

IV.4 Hypothèse de simulations

IV.4.1 Le zonage thermique

Toutes les maisons individuelles mitoyennes ont été dessinées avec une zone par étage. La typologie Tabula ne donne pas les plans des bâtiments identifiés. Aussi, pour réduire le temps de calcul, il a été décidé de ne pas cloisonner les espaces intérieurs. Les petits volumes des maisons ne justifient pas non plus le besoin de cloisonner les volumes pour chaque étage.

En revanche, les petits et grands logements collectifs sont eux divisés en 2 zones à chaque étage. Cela permettra de différencier la façade principale avec un taux de vitrage élevé et l'autre façade avec cette fois un taux de vitrage beaucoup plus faible. Les zones ont été divisées en 2 volumes égaux quand la géométrie le permettait.

La paroi intérieure qui délimite les 2 zones d'un même étage est la même pour tous les bâtiments. La cloison est composée de 2 plaques de plâtre séparées par une épaisseur d'air. Son coefficient de transmission thermique est de 1,38 W/m².K.

IV.4.2 La mitoyenneté

Afin de considérer la mitoyenneté des bâtiments en contexte urbain, certaines parois ont été modélisées comme étant adiabatiques. Une zone de même température qu'à l'intérieur du bâtiment est créée par le logiciel pour supprimer les échanges à travers cette paroi. La façade arrière des bâtiments sur la figure 14 n'est jamais considérée comme étant mitoyenne. La Figure 17 donne le nombre de parois adiabatique par modèle.

| Classe | MIM | PLC | GLC |
|--------|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 0 |
| 3 | 2 | 1 | 0 |
| 4 | 2 | 2 | 1 |
| 5 | 1 | 1 | 2 |
| 6 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 2 | 2 | 1 |

Figure 17 : Nombre de paroi considérée adiabatique par modèle

IV.4.3 Les masques solaires

En contexte urbain, les bâtiments peuvent être impactés par l'ombrage dû aux autres bâtiments présents autour d'eux. Cependant, tous ne sont pas impactés de la même manière, certains peuvent être plus ou moins entourés d'autres bâtiments. Les tailles de bâtiment diffèrent dans cette étude par ailleurs, un seul type de masque solaire ne peut donc être mis en place, les taux de surfaces vitrées sur les façades sont aussi différents. Il faudrait alors pour ne pas défavoriser un cas plus qu'un autre, répartir les masques solaires à chaque fois d'une façon différente pour que chaque bâtiment étudié soit impacté de la même façon – fonction de la hauteur, de la géométrie, du nombre de fenêtres, etc.

Par ailleurs, étant donné que le logiciel TrnSys ne prend pas en compte les inter-réflexions avec les façades avoisinantes (rayonnement courtes longueurs d'onde), il a été décidé de ne pas modéliser de masques solaires pour l'ensemble des modèles. Cela place les simulations dans le cas le plus défavorable vis-à-vis du rayonnement solaire incident et donc des températures intérieures.

IV.4.4 Les ouvertures de fenêtre et l'utilisation des volets

Afin de rendre les modélisations réalistes, un scénario d'ouverture des fenêtres a été ajouté. Ainsi, pour simuler la surventilation nocturne l'été, un renouvellement d'air de 2 volumes par heure a été ajouté en été (15 juin – 15 septembre) de 8h à 9h et de 19h à 23h. Ce taux correspond à un taux

moyen pour une zone ventilée grâce à l'ouverture des fenêtres [37]. Cette simplification permet de contenir les temps de calcul, par rapport à une modélisation complexe des ouvertures.

Par ailleurs, les volets ont été modélisés (uniquement la partie ombrage, pas thermique). Ainsi, toute l'année, les volets sont fermés de 23h à 8h et sur la période estivale, ils sont considérés fermés de 9h à 18h pour limiter les apports solaires.

IV.4.5 La perméabilité à l'air

Les taux de perméabilité à l'air ont été définis pour chaque catégorie et période de construction (Figure 19). Le tableau suivant récapitule les taux d'infiltration pour chaque bâtiment. Les taux retenus sont ceux fixés dans les différentes réglementations thermiques (à partir de la RT2005) pour les classes 5,6 et 7. Pour les bâtiments les plus anciens, alors qu'aucune réglementation ne fixait encore de performance à atteindre, une étude menée par le CETE Ouest en 2011 portant sur la modélisation du comportement thermique des bâtiments

construits avant 1948 a permis grâce à des mesures d'étanchéité réalisées de fixer à $3 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ le taux d'infiltration d'air pour les classes 1 et 2. Pour les périodes 1975-1989 et 1990-2005, les taux ont été fixés grâce à la réglementation thermique sur les bâtiments existants fixant à $1,7 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ la perméabilité à l'air pour ce type de bâtiment. Une amélioration de la technique a été supposée entre ces 2 périodes, surévaluant à $2 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ ce taux pour la période 1975-1989 et à $1,5 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ pour la période 1990-2005.

| Classe | Période | Maison | Collectif |
|--------|------------|--------|-----------|
| 1 | Avant 1948 | 3 | 3 |
| 2 | 1948-1974 | 3 | 3 |
| 3 | 1975-1989 | 2 | 2 |
| 4 | 1990-2005 | 1,5 | 1,7 |
| 5 | 2005-2012 | 1,3 | 1,7 |
| 6 | 2012-2020 | 0,6 | 1 |
| 7 | Après 2020 | 0,2 | 0,2 |

Figure 18 : Perméabilité à l'air ($\text{m}^3/\text{h.m}^2$) pour chaque catégorie

IV.4.6 Les débits de ventilation

Les débits de ventilation ont été fixés grâce à la réglementation thermique en vigueur lors de la construction des bâtiments (Figure 19). La première réglementation pour la ventilation intervient en 1958, généralisant la ventilation permanente dans toutes les pièces. Ce n'est qu'à partir de 1982 que des débits sont définis dans la réglementation pour la ventilation. Les réglementations thermiques de 2000, 2005 ou 2012 n'ont pas modifié ces taux. Le logiciel TrnSys ayant besoin d'un volume renouvelé par heure, le taux a été fixé à 0,6 vol/h. Ce taux est en concordance avec la RT 2012 fixant le taux de ventilation entre 0,5 et 0,65 vol/h pour une VMC simple flux, et correspond avec la réglementation de 1982 (35 m^3/h pour une pièce) pour une pièce de 20 m^2 .

| Classe | Période | Maison | Collectif |
|--------|------------|--------------------|-----------|
| 1 | Avant 1948 | Pas de ventilation | |
| 2 | 1948-1974 | 0,6 vol/h | 0,6 vol/h |
| 3 | 1975-1989 | 0,6 vol/h | 0,6 vol/h |
| 4 | 1990-2005 | 0,6 vol/h | 0,6 vol/h |
| 5 | 2005-2012 | 0,6 vol/h | 0,6 vol/h |
| 6 | 2012-2020 | 0,6 vol/h | 0,6 vol/h |
| 7 | Après 2020 | 0,6 vol/h | 0,6 vol/h |

Figure 19 : Taux de ventilation par période et catégorie

IV.4.7 Les coefficients d'échange thermique

Les coefficients d'échanges thermiques des parois ont été définis égaux à 64 $\text{kJ}/\text{h.m}^2.\text{K}$ pour les surfaces en contact avec l'extérieur et à 11 $\text{kJ}/\text{h.m}^2.\text{K}$ pour les surfaces internes (valeurs par défaut dans TrnSys).

IV.4.8 L'orientation

Tous les bâtiments ont la même orientation et la façade vitrée est orientée à l'ouest. Une étude de sensibilité (parie VI) sera réalisée par la suite pour mesurer l'impact de l'orientation sur le confort d'été.

IV.4.9 Les Scénarios d'occupations

Les apports internes sont importants et il faut les prendre en compte pour ne pas sous-estimer les températures internes. Les appareils électroniques ainsi que les personnes émettent de la chaleur et participent au réchauffement des pièces. Pour fixer le planning, 2 scénarios d'occupations ont été créés. Le premier est fixé sur un scénario de jour de semaine, le deuxième sur un jour de week-end. Les valeurs prises en compte sont les suivantes :

- Puissance thermique par personne : 90 W éveillé et 60 W endormi [38]
- Occupation moyenne par personne : 45,1 m²/personne en maison individuelle et 32,4 m²/personne en habitat collectif. Source : données Insee [39]

Donc en maison individuelle 2 W/m² (90 W pour 45,1 m²) et en habitat collectif 2,7 W/m² (90 W pour 32,4 m²) la journée. Pour la nuit : 1,33 W/m² (60 W pour 45,1 m²) et en habitat collectif 1,85 W/m² (60 W pour 32,4 m²).

- Appareils électroniques : 1,2 W/m² en situation de non-utilisation et 5,7 W/m² en situation d'utilisation
- Éclairage : 1,4 W/m² en situation d'utilisation (7h-9h et 19h-23h en été)
- Apports internes répartis avec 50 % de façon radiative et 50 % de façon convective. Source : réglementation thermique des bâtiments existants

En agrégeant tous les apports internes selon les jours de la semaine ou du week-end et selon le type de bâtiment, nous obtenons les valeurs présentées dans la Figure 20 :

| Heure | Maison individuelle | | Habitat Collectif | |
|-----------|---------------------|---------|-------------------|---------|
| | Jour Ouvré | Weekend | Jour Ouvré | Weekend |
| 0h à 7h | 2,53 | 2,53 | 3,05 | 3,05 |
| 7h à 9h | 9,1 | 9,1 | 9,8 | 9,8 |
| 9h à 18h | 1,2 | 7,7 | 1,2 | 8,4 |
| 18h à 19h | 7,7 | 7,7 | 8,4 | 8,4 |
| 19h à 23h | 9,1 | 9,1 | 9,8 | 9,8 |
| 23h à 0h | 2,53 | 2,53 | 3,05 | 3,05 |

Figure 20 : Apports internes en W/m² selon les jours de la semaine et le type d'habitat