

SAé 2-5

Performances d'isolation d'un élément d'ouvrage simple et solutions pour satisfaire des contraintes hygrothermiques

Introduction

Le but est d'étudier différentes parois et notamment d'identifier le risque de condensation dans la paroi qui peut être préjudiciable à sa pérennité (diminution des performances d'isolation ou détérioration des isolants thermique).

L'étude se base sur le logiciel Ubakus (version en ligne) qui permet :

- de définir une paroi (nature, épaisseur, propriétés des matériaux et ordre des couches)
- de définir les conditions auxquelles est soumise la paroi
- de simuler les transferts de chaleur et d'humidité dans les parois
- d'identifier le risque de condensation dans la paroi
- de donner différents indicateurs sur la paroi (bilan environnemental, déphasage et atténuation...)

Utilisation d'Ubakus

Ubakus est un logiciel d'origine allemande dont la version gratuite est disponible sur simple inscription sur le site. L'utilisation de la version gratuite ne donne pas accès à toutes les fonctionnalités, mais est suffisante pour l'étude à mener.

Pour utiliser Ubakus, il suffit de créer un compte. Pour cela, aller sur la page <https://www.ubakus.com/>. Vous arriverez sur cette page et pourrez créer votre compte (voir figure 1).

Attention : un mail de vérification de votre email vous sera envoyé sur la boîte mail renseignée. Sans la confirmation, vous ne pourrez pas vous connecter.



Figure 1: Page de connexion au logiciel en ligne Ubakus

Une fois votre connectés, vous arrivez à la page principale d'Ubakus (figure 2). Sur cette page figurent différentes zones :

- Une zone de définition de la paroi
- Une zone de définition des conditions hygrothermiques intérieure et extérieure
- Une zone comprenant les onglets de navigation
- Une zone présentant une synthèse des résultats.

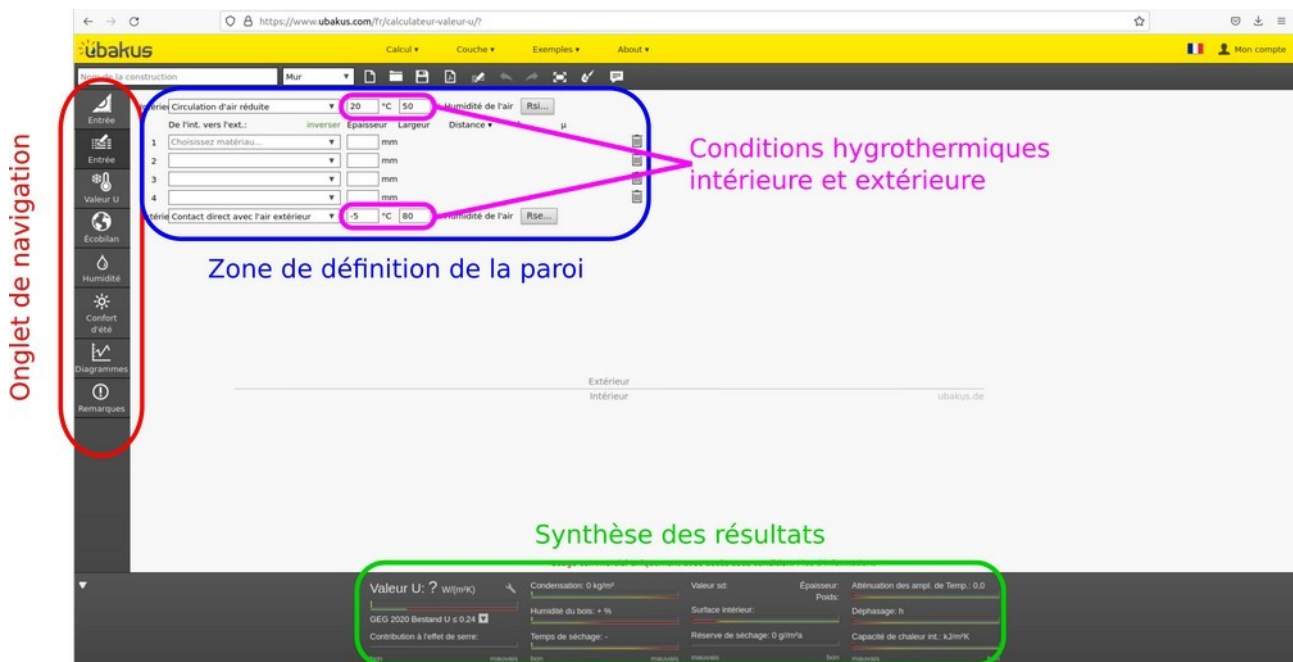


Figure 2: Interface Ubakus avec les différentes zones de définition et de résultat

Les différentes couches de la paroi peuvent être définies en cliquant sur le petit triangle dirigé vers le bas, ce qui fait apparaître le navigateur de matériaux. Un grand nombre de matériaux est déjà présent dans la base de données. **Attention à l'ordre des couches dans la définition de la paroi.**

Une fois un matériau choisi, apparaissent :

- les propriétés du matériau choisi (λ et μ)
- l'épaisseur de couche
- l'icône permettant d'ajouter des couches ou d'en supprimer
- l'icône permettant de modifier les propriétés de la couche
- l'icône permettant d'insérer une couche entre des couches existantes
- l'icône permettant de désactiver la couche dans le calcul

La figure 3 présente le résultat d'un calcul réalisé sur une paroi constituée :

- d'une plaque de plâtre cartonnée de 12,5 mm d'épaisseur
- d'un isolant thermique Rockwool Klemmrock 035 de 140mm

- d'un béton ordinaire d'épaisseur 150mm
- d'un enduit Weber Dur 120 de 10mm

On peut voir que :

- cette paroi présente un risque de condensation important à l'interface entre l'isolant et le béton (gouttelettes d'eau) ;
- la valeur du coefficient de transmission surfacique de la paroi est $U=0,232\text{W/m}^2\text{K}$ (c'est l'inverse de la résistance thermique r) ;
- la valeur du coefficient de résistance à la diffusion de vapeur est $Sd=20\text{m}$;
- la température de la surface intérieure de la paroi est de $18,6^\circ\text{C}$;
- d'autres informations sont disponibles que l'on n'utilisera pas ici (atténuation, déphasage, capacité de chaleur...).

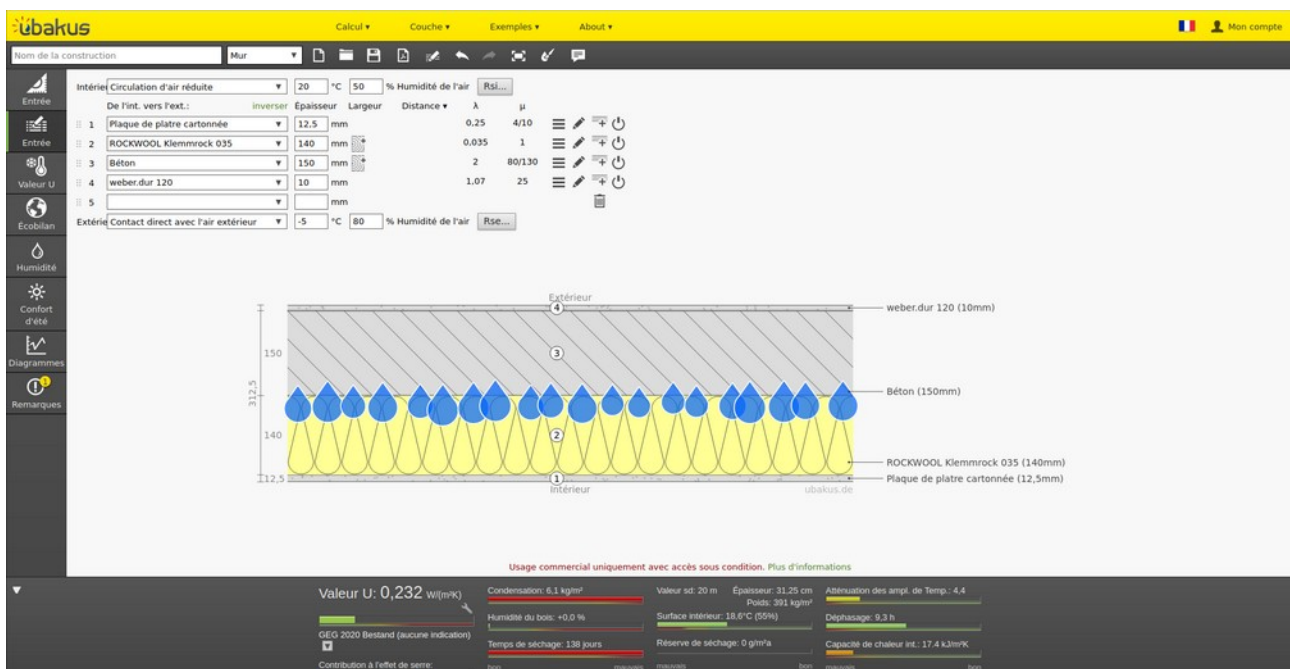


Figure 3: Résultat d'un calcul avec Ubakus

Les résultats plus détaillés peuvent être trouvés dans les différents onglets de navigation.

Première prise en main

Définir la paroi déjà présentée dans la partie précédente. Vérifiez que vous obtenez les mêmes résultats que ceux présentés sur la figure 3.

Comme déjà évoqué, il existe un risque de condensation sur cette paroi.

Afin d'éviter ce risque, plusieurs solutions sont possibles :

- passer en isolation par l'extérieur
- ajouter un pare-vapeur dans la paroi du bon côté de l'isolant (à vous de choisir en fonction de vos connaissances ou du résultat du logiciel).

Modifiez la paroi afin de tester ces différentes solutions :

- **cas 1** : paroi initiale
- **cas 2** : paroi avec isolation par l'extérieur sans pare-vapeur (il est possible de glisser/déplacer la couche isolante)
- **cas 3** : paroi avec isolation par l'intérieur et pare-vapeur (Étanchéité, Films → Membranes d'étanchéité, frein-vapeur → SALOLA Aerovap Sd4000) du côté froid de l'isolant
- **cas 4** : paroi avec isolation par l'intérieur et pare-vapeur (SALOLA Aerovap Sd4000) du côté chaud de l'isolant

Montrez par le calcul (comme vu durant les séances de travaux dirigés) que ces résultats sont prévisibles en prenant pour exemple les cas 1 et 4.

Paroi en pierre calcaire

Dans cette partie, on étudie une paroi en pierre calcaire de 30cm d'épaisseur d'une habitation ancienne située dans le Parc Naturel Régional Anjou-Touraine. Les façades extérieures du bâtiment sont classées. Il n'est donc pas possible d'isoler le bâtiment par l'extérieur ni de mettre en place un enduit extérieur sans mettre en péril l'intérêt architectural du bâtiment.

Les conditions hygrothermiques sont :

- intérieur : 20°C et 50 % d'humidité relative
- extérieur : -5°C et 80 % d'humidité relative

Définissez la paroi dans Ubakus (la pierre calcaire est dans Maçonnerie → Maçonnerie historique → Pierre naturelle → Pierre calcaire).

Y a-t-il un risque de condensation ?

Certaines parois du bâtiment ont une épaisseur allant de 30cm à 60cm.

- Le risque de condensation est-il le même pour toutes les parois du bâtiment ?
- À partir de quelle épaisseur de paroi le risque de condensation n'est-il plus présent ?



Figure 4: Maison à isoler

Dans la suite vous vous intéresserez aux parois dont l'épaisseur est de 30cm.

La réglementation thermique sur les bâtiments existants imposent d'atteindre une résistance thermique minimale de $3,2\text{m}^2\text{K/W}$ pour les murs du bâtiment. Le maître d'ouvrage demande une finition intérieure en plaques de Fermacell d'épaisseur 15mm (Panneaux de co... → Panneaux de plâtre → Fermacell → Fermacell plaques fibres gypse 15mm). L'isolant est du Biofib Trio (Isolant en laine → Chanvre → Biofib Trio).

Déterminez l'épaisseur minimale d'isolant à installer afin d'atteindre l'objectif d'isolation et choisissez l'épaisseur commerciale correspondante.

Existe-t-il un risque de condensation ? Si oui, installez un pare-vapeur (SALOLA Aerovap Sd4000) pour limiter ce risque de condensation.

Quelle est la valeur du S_d de ce pare-vapeur ?

Déterminez la valeur minimale du S_d permettant de limiter le risque de condensation dans la paroi (pour cela, il faut modifier les propriétés du pare-vapeur choisi). Sachant que les pare-vapeur ont un S_d supérieur à 100, faut-il un pare-vapeur ou un frein-vapeur pour limiter le risque de condensation ?

Maison à ossature bois

Vous étudiez ici la paroi d'une maison à ossature de bois. La constitution du mur est la suivante (de l'intérieur vers l'extérieur) :

Matériau	Épaisseur [mm]
Fermacell plaques fibres gypse	15
Isolant en laine de bois semi-rigide STEICOflex036	140
Frein-vapeur $S_d=100$	0,5
Isolant en vrac STEICOzell	200
Bois massif de construction section 120x200mm Entraxe 850mm - Douglas (ossature intégrée dans le STEICOzell – pour intégrer l'ossature, la créer comme couche puis la glisser-déplacer dans la couche d'isolant)	200
Panneau isolant à base de fibre de bois STEICOinternal (pare-pluie)	40
Lame d'air ventilée (extérieure)	30
Bardage bois en Douglas	20

Pour cette paroi, la règle des $1/3 - 2/3$ vue en cours pour les parois de maison à ossature de bois est-elle respectée ? (voir l'onglet **Valeur U** pour le détail des calculs).

Expliquer ce que vous observez sur cette paroi. Quelle est la différence avec une paroi sans ossature intégrée à l'isolant ? Pour une description plus précise, vous pouvez vous référer à l'onglet **Diagrammes** d'Ubakus.

Existe-t-il un risque de condensation global ou local ? Dans le second cas, à quel niveau de la paroi ?

Comment pouvez-vous expliquer ce phénomène ?

Essayez de trouver un moyen de limiter ce risque de condensation. Pour chaque solution envisagée, vérifiez que la règle des 1/3 – 2/3 est respectée. Vous veillerez à maintenir la performance thermique de la paroi (valeur de résistance thermique r ou de coefficient de transmission surfacique U).

Influence des conditions extérieures

A partir de la paroi définie dans la partie précédente, faites varier les conditions intérieures pour tenir compte d'une paroi donnant :

- sur une pièce de vie (intérieur : 20°C / 50 % HR)
- sur une cuisine lors de la préparation d'un repas (intérieur : 20°C / 80 % HR)
- sur une salle de bain lors d'une douche (intérieur : 22°C / 95 % HR)

Quelles sont les différences entre ces différentes parois ?

Reprenez le même type de calcul en prenant des conditions intérieures de 20°C / 50 % HR, pour un bâtiment soumis à différentes conditions extérieures (ces conditions pourraient également correspondre à différents lieux d'implantation du bâtiment) :

- hiver froid : -10°C / 80 % HR
- hiver standard : -5°C / 80 % HR
- hiver moyen : 5°C / 80 % HR
- fin automne/début printemps: 10°C / 80 % HR

Le risque de condensation est-il le même ? Que dire de l'influence de ces conditions sur la conception d'une paroi ?

Réhabilitation de l'IUT

Dans le cadre d'un projet de réhabilitation, on vous demande de trouver une solution technique afin d'améliorer les performances de la paroi courante du département Génie Civil donnant sur l'extérieur (façade déjà vue dans la SAE 1.6). Votre solution technique devra être justifiée par une analyse multicritère (réglementaire, économique, environnemental, tenue au feu, acoustique, esthétique, inertie thermique...).

Synthèse des résultats

Rédigez une synthèse de 2 pages (police Times New Roman ou Arial 11 ; interligne 1,5, marges standards) des principaux enseignements de cette Saé. Le but n'est pas de copier-coller les résultats obtenus dans les différentes parties de cette activité, mais de rédiger un document synthétique constitué :

- d'une introduction dans laquelle vous expliquerez l'utilité de ce genre de calcul sur des parois dans le contexte de l'évolution du domaine de la construction ;
- des dispositions constructives permettant de limiter le risque de condensation (plusieurs solutions doivent être envisagées) en fonction de différentes typologies de parois, de différentes conditions intérieures et climatiques ;
- d'une conclusion présentant notamment une ouverture plus large et nuanciant les résultats obtenus.

