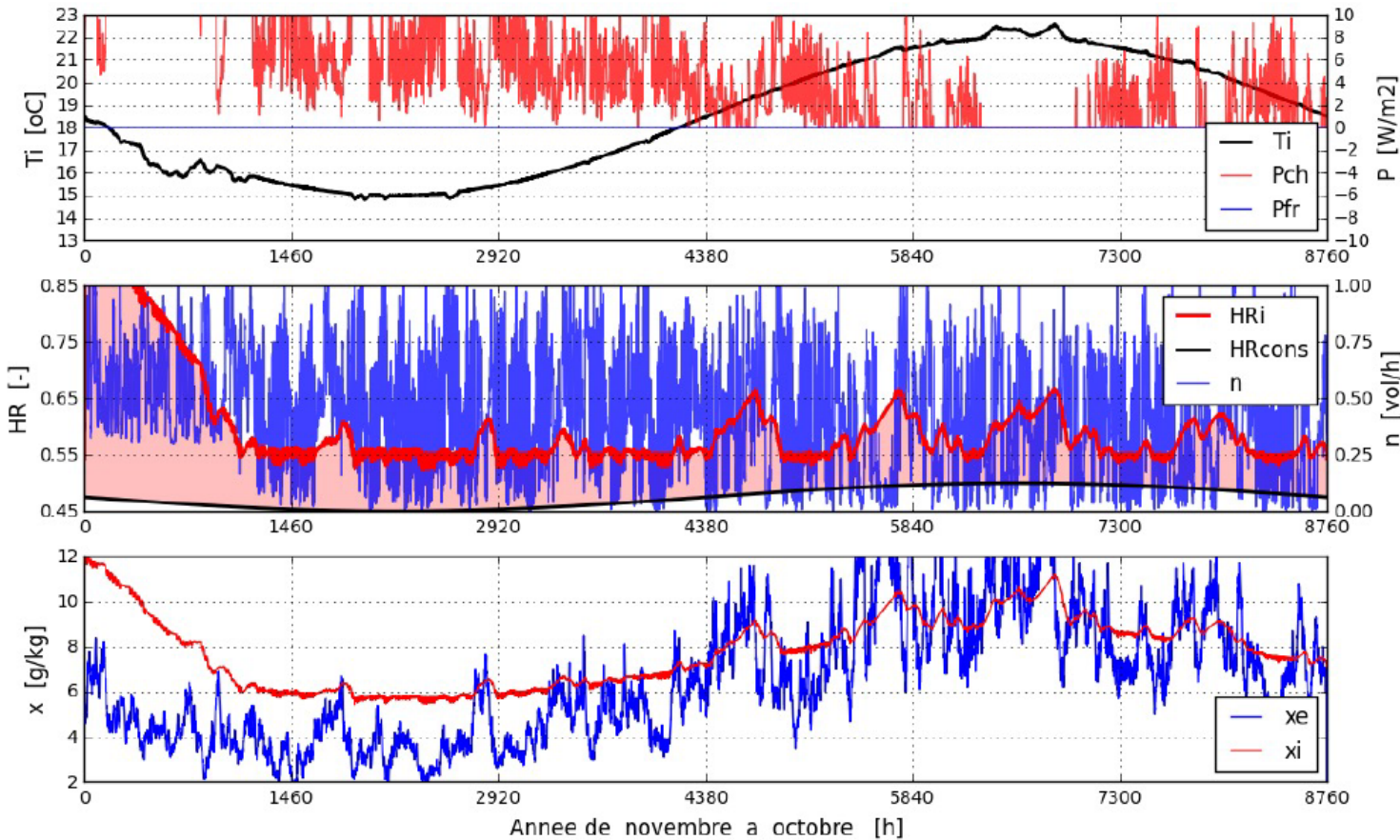
Béton en équilibre avec une atmosphère (20 °C)



Ordre de grandeur de la quantité d'eau à évacuer (1^{ère} année) : 60 kg/m³, c'est-à-dire **20 kg/m² de béton** ou aussi **115 tonnes d'eau pour les dépôts du 1^{er} sous-sol.**

Déshumidification de chantier par ventilation intelligente (modèle Bonvin pour Arsenaux Genève)

HAG - Depot '1er', 3 x D, Remplissage 0.0, Choix technique 1, Bypass 'on', Année 1



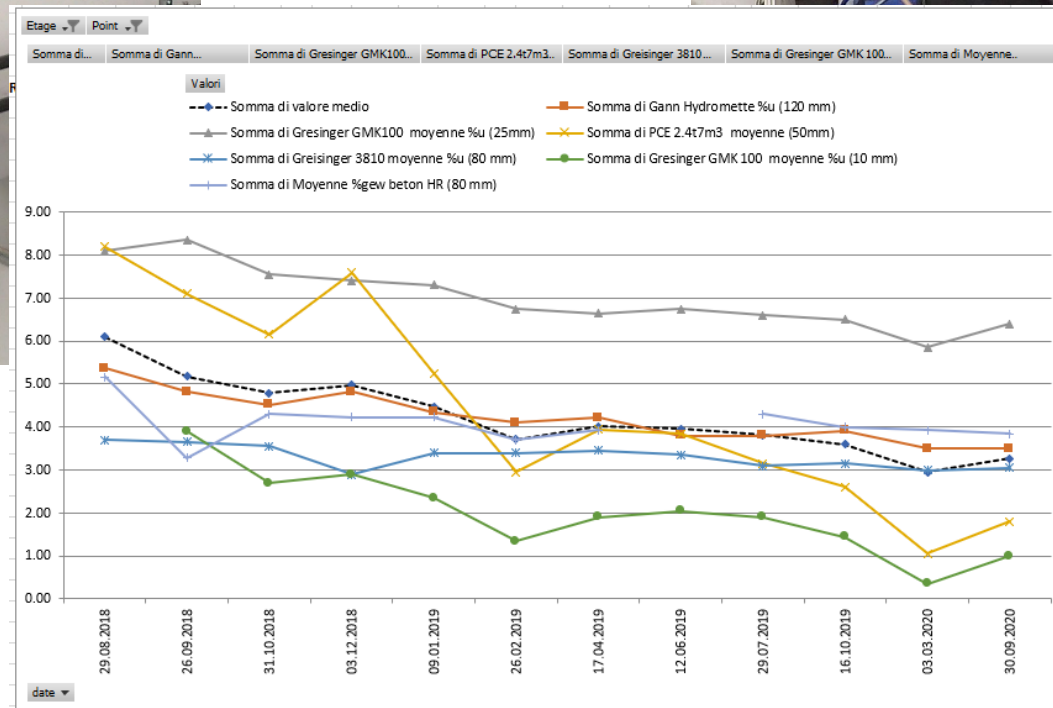
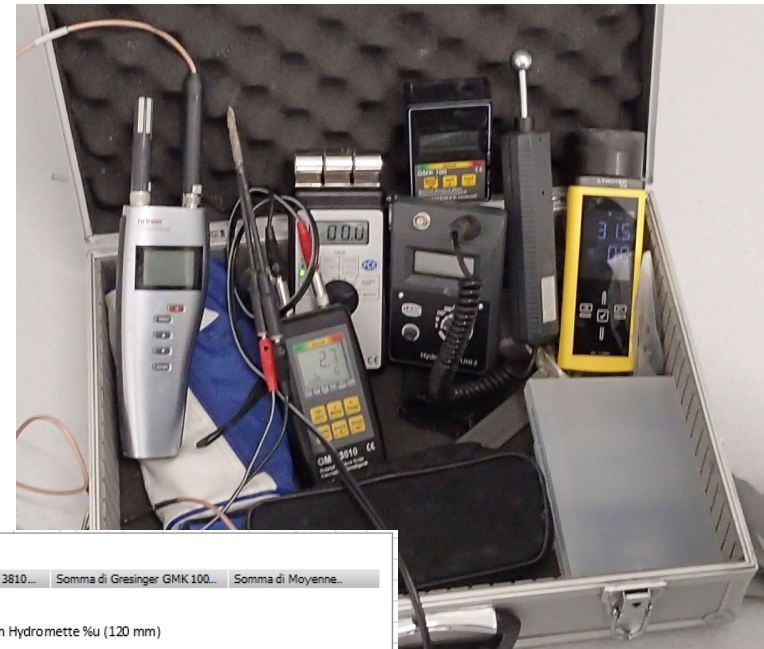
Ordres de grandeur :

– Débit de renouvellement d'air :
 $10'000 \text{ m}^3 \cdot 0.6 \text{ l/h} = 6'000 \text{ m}^3/\text{h}$

– Débit d'eau extraite :
 $6'000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 3.5 \text{ g/kg} \cdot 1.2 \text{ kg/m}^3 = 25.2 \text{ kg/h}$

– N. d'heures de fonctionnement :
 $115'000 \text{ kg} / 25.2 \text{ kg/h} = 4560 \text{ h}$ (1 année = 8760 h)

Suivi du séchage du béton par des mesures ad hoc



Résultats provisoires en cours d'analyse

Conclusions 1

- Les Abris de l'Etat du Valais sont **robustes** :
 - construction enterrée
 - construction en béton armé conforme aux normes du BABS
 - construction presque «isotherme» (peu de variation de T : 14 – 22 °C)
 - construction au sec (l'étanchéité est placée à l'extérieur de la structure en béton).
- Les Abris de l'Etat du Valais sont **archi-simples** :
 - ventilation douce qui observe les conditions intérieures et extérieures pour réguler l'humidité intérieure ;
 - chauffage «nain»
 - aucun rafraîchissement
 - aucune humidification
 - aucune déshumidification

Conclusions 2

- Les Abris de l'Etat du Valais sont **économiques** :
 - au niveau des ressources nécessaires à la construction ;
 - au niveau des ressources nécessaires au fonctionnement

L'économie des moyens engagés traduit la responsabilité par rapport au coût de la conservation des documents d'archives

- Dans la construction, **ce qui n'est pas simple est faux**. Les **Abris de l'Etat du Valais sont simples !**

La simplicité du bâtiment traduit la responsabilité par rapport à la stabilité à long terme des conditions de conservation

LES MÊMES PRINCIPES ONT ÉTÉ APPLIQUÉS, MUTATIS
MUTANDIS, POUR LA CONSTRUCTION DES DÉPÔTS DES
ARCHIVES DE L'ÉTAT DE GENÈVE SUR LES SITE DES
ARSENAUX



La communication entre les compétences en présence est un facteur essentiel pour la construction d'un bâtiment simple et solide



Merci pour votre attention
Michel Bonvin – Andrea Giovannini