

# Vers un logement adaptatif grâce à l'IA

besoins physiologiques, spécificités féminines et acceptabilité  
sociale d'un habitat "émotion-sensible"

Master 2  
Séminaire SAPI CCA-S912

Encadrants:

Louis Vitalis  
Joaquim Silvestre  
Anne Tüscher





**Publication :**

Ecole Nationale Supérieure d'Architecture Paris La Villette (ENSAPLV)

Séminaire : CCA-S912 Savoirs des Activités de Projet Instrumentées (SAPI)

**Date de publication :** janvier 2026

# Table des matières

<b>Résumé</b>	<b>6</b>
<b>Introduction</b>	<b>8</b>
<b>1. Etat de l'art</b>	<b>12</b>
1.1. L'environnement intérieur et ses effets sur la santé mentale	12
1.1.1. Différents paramètres intérieurs	12
1.1.2. Impact de cet environnement sur la cognition et les émotions	14
1.2. Les arguments en faveur d'un habitat adaptatif même dans un contexte "normal"	16
1.2.1. Les principes d'un habitat réactif et intelligent	16
1.2.2. Des besoins féminins spécifiques souvent ignorés	16
1.2.3. Évolution des modes de vie : vers le « solo living »	19
1.2.4. Exemples concrets de logements réactifs	20
1.3. Les moyens actuels: l'informatique comme outil	23
1.3.1. "Détecter": Les capteurs environnementaux et biométriques	24
1.3.2. "Analyser": L'informatique affective et l'IA adaptative	29
1.3.4. "Agir": Les actionneurs	31
1.3.5. Limites des systèmes actuels	35
1.4. Acceptabilité : la question de la vie privée	38
1.4.1. Équilibre entre adaptation automatique et contrôle humain	38
1.4.2. Ethique et vie privée	38
1.5. Positionnement de la recherche	40
1.5.1. Perspectives d'avenir	40
1.5.2. Contexte du réchauffement climatique	41
<b>2. Problématique</b>	<b>44</b>
<b>3. Hypothèses</b>	<b>46</b>
<b>4. Méthode de recherche et d'analyse des résultats</b>	<b>48</b>
4.1. Diffusion d'un questionnaire	48
4.2. Analyse statistique quantitative	50
4.3. Analyse qualitative	53
<b>5. Interprétation des résultats</b>	<b>55</b>
5.1. Présentation de l'échantillon	55
5.1.1. Caractéristiques sociodémographiques des répondant-es	55
5.1.2. Contexte résidentiel et critères d'évaluation du logement	57
5.2. Une attractivité globale du concept, peu dépendante des caractéristiques individuelles	60
5.2.1. Une utilité perçue élevée du logement adaptatif	60
5.2.2. Absence de corrélation entre l'âge et l'utilité perçue	62
5.2.3. Influence du rythme de vie professionnel	62

5.2.4. Des vulnérabilités et sensibilités associées à une utilité perçue faiblement corrélée	63
5.2.5. Une population globalement à l'aise avec la technologie, sans lien fort avec l'utilité perçue	66
5.2.6. Un besoin marqué de contrôle sur les décisions du logement	67
5.2.7. Une disposition à payer modérée, peu discriminante	68
5.3. Peu de différences genrées dans l'évaluation et l'acceptabilité du concept	70
5.3.1. Un impact marqué des cycles menstruels sur le vécu quotidien des femmes	70
5.3.2. Absence de différence genrée dans la sensibilité aux stimuli	72
5.3.3. Absence de différence genrée dans la disposition à payer	73
5.4. Une acceptabilité des capteurs fortement conditionnée par l'intrusion perçue	74
5.4.1. Une acceptabilité très contrastée des capteurs selon les pièces du logement	74
5.4.2. Une réticence marquée face à une IA analysant les cycles menstruels	75
5.4.3. Préférence pour le contrôle manuel	76
5.4.4. Certains dispositifs jugés comme intrusifs	76
5.5. Inquiétudes quant aux données	78
5.6. Avantages, risques et suggestions	80
5.7. Conclusion de l'analyse	83
5.8. Limites méthodologiques et biais de l'étude	86
<b>6. Mots-clés</b>	<b>90</b>
<b>7. Bibliographie</b>	<b>92</b>
<b>8. Annexes</b>	<b>97</b>
8.1. Questionnaire	97
8.2. Calcul de la corrélation de Spearman pour l'âge et l'utilité perçue du concept	105



## Résumé

Ce mémoire étudie le potentiel social d'un habitat "émotion-sensible", capable d'ajuster en continu ses paramètres intérieurs (lumière, température, acoustique, qualité de l'air et environnement olfactif) grâce aux apports de l'informatique affective et de l'architecture cognitive. Il examine comment ces modulations environnementales influencent la santé mentale, les émotions et les performances cognitives, dans un contexte où les modes de vie deviennent plus individualistes, où le télétravail se généralise et où le logement doit désormais assurer des fonctions multiples.

Une attention particulière est portée aux besoins physiologiques spécifiques des

femmes, notamment aux variations hormonales encore ignorées dans la plupart des normes de confort, ainsi qu'aux biais androcentriques qui traversent l'histoire de la conception technique. L'étude explore également les enjeux de confiance, de vie privée, de contrôle utilisateur et d'éthique liés à la présence de capteurs émotionnels et physiologiques dans le cadre domestique, ainsi qu'à l'usage de l'intelligence artificielle. Enfin, une enquête combinant analyses quantitative et qualitative évalue l'acceptabilité sociale de ces environnements adaptatifs, les perceptions genrées et les conditions nécessaires à l'adoption de ce type de logement.



# Introduction

## Motivations

Les variations physiologiques et hormonales constituent une dimension structurelle du fonctionnement humain, susceptible d'influencer de manière significative le bien-être physique, émotionnel et cognitif. Chez les femmes en particulier, les fluctuations hormonales cycliques peuvent entraîner des variations sensibles de l'énergie, de la concentration, de l'humeur ou de la sensibilité sensorielle. Pourtant, de nombreux domaines techniques et industriels restent marqués par un biais de conception historique reposant sur la figure d'un « utilisateur par défaut » masculin. Ce biais, largement documenté dans la littérature scientifique et technique, a contribué à façonner des normes, des outils et des environnements ne prenant que partiellement en compte la diversité des physiologies humaines.

Si une prise de conscience progressive de ces enjeux émerge aujourd'hui, de nombreux secteurs demeurent en retard dans l'intégration de cette diversité. Les équipements de sécurité, le mobilier de travail, l'ergonomie des outils ou encore certains protocoles médicaux ont longtemps été conçus et testés majoritairement sur des populations masculines. Il en résulte une inadéquation persistante entre les besoins spécifiques de certaines catégories de la population et les environnements conçus pour les accueillir. Ces écarts ont des répercussions directes sur la santé, le confort et la qualité de vie, d'autant plus lorsqu'ils se combinent à des pathologies endocriniennes relativement répandues, telles que les troubles thyroïdiens, qui concernent entre 8 et 12 % des femmes à l'échelle mondiale.

Parallèlement, l'évolution contemporaine des modes de vie a profondément transformé les usages de l'habitat. Le développement du travail en intérieur, la sédentarisation accrue et la dissociation progressive entre rythmes biologiques et rythmes sociaux ont contribué à l'émergence d'environnements construits de plus en plus standardisés et peu réactifs aux variations individuelles. L'épisode de confinement lié à la pandémie de COVID-19 a agi comme un révélateur de ces limites, en exposant de manière brutale l'impact que peuvent avoir des logements inadaptés sur la santé mentale, la concentration ou le sommeil. Cette période a mis en évidence le rôle central des paramètres sensoriels (lumière, acoustique, température, qualité de l'air, odeurs) dans l'expérience quotidienne de l'espace intérieur.

Dans ce contexte, la question de l'adaptation de l'habitat aux besoins réels de ses occupant-es apparaît comme un enjeu majeur. L'émergence de technologies telles que

l'intelligence artificielle et l'informatique affective ouvre la possibilité de concevoir des environnements capables d'analyser des états physiologiques et émotionnels, d'anticiper certaines variations et d'ajuster en temps réel leurs paramètres. Ces outils offrent ainsi un potentiel inédit pour dépasser le modèle d'un logement figé et standardisé, au profit d'un habitat plus sensible, évolutif et centré sur l'individu.

Ce mémoire s'inscrit dans cette réflexion, en interrogeant le potentiel d'un habitat adaptatif et émotion-sensible à répondre aux besoins contemporains de confort et de bien-être, tout en intégrant les variations physiologiques, notamment celles liées aux cycles menstruels. Il vise à comprendre dans quelle mesure une telle approche pourrait être perçue comme utile, acceptable et désirable par ses futur-es usager-es, et sous quelles conditions techniques, sociales et éthiques son déploiement pourrait être envisagé.

## Objectifs

Ce mémoire a pour ambition d'examiner la pertinence, la faisabilité et les conditions d'acceptabilité d'un habitat adaptatif capable d'ajuster en continu ses paramètres sensoriels (lumière, température, acoustique, qualité de l'air et ambiance olfactive) en fonction des besoins physiologiques, émotionnels et cognitifs des occupants. Il s'agit d'explorer comment l'intelligence artificielle, l'informatique affective et certains principes issus de la neuro-architecture pourraient contribuer à une nouvelle manière d'habiter, plus sensible aux variations individuelles.

Ce travail poursuit quatre objectifs principaux:

**(1)** Établir un état de l'art des connaissances scientifiques sur les effets de l'environnement intérieur sur la santé mentale, la cognition et le bien-être, en mettant en lumière les limites des standards actuels, et notamment leur faible prise en compte des spécificités féminines et des variations hormonales.

**(2)** Analyser les technologies aujourd'hui disponibles (capteurs, IA, modèles prédictifs, actionneurs) et évaluer leur potentiel réel pour concevoir des environnements réactifs, en distinguant ce qui relève de l'innovation pertinente de ce qui demeure spéculatif ou insuffisamment fiable.

**(3)** Identifier les freins psychologiques, techniques et éthiques liés à ces systèmes, en particulier les enjeux de confiance, de vie privée, de contrôle utilisateur et de dépendance technologique, afin de comprendre les conditions nécessaires à une adoption responsable et socialement acceptable.

**(4)** Enfin, mener une enquête quantitative et qualitative auprès d'un public diversifié pour évaluer l'intérêt, les attentes et les inquiétudes vis-à-vis d'un habitat « émotion-sensible », ainsi que les différences de perception entre hommes et femmes. Cette étude vise à dégager des tendances d'acceptabilité, à identifier les critères perçus comme prioritaires et à définir les éléments d'un cadre de conception réaliste et centré sur l'humain.

À travers ces objectifs, ce mémoire cherche à déterminer si l'adaptation intelligente de l'environnement intérieur constitue une véritable réponse à des besoins contemporains ou si elle s'inscrit davantage dans une logique de sur-technologisation du confort. L'ambition finale est de proposer une première base méthodologique et conceptuelle pour guider architectes, designers et ingénieurs dans la conception d'habitats plus justes, plus inclusifs et mieux alignés sur les rythmes du corps humain.



# 1. Etat de l'art

## 1.1. L'environnement intérieur et ses effets sur la santé mentale

L'environnement intérieur agit comme un modulateur des fonctions cognitives et des réponses émotionnelles des occupants. Plusieurs études ont mis en évidence l'impact de divers facteurs, tels que la taille du logement, la lumière, la qualité de l'air et l'acoustique, sur la santé mentale et la perception du confort.

### 1.1.1. Différents paramètres intérieurs

#### *1. Perception de l'espace et confinement*

La perception de l'espace personnel est un élément central du bien-être mental. Une étude menée à Pékin sur la densité résidentielle a montré que les logements surpeuplés ou de petite taille entraînent un sentiment de confinement et une augmentation du stress [1]. De même, des recherches sur les effets du confinement ont révélé que vivre dans un espace restreint réduit la sensation de contrôle sur son environnement, ce qui peut accentuer l'anxiété et la détresse psychologique [2].

De plus, la crise sanitaire de COVID-19 a servi de stress-test planétaire, et l'on a la revue d'Amerio & Brambilla (2020) qui démontre que le taux de dépression a été 1,7 fois plus élevé dans les logements inférieurs à 30 m<sup>2</sup> par personne, et que moins de 2 heures par jour de lumière naturelle augmente de 40 % le risque d'insomnie. Allen et al. (2016), en chambre expérimentale<sup>1</sup>, quantifient la chute de 61 % des scores cognitifs quand le CO<sub>2</sub> dépasse 1 000 ppm<sup>2</sup>. Ces chiffres plaident pour l'importance des conditions intérieures dans nos habitats, surtout quand celui-ci devient lieu de travail.

Le télétravail étant selon l'INSEE<sup>3</sup> et l'OCDE<sup>4</sup> désormais environ 7,3 fois plus répandu en France (passant de 3 % en 2017 à 22 % en 2021) et environ 2,8 fois plus répandu au Japon (passant de 10 % fin 2019 à 28 % en 2020) qu'avant le confinement, l'importance se joue non seulement au niveau du bien-être individuel, mais également des employeurs puisqu'avec

---

<sup>1</sup> pièce / caisson clos où l'on contrôle de façon précise les conditions (température, humidité, taux de CO<sub>2</sub>, luminosité, etc.) pour étudier leurs effets sur les participants ou les objets testés.

<sup>2</sup> unité de concentration qui signifie « parties par million ». Dire que le CO<sub>2</sub> atteint 1 000 ppm, c'est comme dire qu'il y a 1 000 molécules de CO<sub>2</sub> pour 1 000 000 de molécules d'air.

<sup>3</sup> Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques.

<sup>4</sup> Organisation de Coopération et de Développement Économiques.

un tel taux de télétravail, les performances cognitives des employés sont primordiales pour les entreprises.

Face à une population en télétravail massif, la question n'est donc plus la taille du salon, mais la capacité du logement à fournir en continu : une lumière adaptée à chaque moment de la journée, un air filtré et ventilé pour prévenir la somnolence, une température variable pour soutenir le rythme circadien, et un bruit de fond maîtrisé pour optimiser la concentration. Plusieurs études expérimentales ont par exemple quantifié les bénéfices d'un éclairage élevé (500–1 000 lux<sup>5</sup>) sur le poste de travail :

Dans une simulation de tâches de reconnaissance de caractères, De Kort et Smolders [18] ont comparé des environnements de travail à différents éclairages. Ils ont constaté que, par rapport aux 200 lux, la précision des tâches augmentait de 12 % à 500 lux et de 18 % à 800 lux, et que le temps de réaction était réduit de 10 % à 500 lux. Ensuite, Yu & Akita [17] montrent qu'en conditions de 500 lux, les scores de fatigue oculaire diminuent de 35 % par rapport à un éclairage standard (300 lux), et que la performance sur un test d'attention soutenue (temps de réaction + exactitude) s'améliore de 15 %. Enfin, pour ce qui est de la mémoire, les recherches en réalité virtuelle de Mostafavi et al. [19] indiquent qu'un éclairage de 1 000 lux maximise les résultats aux tests de mémoire de travail tout en maintenant une vigilance stable, alors que les niveaux inférieurs (400 lux) provoquent une légère chute de performance (-7 %). Ainsi, un espace de vie capable de se reconfigurer en temps réel offre la possibilité de passer d'un environnement de travail à un espace de détente sans nécessité de transformations lourdes ou coûteuses.

De plus, les recherches en intelligence artificielle appliquées à l'architecture, comme celles présentées par Ko et al. [6], démontrent que l'utilisation de modèles prédictifs<sup>6</sup> et d'algorithmes d'optimisation peut anticiper et ajuster les configurations spatiales en fonction des activités et du bien-être des utilisateurs.

## *2. Lumière et bien-être cognitif*

La lumière naturelle influence directement la régulation des rythmes circadiens<sup>7</sup>, impactant ainsi l'humeur et la productivité. Brooks et al. [3] expliquent que l'exposition à une lumière naturelle insuffisante peut entraîner des troubles du sommeil et une diminution du bien-être émotionnel. Dans la continuité, Wang et al. [4] montrent que les espaces intégrant des ouvertures vers l'extérieur et des éléments naturels favorisent la réduction du stress et augmentent le bien-être général.

---

<sup>5</sup> unité d'éclairage lumineux dans le système international.

<sup>6</sup> systèmes capables d'anticiper des besoins, dans notre cas il s'agirait d'une intelligence artificielle qui analyse les données comportementales et environnementales afin d'adapter l'environnement.

<sup>7</sup> cycles biologiques d'environ 24 heures régulant notamment le sommeil, la vigilance, la température corporelle et les sécrétions hormonales.

### *3. Qualité de l'air et confort thermique*

La qualité de l'air intérieur est un facteur souvent sous-estimé mais ayant un impact direct sur la santé. Selon Endravadan et al. [5], un air mal renouvelé ou trop pollué entraîne fatigue, maux de tête et diminution des capacités cognitives. De plus, un confort thermique inadapté<sup>8</sup> augmente le niveau de stress et altère la concentration. [31]

### *4. Acoustique et intimité sensorielle*

Un environnement bruyant peut engendrer une fatigue cognitive et une augmentation des niveaux de stress. Amerio et al. [2] soulignent en effet que l'exposition prolongée à un bruit excessif (voisinage, appareils électroménagers, nuisances urbaines) peut affecter la concentration et le sommeil. La question de l'intimité acoustique est donc essentielle, notamment dans les logements partagés ou de petite taille.

### *5. Confort, intimité et gestion du stress*

Le confort psychologique repose sur une combinaison de facteurs sensoriels et spatiaux. La capacité à personnaliser son espace, à contrôler la lumière et l'aération ainsi qu'à bénéficier d'un espace de repli pour garantir une certaine intimité sont des éléments majeurs de la perception du bien-être [2].

## **1.1.2. Impact de cet environnement sur la cognition et les émotions**

### *6. Influence sur les processus cognitifs*

Plusieurs études montrent que les caractéristiques de l'environnement influent directement sur l'attention, la mémoire et la capacité de résolution de problèmes. Par exemple, l'étude de Wang *Home-Made Blues* [1] met en évidence que la sensation d'enfermement et la densité résidentielle peuvent réduire le sentiment de contrôle et altérer la concentration, ce qui a des répercussions sur les fonctions cognitives. Ces observations suggèrent que les environnements qui favorisent une perception d'ouverture et de flexibilité peuvent améliorer l'efficacité cognitive des occupants.

---

<sup>8</sup> une température inadaptée au besoin de l'individu concerné.

### *7. Régulation émotionnelle et bien-être*

Au niveau émotionnel, la qualité de la stimulation sensorielle joue un rôle déterminant dans la modulation des humeurs et la gestion du stress. L'exposition à une lumière naturelle appropriée, par exemple, contribue à la régulation des rythmes circadiens et à l'amélioration de l'humeur, comme le démontrent les travaux de Wang [1]. Inversement, un environnement dépourvu de stimulation adéquate ou, à l'inverse, saturé de stimuli (bruit excessif, éclairage artificiel inadapté) peut favoriser le stress et l'anxiété. La revue de Brooks [3] sur l'impact psychologique du confinement souligne en ce sens que l'absence d'un environnement sensoriel équilibré peut aggraver l'état émotionnel des individus.

### *8. Mécanismes neurocognitifs et intégration des stimuli*

Les avancées en neurosciences de l'espace permettent de mieux comprendre comment les informations sensorielles issues de l'environnement sont traitées par le cerveau. Ces recherches montrent que la stimulation sensorielle, qu'elle soit visuelle, auditive ou thermique, active des circuits neuronaux impliqués dans la mémoire, la prise de décision et la régulation émotionnelle. L'approche dite d'architecture cognitive intègre ces connaissances pour proposer des modèles explicatifs sur la manière dont les espaces peuvent être conçus afin de favoriser une meilleure adéquation entre les besoins cognitifs des occupants et les caractéristiques de leur environnement.

### *9. Vers une conception d'habitats favorables au mental*

Les preuves empiriques soulignent que la qualité de la stimulation sensorielle a des effets directs sur le bien-être mental. En intégrant des données issues des études sur le confinement, la densité résidentielle ou l'exposition à la lumière naturelle, il apparaît crucial de concevoir des habitats qui offrent une stimulation équilibrée et adaptée. Ce faisant, on peut non seulement améliorer les performances cognitives des occupants, mais également favoriser une régulation émotionnelle saine et réduire les risques de stress chronique.

## 1.2. Les arguments en faveur d'un habitat adaptatif même dans un contexte "normal"

### 1.2.1. Les principes d'un habitat réactif et intelligent

L'habitat réactif se caractérise par sa capacité à s'adapter en temps réel aux besoins des occupants grâce à l'intégration de technologies intelligentes et de principes issus des neurosciences. Au cœur de ce concept, la modularité des espaces permet une reconfiguration en fonction des activités et des états émotionnels. Des capteurs mesurant l'intensité lumineuse, la température, l'acoustique ou encore la qualité de l'air alimentent des algorithmes d'intelligence artificielle, qui ajustent automatiquement ces paramètres pour optimiser le confort [2].

L'approche des "smart interiors"<sup>9</sup> repose sur l'adaptation des environnements aux rythmes biologiques. Par exemple, Ulrich [8] a démontré que l'exposition à des éléments naturels améliore significativement le bien-être, ce qui incite à intégrer des vues ou des éléments végétalisés modulables. Parallèlement, Kaplan et Kaplan [9] soulignent que la préférence environnementale joue un rôle crucial dans la restauration cognitive, justifiant ainsi la nécessité d'espaces configurables selon les besoins des utilisateurs.

La neuro-architecture<sup>10</sup>, qui s'appuie sur les avancées en neurosciences, adapte les formes, couleurs et volumes pour favoriser la régulation émotionnelle et améliorer les fonctions cognitives. Ainsi, l'intégration de l'informatique affective permet de détecter en temps réel l'état émotionnel des occupants et d'ajuster l'ambiance de l'habitat de manière proactive [10]. L'utilisation conjointe de ces technologies offre une réponse non seulement réactive mais aussi anticipative aux fluctuations des besoins quotidiens.

### 1.2.2. Des besoins féminins spécifiques souvent ignorés

Ces briques technologiques trouvent un nouveau champ d'application auprès d'un public longtemps ignoré, notamment par la domotique grand public : les femmes. De nos jours, il existe encore dans de nombreux domaines un biais de genre, et notamment la plupart des

---

<sup>9</sup> anglais pour "intérieurs intelligents": espaces intérieurs intégrant des systèmes automatisés tel que de la domotique, afin d'adapter différentes caractéristiques aux besoins des occupants.

<sup>10</sup> discipline explorant la relation entre les neurosciences et la conception de toute structure construite par l'Homme.

modèles thermiques sont encore de nos jours établis sur des métabolismes masculins, bien que les métabolismes féminins soient plus complexes à cause des taux d'hormones fluctuants au cours des cycles et variant d'une femme à l'autre.

La revue de Charkoudian et al. [20] synthétise certains de ces besoins, et nous dit notamment que la température corporelle féminine augmente de 0,3 à 0,7 °C en phase lutéale<sup>11</sup>, provoquant une sensation subjective de froid et des troubles du sommeil. Il est en effet très courant que les femmes soient dérangées par cette sensation et soient victimes d'insomnie, on parle d'ailleurs de 71% de femmes réglées souffrant de troubles du sommeil (difficulté d'endormissement, réveils fréquents...) durant leur cycle menstruel, selon une enquête grand public relayée en 2023 par le Nashville Fertility Center.

Enfin, côté sensoriel, les seuils d'olfaction<sup>12</sup> et d'audition se contractent également : en phase ovulatoire et lutéale, les odeurs peuvent paraître plus fortes et le bruit plus intrusif. Ces phénomènes, sans équivalent masculin, justifient une personnalisation cyclique de l'environnement, dont en voici quelques spécificités :

- **Température +2 °C en phase lutéale**

En phase lutéale (jours 17–28), la progestérone<sup>13</sup> élève la température centrale corporelle de 0,3 à 0,7 °C, ce qui crée une sensation de froid équivalente à une baisse de 1,5 à 2 °C de la température ambiante. En augmentant la consigne de chauffage de +2 °C (par ex. passer de 19 °C à 21 °C), on restaure un confort thermique perçu normal et on améliore la durée de sommeil sans perturbations nocturnes [20].

- **Température –0,5 °C autour de l'ovulation**

Durant l'ovulation (jours 14–16), la température interne moyenne monte de 0,3 à 0,5 °C et entraîne en moyenne 15 minutes de micro-réveils par nuit [22]. Une réduction de 0,5 °C de la température nocturne (par ex. passage de 19,5 °C à 19 °C) diminue ces interruptions de sommeil d'environ 50 %, favorisant un sommeil plus continu et réparateur [20]. Également, l'"ovulatory shift hypothesis"<sup>14</sup> décrit une possible augmentation de l'activité motrice (plus de pas comptés, comportements exploratoires) pendant la fenêtre fertile, mais les études sont peu nombreuses et souvent contradictoires. Une vaste enquête Apple "Women's Health Study" est en cours pour explorer précisément comment varient les minutes d'exercice et le nombre de pas selon les phases du cycle, mais n'a pas encore publié de résultats

---

<sup>11</sup> La phase lutéale se situe entre l'ovulation et le début des règles, couvrant généralement la seconde moitié du cycle (environ du jour 15 au jour 28).

<sup>12</sup> sens de l'odorat.

<sup>13</sup> hormone dont le taux varie chez les femmes au cours du cycle menstruel, jouant un rôle majeur dans la régulation de l'humeur, du sommeil et de la température corporelle.

<sup>14</sup> hypothèse postulant qu'à l'approche de l'ovulation, les préférences et comportements des femmes se déplacent vers des signes de qualité génétique.

définitifs. En attendant, il suffit de se pencher sur les nombreuses études sur l'humeur des femmes au cours du cycle, puisqu'on parle d'environ 55–60 % des femmes qui rapportent un pic de dynamisme à cette période, parlant d'être "heureuses", "dynamiques" "énergiques" ou encore "confiantes", et de postuler que ce pic de dynamisme va dans le sens d'une tendance à être plus actives, ce qui à son tour fait également augmenter la température corporelle.

- **Luminothérapie 2 500 lux, 30 min/j en lutéale**

En phase lutéale soit les 10 derniers jours du cycle, la luminothérapie à 2 500 lux pendant 30 minutes chaque matin réduit de 60 % les scores d'irritabilité et de dépression prémenstruelles<sup>15</sup>, tout en raccourcissant la latence d'endormissement de 20 minutes en moyenne [20]. Symptômes aussi courants que négligés, cette fois-ci c'est 91,2 % des femmes qui rapportent de l'irritabilité, et 75 % qui ont des sautes d'humeur<sup>16</sup> légères avant leurs règles [21]. Ce protocole cible spécifiquement les symptômes du PMDD<sup>17</sup> et synchronise le rythme circadien féminin.

- **Filtre lumière bleue automatique en lutéale**

L'exposition aux LED bleu-riche<sup>18</sup> le soir prolonge la latence d'endormissement de 20–30 minutes. En activant un filtre ambre<sup>19</sup> à partir du début de la phase lutéale (jour 17), on restaure un délai d'endormissement normal (< 10 minutes), en limitant l'inhibition de la mélatonine<sup>20</sup> [23].

- **Réduction de l'intensité olfactive en phase lutéale et d'ovulation**

Les études montrent que, en phase ovulatoire et lutéale, le seuil de détection d'odeurs baisse de 20–30 % (par exemple, le seuil de linalol<sup>21</sup> passe de ~5 ppb<sup>22</sup> à ~3 ppb<sup>23</sup>). En dosant un diffuseur à 0,05 mg/min avec des fragrances légères comme la lavande ou le bois de santal, on évite la saturation olfactive et l'irritation nasale tout en conservant un effet apaisant [24].

---

<sup>15</sup> dépression prémenstruelle : trouble de l'humeur caractérisé par l'apparition de symptômes dépressifs intenses (tristesse, irritabilité, anxiété) quelques jours avant les règles, et disparaissant généralement à leur survenue.

<sup>16</sup> variations rapides de l'état émotionnel.

<sup>17</sup> Trouble Dysphorique Prémenstruel: trouble de l'humeur sévère, caractérisé par  $\geq 5$  symptômes (dont au moins un affectif) survenant dans la phase lutéale et impactant significativement le fonctionnement quotidien, puis disparaissant après le début des règles.

<sup>18</sup> lumière contenant une forte proportion de longueurs d'ondes bleues.

<sup>19</sup> traitement lumineux réduisant la composante bleue du spectre.

<sup>20</sup> hormone impliquée dans la régulation des cycles de sommeil, dont la sécrétion est inhibée par l'exposition à la lumière et notamment particulièrement aux longueurs d'ondes bleues.

<sup>21</sup> molécule aromatique naturellement présente dans certaines huiles essentielles.

<sup>22</sup> parties par milliard, unité de concentration : 1 ppb = 1 partie de substance pour 1 000 000 000 de parties de milieu.

<sup>23</sup> parties par billion. Unité de concentration couramment utilisée pour les composés volatils dans l'air intérieur.

- **Mode « Quiet » : -5 dB et masquage doux en lutéale/ovulation**

On observe une diminution des seuils d'audition en tons purs pouvant aller jusqu'à 7 dB durant la phase lutéale pour les hautes fréquences, ainsi qu'une augmentation de ces seuils au cours de la seconde moitié du cycle menstruel, des variations encore plus marquées chez les femmes présentant un syndrome prémenstruel<sup>24</sup>. En abaissant le volume des notifications de 5 dB et en diffusant du bruit rose à 30-35 dB, on améliore la performance cognitive (mémoire de travail) de 25 % et on réduit les évaluations subjectives d'irritabilité de 40 % chez les femmes [25].

### 1.2.3. Évolution des modes de vie : vers le « solo living »

Cependant, si les femmes auraient besoin d'un environnement aussi personnalisé et précis, comment faire lors d'une cohabitation? En effet, la solution la plus simple pour respecter de tels besoins hyper-personnalisés consisterait à avoir des habitats mono-occupants, cependant cela impliquerait de devoir remodeler complètement les tendances, qui sont constantes depuis des décennies.

Pourtant, les tendances démographiques mondiales actuelles semblent taire ce problème, puisque la taille moyenne des ménages a chuté de 0,5 personne par décennie entre 1970 et 2020 [26] dans 156 pays analysés, passant de 4,5 à environ 3,5 individus par foyer, mais qu'il y a également une explosion des foyers d'une personne récemment, puisqu'en Europe, plus de 30% des ménages sont déjà constitués d'une seule personne (Eurostat, 2022). Également, en Corée du Sud, ce taux atteint 33 % des foyers en 2021, et pourrait frôler les 40 % en 2050 (Statistics Korea, 2022).

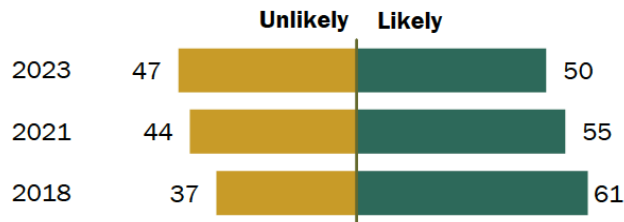
De plus, selon les données de l'ONU, le taux de fécondité mondial est passé d'environ 5 enfants par femme au début des années 1950 à 2,3 enfants par femme en 2023, soit une baisse de plus de 50 % en soixante-dix ans, et cette tendance semble se poursuivre puisque dans les pays de l'OCDE, la part d'adultes de 25-54 ans sans conjoint·e (ni marié·e, ni cohabitant·e) est passée de 29 % en 1990 à 38 % en 2019, et une étude de Jennifer Watling Neal (Michigan State University) montre qu'aux états-unis, la part de non-parents de moins de 50 ans « qui ne veulent jamais d'enfants » est à 47% en 2023.

---

<sup>24</sup> souvent noté SPM, ce terme désigne l'ensemble des symptômes survenant durant la phase lutéale du cycle menstruel.

## Growing share of adults under 50 say they're unlikely to ever have kids

Among adults ages 18 to 49 who don't have children, % saying they are \_\_\_\_ to have children in the future



*Pew Research Center, 2023.*

Cette progression marquée du célibat et de la volonté *childfree*<sup>25</sup> souligne une demande croissante pour des habitats ultra-personnalisés, adaptés à des modes de vie individuels sans compromis entre cohabitants. On notera également que, bien qu'un tel habitat puisse se révéler assez coûteux, le célibat et la volonté de rester sans enfant sont deux à cinq fois plus fréquents dans les sociétés occidentales et asiatiques développées que dans les pays en développement. Cette divergence crée un marché plus favorable aux logements hyper-personnalisés dans les régions à haut revenu, où le solo living et le mode de vie *childfree* sont déjà bien implantés.

### 1.2.4. Exemples concrets de logements réactifs

Plusieurs projets illustrent l'application pratique des principes d'un habitat réactif. Par exemple, des prototypes de maisons intelligentes<sup>26</sup> intègrent des systèmes centralisés qui coordonnent en temps réel l'éclairage, la ventilation et le confort acoustique. Ko [6] présente des modèles prédictifs basés sur l'analyse comportementale<sup>27</sup>, permettant d'anticiper l'usage de l'espace à partir de données historiques des occupants. Ces systèmes ajustent automatiquement les paramètres environnementaux pour offrir des conditions optimisées en fonction des activités et des états émotionnels.

De plus, l'intégration de l'informatique affective<sup>28</sup> permet de mesurer les réponses émotionnelles à travers divers capteurs, et d'ajuster l'ambiance générale en conséquence.

<sup>25</sup> anglais pour "sans enfants".

<sup>26</sup> maison où chaque dispositif (éclairage, chauffage, systèmes de sécurité etc.) communique et se coordonne de manière autonome via l'Internet des objets (IoT).

<sup>27</sup> méthode consistant à observer et interpréter les comportements des individus.

<sup>28</sup> étude et développement de systèmes et d'appareils ayant les capacités de reconnaître, d'exprimer, de synthétiser et modéliser les émotions humaines.

Merabet et Essaïdi [11] démontrent ainsi comment des algorithmes d'IA peuvent être exploités pour réguler le confort thermique et énergétique, transformant l'habitat en un espace dynamique adapté aux besoins du moment. Cette technologie offre un potentiel intéressant pour passer d'un environnement statique à un environnement modulable et réactif.

Les premières démonstrations du modèle de confort adaptatif montrent qu'une température intérieure fixe ne saurait satisfaire durablement les occupants, et qu'au contraire l'idéal suit la moyenne extérieure récente à raison de  $0,3^{\circ}\text{C}$  par degré de changement climatique, et dépend également du contrôle perçu (fenêtre ouvrante, ventilateur, etc) [27]. Cette « zone de confort adaptatif » devient dès 2004 le cœur de la norme ASHRAE 55.<sup>29</sup>

Puis des études dans les années suivantes compilant plus de 100 études montrent que de nombreux critères, tels que l'humidité, le  $\text{CO}_2$ , l'éclairage et le bruit, influencent directement performance cognitive et humeur, et doivent également être modulés pour moduler le bien-être de l'utilisateur [28].

On déduit de ces études 5 grands critères environnementaux à moduler qui sont la lumière, la température, la qualité de l'air, l'acoustique et l'olfactif:

- La lumière, qui agit sur notre rythme biologique, notre humeur, notre capacité à nous concentrer et à nous détendre, ainsi que sur la qualité de notre sommeil.
- La température, essentielle au confort thermique, affectant directement notre bien-être corporel, notre vigilance cognitive et la qualité de notre repos.
- La qualité de l'air, incluant la teneur en oxygène, les niveaux de  $\text{CO}_2$ , l'humidité et la présence éventuelle de polluants ou d'allergènes, influence à la fois notre santé physique et nos capacités mentales.
- L'acoustique<sup>30</sup>, qui conditionne fortement notre niveau de stress, notre capacité d'attention et notre sentiment d'intimité.
- L'olfactif<sup>31</sup>, qui impacte directement notre humeur, notre état émotionnel et notre confort global.

La conclusion de ces travaux atteste que des conditions environnementales intérieures fixes se révèlent inefficaces, voire contre-productives, et qu'au contraire c'est la variabilité contrôlée et personnalisée au cas par cas qui maximise le bien-être. En effet, l'environnement intérieur est soumis à des variations constantes tout au long de la journée : changements de luminosité, fluctuations de température, variations de bruit ambiant ou encore modifications liées aux activités spécifiques (travail, repos, interactions sociales).

---

<sup>29</sup> Norme internationale définissant les conditions de confort thermique intérieur (température, humidité, ventilation) pour qu'au moins 80 % des occupants se sentent à l'aise.

<sup>30</sup> l'environnement sonore.

<sup>31</sup> à comprendre ici: les odeurs présentes dans notre environnement.

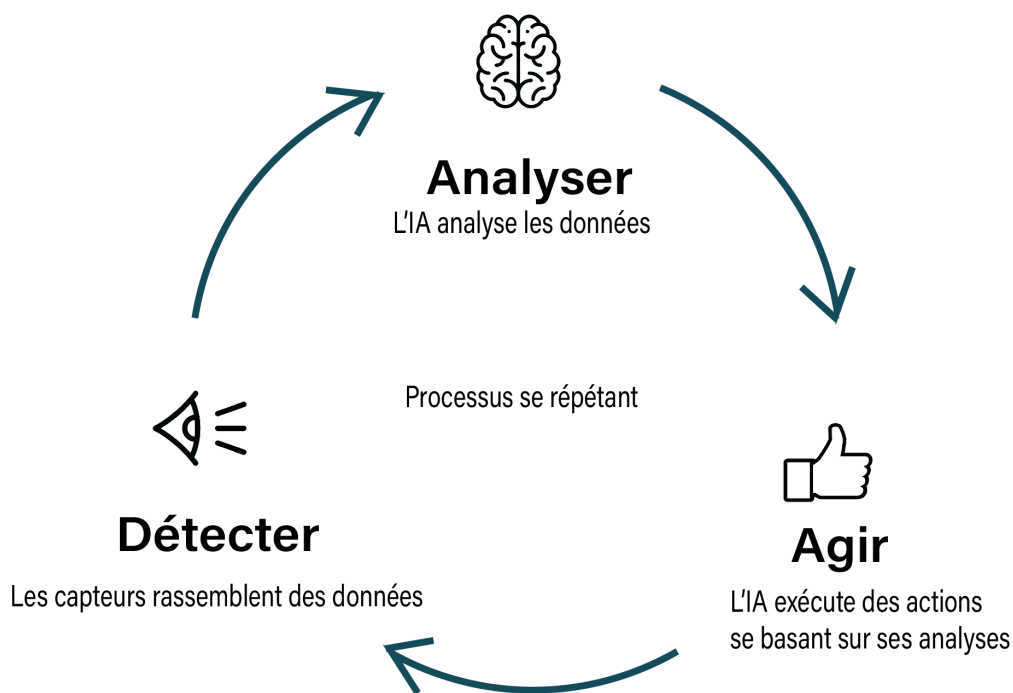
Ces variations influencent directement les processus cognitifs et émotionnels, et une réponse flexible de l'habitat peut contribuer à optimiser le confort et la performance mentale.

### 1.3. Les moyens actuels: l'informatique comme outil

Pour qu'un habitat intelligent puisse s'adapter à son utilisateur, il faut trois couches technologiques:

- des capteurs pour collecter les données
- une intelligence artificielle pour analyser les données collectées
- des actionneurs pour modifier l'environnement en réponse au besoin détecté par l'intelligence artificielle.

C'est le principe du "sense-think-act" généralement traduit en "détecter-analyser-agir", décrite par ce schéma:



*[Image expliquant le lien entre Agir, Détecter et Analyser. Inspiré de Wikipedia](#)*

Présentons donc ces trois couches technologiques.

### 1.3.1. “Détecter”: Les capteurs environnementaux et biométriques<sup>32</sup>

Grâce à la baisse drastique des coûts de capteurs récents, la méta-analyse<sup>33</sup> de Calvo et D’Mello [12] recense plus de 250 travaux de capteurs capables de reconnaître émotions et états cognitifs via la voix, le visage, la variabilité de fréquence cardiaque ou la conductance cutanée<sup>34</sup> avec des précisions laboratoires supérieures à 80 %. Complémentairement, Rashidi et Cook [14] montrent qu’en combinant InfraRouge Passif<sup>35</sup>, contacts de porte et tapis de pression, on identifie 85 à 95 % des activités domestiques. Un système de domotique dans un logement peut donc savoir qui fait quoi, quand, ce qui peut être très utile notamment dans le cadre de surveillance de seniors: avec le scandale des EHPAD<sup>36</sup> lors du Covid-19, cette avancée ferait d’ailleurs sens afin de permettre aux seniors de continuer à vivre chez eux tout en étant surveillés.

Il existe 5 familles de capteurs nécessaires à un habitat émotion-sensible.

#### 1.3.1.1. *Capteurs environnementaux*

Les capteurs environnementaux indispensables dans un tel logement sont les capteurs de lumière, les capteurs thermiques, les capteurs de qualité de l’air et les capteurs acoustiques.

##### ○ *Capteurs de lumière*

Les capteurs de lumière sont répartis en deux familles. Nous avons les luxmètres, ou capteur de luminosité, qui mesurent l’intensité lumineuse (mesurée en lux) avec des photodiodes ou des phototransistor, et les capteurs de température de couleur (CCT sensor) qui mesurent la teinte de la lumière, mesurée en Kelvin, à savoir si la lumière est plutôt chaude ou froide.

##### ○ *Capteurs thermiques*

De même pour les capteurs thermiques, il y a les thermomètres numériques (NTC, PT1000, thermistance) mesurant la température ambiante, puis les hygromètres qui sont des capteurs d’humidité, en mesurant le % d’humidité relative. Un air trop sec ou trop humide

---

<sup>32</sup> relatifs aux données physiologiques ou biologiques mesurables d’un individu (rythme cardiaque, température corporelle, respiration, etc).

<sup>33</sup> méthode statistique consistant à synthétiser et analyser les résultats de plusieurs études scientifiques.

<sup>34</sup> Activité électrique enregistrée à la surface de la peau, reflétant l’activité des glandes de la sudation. Cette activité est importante ici puisqu’elle peut être modulée par les états cognitifs et émotionnels, et constitue donc un indicateur physiologique de la perception de l’individu et de son comportement.

<sup>35</sup> type de capteur utilisé pour détecter la présence ou le mouvement d’objets chauds (comme un être humain) dans son champ de vision.

<sup>36</sup> Établissement d’Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes.

est donc détecté par cet hygromètre, tandis que la température de l'air est mesurée par les thermomètres.

- *Capteurs de qualité de l'air*

Pour les capteurs de qualité de l'air, il y a 4 familles principales.

Les capteurs de CO<sub>2</sub> (NDIR: Non-Dispersive InfraRed) mesurent la concentration de l'air en CO<sub>2</sub> mesurée en ppm<sup>37</sup>.

Viennent ensuite les capteurs VOC (Composés Organiques Volatils) ou "TVOC sensor", qui mesurent la quantité de particules flottantes produisant de produits chimiques présents (bougies, solvants, certains mobiliers neuf). La technologie utilisée est le MOS (Metal Oxide Semiconductor).

Nous avons également les capteurs de particules fines utilisant une technologie de laser infrarouge pour détecter par exemple la fumée dans l'air, la pollution, ou encore la vapeur d'eau issue d'une cuisson.

Enfin, il y a les capteurs d'odeurs qui mesurent l'intensité des odeurs et les seuils olfactifs.

- *Capteurs acoustiques*

Pour cette dernière catégorie, nous avons les microphones d'ambiance non directionnels<sup>38</sup> mesurant le niveau d'intensité sonore en décibels (dB) uniquement, et non le contenu des conversations. En résumé, cela sert uniquement à savoir quand est-ce qu'il y a du bruit, et à quel point. Enfin, les capteurs de vibration ou accéléromètres<sup>39</sup> mesurent les chocs (chute) et vibrations (trafic, voisinage).

### 1.3.1.2. *Capteurs de présence ou d'activité*

Ces capteurs sont fondamentaux pour savoir quoi adapter tout en évitant les caméras.

- *Capteurs InfraRouges Passifs (IRP)*

Ces capteurs détectent les mouvements de sources chaudes et donc également de sources froides par différence. Il ne capte ni les visages ni les formes, mais uniquement des températures.

- *Capteurs ToF (Time-of-Flight)*

Ce capteur émet un faisceau InfraRouge et mesure le temps de retour de ce faisceau. De par cette différence mesurée, il obtient la distance à laquelle se trouvent les objets dans son

---

<sup>37</sup> parties par million

<sup>38</sup> se dit d'un dispositif ou d'un capteur capable de capter un signal indépendamment de son orientation ou de sa provenance spatiale, sans privilégier une direction particulière.

<sup>39</sup> capteur mesurant les accélérations d'un objet ou d'un corps selon un ou plusieurs axes, utilisé notamment pour détecter des mouvements, des postures ou des variations d'activité physique.

champ et donc peut détecter des mouvements, ainsi que savoir si une personne s'allonge, se lève, ou n'est plus dans la pièce.

- *Les tapis de pression ou capteurs piézoélectriques*

Ce sont des capteurs placés au sol afin de détecter les passages et donc la présence dans les pièces.

- *Capteurs de contact*

Ces capteurs sont utilisés pour détecter des ouvertures (de porte, de fenêtres, etc.) en mesurant binairesment un contact entre deux capteurs, contact qui est interrompu lors de l'ouverture puisqu'ils sont placés de part et d'autre de la potentielle ouverture.

### 1.3.1.3. *Capteurs biométriques*

Ces capteurs sont très importants parce qu'ils peuvent subjectivement porter atteinte à la vie privée, et ne doivent donc être activés qu'avec consentement de l'utilisateur. Cependant nous le verrons plus tard, il est possible d'éteindre manuellement ces capteurs au besoin, et de traiter uniquement localement les données émises de ces vidéos prélevées, afin de supprimer les risques de piratage informatique.

Seulement deux grands types de ces capteurs sont utilisés dans ce travail.

- *Capteurs physiologiques*

Pour commencer, il est utile de mesurer la variabilité de la fréquence cardiaque grâce à la photopléthysmographie<sup>40</sup> via des capteurs optiques. Cela peut se faire par un bracelet porté, ou en plaçant un capteur sur un dossier de chaise ou un oreiller par exemple. Existente également les capteurs de conductance cutanée<sup>41</sup> qui mesurent la transpiration (influencée directement par les émotions et notamment le stress et l'anxiété), en plaçant ces capteurs sur des accoudoirs, ou des poignées de porte par exemple.

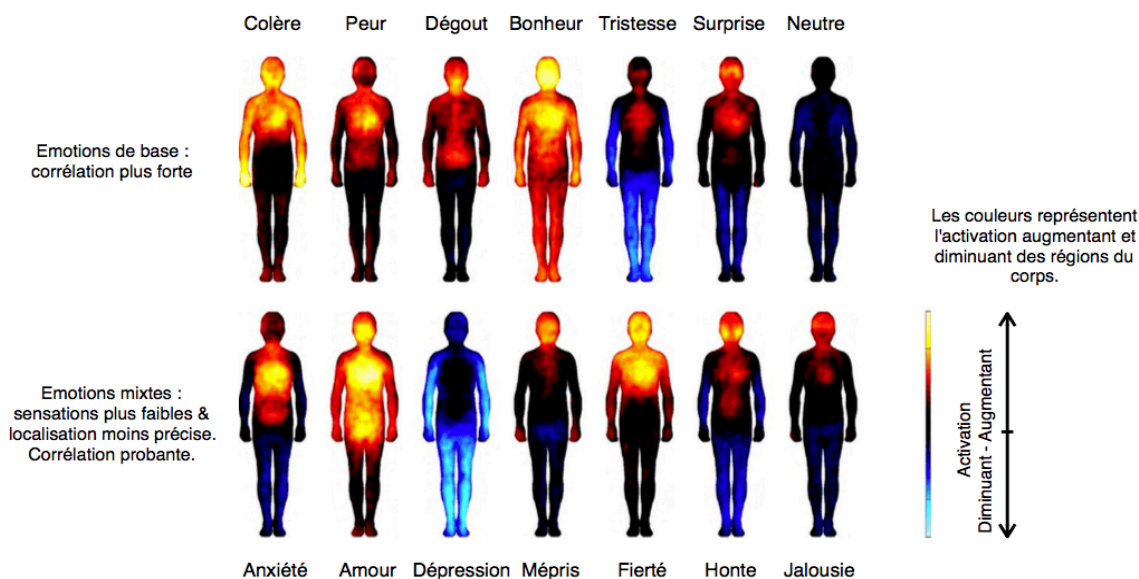
Puis il y a la thermographie<sup>42</sup> cutanée de par une caméra InfraRouge, qui capte la chaleur du corps et notamment du visage. L'utilité est tout comme les capteurs de conductance cutanée, grâce à la corrélation entre émotion et sensation. En effet, une étude de Nummenmaa et al. [36] a créé une cartographie des ressentis émotionnels, en établissant cette corrélation entre émotions et sensations:

---

<sup>40</sup> méthode d'analyse mesurant les variations de flux sanguin dans la peau.

<sup>41</sup> mesure de l'activité électrique à la surface de la peau.

<sup>42</sup> technique permettant d'obtenir une image thermique d'une scène ou d'une personne par analyse des infrarouges.



*Carte corporelle des sensations selon les émotions*

- *Capteurs d'activité cérébrale*

Ces capteurs utilisent une technologie basse résolution (bandeau Muse, Dreem<sup>43</sup>) et mesurent l'activité cérébrale afin de détecter le sommeil, l'état de relaxation, de surcharge mentale, etc. Ce sont des dispositifs à porter sur la tête, et peuvent donc être considérés très intrusifs et gênants à porter.

#### 1.3.1.4. *Capteurs de données comportementales*

Ces capteurs-ci sont ceux utilisés dans l'informatique affective.

- *Caméras*

Que ce soit en utilisant des RGB<sup>44</sup> classiques, des caméras profondeurs (Kinect-like<sup>45</sup>) ou des caméras thermiques, elles servent à reconnaître les activités de l'individu détecté, ou de détecter sa posture (assise, droite, affalée, etc).

- *Microphone directionnel*

<sup>43</sup> Dispositifs portables de type bandeau crânien intégrant des capteurs électrophysiologiques, principalement utilisés pour mesurer l'activité cérébrale, le sommeil ou certains états cognitifs.

<sup>44</sup> Acronyme désignant le modèle colorimétrique Rouge-Vert-Bleu, dans lequel les couleurs sont obtenues par combinaison additive de ces trois composantes lumineuses.

<sup>45</sup> Qualifie un dispositif inspiré du capteur Kinect, combinant généralement une caméra RGB et des capteurs de profondeur afin de détecter des mouvements, des postures ou une présence humaine sans contact direct.

Un tel microphone servirait à non pas détecter le niveau d'intensité sonore mais à analyser la prosodie vocale<sup>46</sup> pour y détecter les émotions et les intentions.

#### 1.3.1.5. *Capteurs des équipements*

On retrouve dans cette dernière partie les capteurs de maison connectée classique comme on l'a vu jusque avant l'arrivée de l'intelligence artificielle dans la domotique.

##### ○ *Capteurs intégrés aux luminaires*

Ces capteurs mesurent la température de couleur des LED<sup>47</sup> afin de pouvoir moduler une couleur plus chaude ou plus froide de la lumière, voir même une couleur d'ambiance (bleu, rose, rouge, etc.), ainsi que l'intensité de lumière. Ces capteurs ont initialement été conçus pour réduire la consommation en permettant de pouvoir réduire l'intensité lorsque besoin (fin de journée par exemple).

##### ○ *Capteurs de chauffage, de ventilation et de climatisation*

Ces capteurs assurent le suivi du fonctionnement des systèmes CVC<sup>48</sup>. Ils mesurent notamment la température de l'air insufflé, la pression dans les conduits et le débit d'air. Ils prennent généralement la forme de petits modules cylindriques ou de sondes insérées directement dans les gaines (pour la température et la pression), ou encore de débitmètres<sup>49</sup> fixés à l'intérieur des conduits pour mesurer la vitesse de l'air.

Certains systèmes intègrent aussi des capteurs d'humidité placés dans les bouches d'extraction, ainsi que des capteurs d'encrassement des filtres situés près des unités de ventilation. Ces données permettent au logement d'ajuster automatiquement la ventilation (par exemple lors d'un pic de CO<sub>2</sub> ou d'humidité) et d'optimiser la régulation thermique selon l'activité des occupants.

##### ○ *Capteurs intégrés aux meubles*

Bien qu'ils soient moins courants, ils peuvent par exemple être intégrés au lit pour mesurer la fréquence respiratoire et les mouvements, ou encore au bureau pour mesurer la posture via un capteur de pression notamment sur le dossier de chaise de bureau, ou bien sur des meubles pour mesurer si certains tiroirs s'ouvrent ou se ferment.

---

<sup>46</sup> Ensemble des caractéristiques non lexicales de la voix, telles que l'intonation, le rythme, l'intensité ou la hauteur, pouvant traduire des états émotionnels ou physiologiques.

<sup>47</sup> Acronyme de *Light Emitting Diode* ; composant électronique émettant de la lumière lorsqu'il est traversé par un courant électrique, utilisé notamment pour l'éclairage ou les signaux lumineux.

<sup>48</sup> Chauffage Ventilation et Climatisation

<sup>49</sup> Capteurs permettant de mesurer le débit d'un fluide (air, eau, etc.) circulant dans un conduit, souvent utilisés pour le contrôle de la ventilation ou des réseaux techniques.

### 1.3.2. “Analyser”: L’informatique affective et l’IA adaptative

Une fois que les données ont été prélevées par les capteurs, il s’agit désormais de les analyser, avant de pouvoir agir. C’est principalement là que viennent les majoritaires innovations puisque bien que les solutions domotiques modernes intègrent de nombreux scénarios basés sur la météo, la localisation et l’apprentissage des habitudes, elles restent majoritairement centrées sur des automatisations programmées ou la détection de présence, sans prendre en compte la subtile variabilité des besoins sensoriels et physiologiques des occupant-es dans le temps.

#### 1.3.2.1. *L’informatique affective*

L’informatique affective, introduite par Picard en 1997 vise à détecter, analyser et interpréter les états émotionnels et physiologiques à l’aide de capteurs biométriques tels que nous venons de les voir et notamment pour le rythme cardiaque, la conductance cutanée ou les micro-expressions, et de dispositifs de suivi comportemental. Ces technologies, enrichies par les travaux de Calvo et D’Mello [12], permettent d’extraire des indicateurs quantifiables de bien-être ou de stress. Les algorithmes de “machine learning”<sup>50</sup> identifient alors des patterns<sup>51</sup> émotionnels afin d’ajuster dynamiquement l’environnement : par exemple, une luminosité modulée, une température réajustée ou une ambiance sonore adaptée en fonction des variations détectées.

Par ailleurs, Pantic [13] montre que l’analyse conjointe des signaux physiologiques<sup>52</sup> et des expressions faciales offre une approche complémentaire pour capter la complexité des émotions humaines. Ce processus d’intégration des données permet à l’IA<sup>53</sup> de proposer des ajustements proactifs, anticipant ainsi les besoins des occupants. Ainsi, l’IA adaptative<sup>54</sup> transforme l’habitat en un espace réactif et personnalisé, capable de répondre aux fluctuations émotionnelles de chaque individu.

---

<sup>50</sup> Sous-domaine de l’intelligence artificielle regroupant des méthodes permettant à un système d’apprendre à partir de données, sans être explicitement programmé pour chaque situation.

<sup>51</sup> anglais pour “motifs récurrents”: ensemble de configurations ou de régularités observables dans des données ou des comportements, permettant d’identifier des structures répétitives ou des tendances significatives.

<sup>52</sup> Données issues du fonctionnement biologique du corps humain, telles que la fréquence cardiaque, la température corporelle, l’activité musculaire ou cérébrale.

<sup>53</sup> Intelligence Artificielle

<sup>54</sup> Système d’intelligence artificielle capable de modifier son comportement ou ses réponses en fonction des données perçues et de l’évolution de son environnement ou de l’utilisateur.

### 1.3.2.2. *Modèles prédictifs comportementaux*

Divers projets démontrent la mise en œuvre concrète de systèmes intelligents dans l'habitat. Par exemple, des prototypes de maisons intelligentes, tels que présentés par Rashidi et al. [14] intègrent des réseaux de capteurs capables de surveiller en continu l'environnement intérieur. Ces systèmes orchestrent automatiquement l'ajustement de l'éclairage, de la ventilation et de l'ambiance sonore, en se basant sur l'activité des occupants et des données comportementales.

En parallèle, des modèles prédictifs issus de l'analyse des interactions et de l'historique des usages, comme ceux décrits par Vinciarelli, Pantic et Bourlard [15], permettent d'anticiper les besoins et d'orchestrer des transitions fluides entre différents états de l'habitat (travail, détente, sommeil). L'intégration de l'informatique affective renforce ces dispositifs en recueillant en temps réel les réactions émotionnelles pour moduler l'environnement de façon précise.

### 1.3.3. *IA de contrôle environnemental*

Les travaux de Merabet et al. [11] montrent que les systèmes de contrôle environnemental basés sur l'IA surpassent les approches traditionnelles, tant en précision d'ajustement qu'en stabilité du confort thermique.

Cependant l'IA dans cette étude ne sert pas à analyser l'individu, mais uniquement un environnement. Un habitat réellement pertinent doit tenir compte de la diversité des modes de vie : nous n'avons ni les mêmes horaires, ni les mêmes rythmes biologiques, ni les mêmes besoins sensoriels. Une adaptation efficace nécessite donc une personnalisation fine, difficile à atteindre si l'utilisateur doit régler manuellement chaque paramètre. De plus, les systèmes complexes génèrent une surcharge cognitive, ce qui est précisément ce que nous voulons éviter, et l'automatisation est donc souvent nécessaire et est efficace pour éviter un effort mental inutile [29].

En plus de demander une bonne maîtrise de l'interface, ajuster soi-même la lumière, la température, la ventilation ou l'acoustique demande du temps et une conscience précise de son propre état physiologique. Ceci n'est pas évident pour les personnes âgées, les enfants, les personnes à mobilité réduite, ni même d'ailleurs pour un adulte en pleine possession de ses capacités. Beaucoup d'états internes sont d'ailleurs difficiles à identifier consciemment: par exemple nous ne percevons pas toujours que notre rythme cardiaque ou notre température corporelle sont trop élevés pour favoriser l'endormissement, ou que notre

niveau de stress nécessite une pause. Il est d'ailleurs prouvé que l'humain ne détecte pas intuitivement les variations internes ou les signaux faibles<sup>55</sup> (fatigue, surcharge) [30].

C'est donc précisément dans ces situations que l'IA apporte une valeur ajoutée : en analysant automatiquement les signaux environnementaux et physiologiques, elle peut ajuster l'ambiance de manière proactive<sup>56</sup> et continue. Même si ces technologies restent pour beaucoup à un stade expérimental, leurs applications démontrent déjà une capacité à offrir une réponse dynamique, individualisée et évolutive aux besoins quotidiens, améliorant significativement le confort et le bien-être des occupants.

### 1.3.4. "Agir": Les actionneurs

#### 1.3.4.1. *Lumière modulable*

Avec un tel système, il serait possible de contrôler la température de couleur ainsi que son intensité dans le but de s'adapter subtilement aux variations de besoin dans le temps et pour chaque individu. Les conditions idéales selon les différents travaux étudiés sont:

- **Matinée (réveil)** : 5 000 K<sup>57</sup> et 1 000 lux pour stimuler la sécrétion de cortisol, ce qui facilite le réveil et la vigilance [19], [23]. La rétine et le rythme circadien répondent fortement aux contrastes lumineux matinaux, puis s'habituent en quelques minutes, évitant une sur-stimulation continue.
- **Milieu de journée (travail)** : lumière blanche neutre (3 500 K et 500 lux) pour un équilibre entre concentration et confort visuel.
- **Fin d'après-midi (transition)** : gradation progressive (vers 3 000 K et 300 lux) pour amorcer la production de mélatonine<sup>58</sup>, prépare à la détente.
- **Soirée (détente)** : lumière chaude 2 200 K et moins de 100 lux pour favoriser l'endormissement en limitant la suppression de mélatonine.

---

<sup>55</sup> Indices discrets ou peu marqués traduisant des états émergents ou progressifs (fatigue, surcharge cognitive, stress), souvent difficiles à percevoir isolément mais significatifs lorsqu'ils sont analysés conjointement.

<sup>56</sup> Se dit d'un système capable d'anticiper des besoins ou des situations futures et d'agir en amont, sans attendre une demande explicite de l'utilisateur.

<sup>57</sup> Kelvin, unité de température, ici de couleur. Plus K est grand plus la lumière est froide, et inversement.

<sup>58</sup> hormone produite par une glande du cerveau en réponse à l'obscurité, qui régule le rythme veille-sommeil en favorisant l'endormissement et en synchronisant l'horloge circadienne.

### 1.3.4.2. Confort thermique

Pour ce qui est du confort thermique, un système de chauffage intelligent pourrait fonctionner comme en domotique classique, tout en s'adaptant finement au ressenti réel de l'occupant qui varie d'un individu à l'autre, et notamment chez les femmes selon les phases de leur cycle menstruel. Grâce aux capteurs mentionnés précédemment, il devient possible de détecter lorsqu'une personne perçoit une sensation de fraîcheur ou, au contraire, un excès de chaleur qui altère son confort.

Ce type de système peut également anticiper des besoins spécifiques en ajustant la température en fonction de l'activité ou d'un objectif précis. On peut ainsi prévoir des réglages adaptés à différentes situations, telles que :

- **Travail statique et activités calmes** : 19–20 °C, maximisation de la concentration [31].
- **Activité physique légère** : 20–22 °C, confort optimal sans surchauffe.
- **Repos / détente** : 22–24 °C, baisse du tonus musculaire<sup>59</sup>, facilite la relaxation [27].
- **Nuit** : abaissement à 18–19 °C, favorise le sommeil profond en synchronisant le rythme circadien [20]. Bien que cette température paraisse basse, le système thermorégulateur stabilise rapidement la température interne via la vasoconstriction<sup>60</sup> et vasodilatation<sup>61</sup>, réduisant la sensation de froid ou de chaleur après quelques instants.

### 1.3.4.3. Qualité de l'air

Pour ce qui est de l'air, il est possible d'avoir une VMC dynamique<sup>62</sup> ainsi que des purificateurs d'air avec filtres HEPA activés automatiquement. Au delà de la sécurité que garantit un tel système, ce qui est déjà le cas sans l'utilisation de l'intelligence artificielle, il peut être possible de moduler les performances de la VMC pour aider l'individu:

---

<sup>59</sup> État de contraction légère et permanente des muscles au repos, reflétant le niveau de tension musculaire et participant au maintien de la posture et de l'équilibre.

<sup>60</sup> contraction des muscles lisses des parois des vaisseaux sanguins, entraînant un rétrécissement de leur calibre, ce qui limite le flux sanguin et réduit les pertes de chaleur.

<sup>61</sup> Inverse de la vasoconstriction.

<sup>62</sup> Système de Ventilation Mécanique Contrôlée dont les débits d'air sont ajustés en temps réel en fonction de paramètres mesurés (qualité de l'air, humidité, occupation, etc.), afin d'optimiser à la fois le confort intérieur et la performance énergétique.

- **Espaces de travail** : ventilation cyclique poussée toutes les 30 min pour maintenir le  $\text{CO}_2 < 600$  ppm. Nos chémorécepteurs<sup>63</sup> détectent les variations initiales de  $\text{CO}_2$ , améliorant la vigilance, puis le ressenti s'estompe dès que la concentration reste stable (Allen et al., 2016).
- **Moments calmes (lecture, repos)** : flux continu réduit pour ne pas générer de bruits gênants ; filtration renforcée (COV<sup>64</sup>, allergènes).
- **Cuisine** : extraction maximale pendant et 10 min après cuisson pour l'évacuation des particules fines.
- **Soir** : fermeture partielle de la VMC, passage en mode masquage léger pour limiter les bruits de ventilation pour le sommeil.

#### 1.3.4.4. Acoustique

Pour ce qui est de l'acoustique, le masquage sonore ainsi que le réglage du niveau sonore global sont de même des facteurs importants, qui peuvent notamment favoriser la concentration lorsque besoin mais également améliorer la santé mentale en réduisant certains des risques pouvant mener à des dépressions. Cependant il ne s'agit pas de faire un environnement le plus silencieux possible. En effet, l'étude de Aletta et al. [32] a prouvé que la réduction des niveaux sonores de certaines sources ne conduit pas nécessairement à un environnement acoustique de haute qualité, et Sayin et al. [33] nous indique également que des sons ambiants vocaux, qu'ils soient humains ou vocaux, augmentent la perception de présence sociale et peuvent améliorer le sentiment de sécurité. Dans la même lignée, Schafer et al. [34] ont réalisé une étude sur 834 personnes montrant que l'utilisation de musique peut modifier l'état émotionnel ou physiologique, et notamment apaiser le sentiment de solitude.

- **Travail concentré** : Un bruit rose<sup>65</sup> diffusé à faible intensité (40-45 dB(A)<sup>66</sup>) permet de masquer les distractions liées à la parole [35], perturbant fortement la concentration. Ce bruit rose constant, non porteur de sens pour le cerveau humain, est rapidement ignoré par le cerveau par un phénomène d'habituation. En revanche, il réduit la saillance des bruits impulsifs et des voix environnantes, limitant ainsi leur traitement cognitif involontaire et améliorant les conditions de travail concentré.

---

<sup>63</sup> cellules spécialisées capables de détecter des variations chimiques dans l'organisme (pH, gaz comme le  $\text{CO}_2$  ou l' $\text{O}_2$ ) et d'envoyer des signaux nerveux au système nerveux central pour réguler la respiration, la circulation sanguine ou d'autres fonctions physiologiques.

<sup>64</sup> Composés Organiques Volatils : polluants gazeux émis par de nombreux matériaux et produits (peintures, colles, solvants, mobilier), nocifs pour la santé et à filtrer en priorité dans un habitat.

<sup>65</sup> son où les basses fréquences sont plus présentes que les aigües, pour un rendu plus doux et relaxant.

<sup>66</sup> décibel acoustique pondéré. Contrairement au décibel, il prend en compte la sensibilité de l'oreille humaine, étant plus sensible aux fréquences moyennes qu'aux basses et hautes fréquences.

- **Moments sociaux** : paysage sonore « forêt / ruisseau » à 35 dB(A), pour créer une ambiance apaisante et naturelle (facultatif)
- **Sieste / sommeil** : silence quasi complet < 30 dB(A), ou bruit blanc<sup>67</sup> doux 30 dB(A), facilite l'endormissement sans fluctuations brusques de volume.

#### 1.3.4.5. *Olfactif*

Pour terminer, la diffusion olfactive par micro-diffusion contrôlée pourrait permettre selon différentes études de réguler les émotions ainsi que de se synchroniser avec les phases hormonales des femmes:

- **Matinée** : micro-diffusion d'agrumes (0,1 mg/min) » tonicité et humeur positive (Herz, 2009).
- **Après-midi** : pause lavande / camomille (0,05 mg/min) » réduction du stress et prévention de la fatigue mentale.
- **Soirée** : odeurs neutres ou absentes pour éviter la stimulation nocive avant le sommeil.

Tant que l'on reste à de faibles concentrations et sans pics répétés d'odeur (micro-diffusion constante), le cerveau s'habitue très vite (habituation ou «olfactory fatigue<sup>68</sup>»), de sorte que le parfum ambiant cesse d'être perçu consciemment et n'ajoute pas de charge cognitive continue, au contraire. En effet, au bout de quelques minutes d'exposition, les récepteurs et le cortex olfactif réduisent leur réponse à un stimulus constant, et on ne perçoit plus l'odeur malgré sa présence, ce qui crée une sorte de fond neutre. Cette habituation empêche le cerveau de traiter en boucle la même information olfactive, ce qui contraste avec des stimuli changeants (bruits ou lumières variables) qui, eux, sollicitent constamment l'attention.

Ces scénarios dynamiques montrent que, pour chaque paramètre, l'adaptation contextuelle maximise le bien-être, la performance et la santé, alors qu'un réglage statique ne répond qu'à un besoin partiel du quotidien.

---

<sup>67</sup> son dont toutes les fréquences ont la même intensité, utilisé pour masquer les bruits environnants.

<sup>68</sup> adaptation olfactive en anglais, désigne le phénomène par lequel, après une exposition prolongée à une même odeur, les récepteurs olfactifs et le cerveau réduisent leur réponse, si bien qu'on cesse de la percevoir consciemment malgré sa présence.

### 1.3.5. Limites des systèmes actuels

Malgré tout ce que promet de telles innovations, il existe certains freins qui peuvent nuire au système voir le rendre inutile.

#### 1.3.5.1. Limites techniques

Il n'est pas inconnu que chaque nouveauté ait de grandes chances de commettre des erreurs par manque d'expérience. Si par exemple l'IA interprète mal la complexité des émotions humaines et se trompe d'émotion pour un individu donné et qu'elle module l'environnement au contraire de ce dont l'individu aurait besoin, elle risque de lui nuire plutôt que de lui apporter de l'aide. Les principaux défis techniques résident dans le taux de faux positifs (détection erronée d'un état émotionnel) et de faux négatifs (absence de détection d'un état réel).

Type d'erreur	Définition	Exemple dans l'habitat	Conséquence
Faux positif	L'IA détecte un état qui n'existe pas	Le système pense que l'individu est stressé alors qu'il/elle est concentrée	Baisse lumière + bruit rose alors que besoin de se concentrer » agacement
Faux négatif	L'IA ne détecte pas un état réel	L'IA ne détecte pas une insomnie	Pas de filtre lumière bleue, pas de baisse de température » sommeil dégradé

De plus, la précision de l'analyse émotionnelle peut demeurer imparfaite. Comme le soulignent Soleymani et ses collègues [16], la variabilité individuelle et les contextes culturels compliquent l'interprétation des signaux physiologiques et faciaux, ce qui peut conduire à des ajustements inappropriés, au moins lors du temps d'adaptation de "deep-learning" de la machine concernant l'unicité de l'individu analysé, mais potentiellement encore après. D'ailleurs, le principe même du deep-learning est d'apprendre de ses erreurs à partir d'un retour d'expérience. Cela veut dire que l'utilisateur devrait faire part à son intelligence artificielle de ses erreurs le concernant, or il y a de nombreuses situations que même l'individu lui-même ne saurait analyser et comprendre à cause de la complexité du corps humain. En effet, comment pouvons-nous savoir pourquoi l'on fait une insomnie par exemple ? Dans le cas des femmes, le problème est encore plus complexe puisque les potentielles explications sont encore plus nombreuses. Ces erreurs peuvent donc conduire l'habitat à effectuer des ajustements inadéquats, affectant le confort perçu et l'acceptabilité globale du système, et à ne pas pouvoir se rendre compte qu'il se

trompe puisqu'il n'aura pas de retour d'erreur. Il est important de rester conscient de cela, et également du fait que ça peut être dangereux avec les plus fragiles (bébés, personnes âgées).

De plus, cette possibilité croît inversement proportionnellement au nombre de différents capteurs présents. Cela signifie que si le système est incomplet parce qu'un capteur est en panne ou simplement qu'un individu ne souhaite pas utiliser ce type de capteur là, le nombre d'erreurs potentielles croît. Par exemple, un individu faisant une insomnie mais qui ne bouge pas dans son lit et ne possède ni microphone d'ambiance (pour analyser la respiration), ni capteur optique PPG pour mesurer les variations de la fréquence cardiaque, ni capteurs d'activité cérébrale, pourra être détecté comme endormi par les capteurs présents, faute de données suffisantes permettant de discriminer l'état de veille du sommeil. Ce type de situation illustre les limites d'un raisonnement fondé sur des signaux partiels, où l'absence d'information peut être interprétée à tort comme une information en soi.

### *1.3.5.2. Limites psychologiques et d'acceptabilité*

De plus, l'acceptabilité psychologique de ces technologies constitue un enjeu majeur de leur déploiement. La collecte continue de données biométriques, évoquée dès les travaux fondateurs de l'informatique affective par Picard en 1997, peut être perçue comme intrusive, en particulier lorsqu'elle concerne des états émotionnels ou physiologiques intimes. Cette perception alimente des inquiétudes récurrentes liées à la vie privée, à la surveillance domestique et à la perte d'intimité au sein même de l'espace d'habitation.

Dans ce contexte, la transparence des systèmes apparaît comme une condition essentielle à l'instauration d'un climat de confiance, tant sur la nature des données collectées que sur leurs modalités de traitement, de stockage et de sécurisation. L'acceptation d'un habitat adaptatif repose ainsi moins sur ses performances techniques que sur la capacité du dispositif à rendre lisibles ses décisions et à laisser une marge de contrôle explicite à l'utilisateur.

Enfin, se pose la question de l'influence psychologique indirecte de ces systèmes. La capacité d'une intelligence artificielle à moduler l'environnement intérieur de manière continue, dans le but d'influer sur l'humeur ou l'état émotionnel des occupants, peut être interprétée comme une forme de manipulation, même lorsqu'elle est animée d'intentions bienveillantes. Cette ambiguïté nourrit une réticence persistante et souligne la nécessité d'un encadrement clair de l'usage de ces technologies dans l'espace intime du logement.

### 1.3.5.3. *Limites éthiques*

Au-delà des questions d'acceptabilité, ces dispositifs soulèvent des enjeux éthiques plus profonds. Déléguer à un système informatique une part de la régulation émotionnelle et physiologique de l'individu constitue une décision lourde de conséquences, susceptible d'affecter l'autonomie des occupants à court comme à long terme. La capacité d'une intelligence artificielle à ajuster en permanence l'environnement intérieur peut conduire à une forme de dépendance fonctionnelle, dans laquelle l'utilisateur s'habitue à un cadre artificiellement optimisé et perd progressivement sa capacité à identifier et à interpréter ses propres signaux corporels.

Cette dépendance potentielle interroge également le rapport de l'individu à son environnement. L'humain, historiquement adapté à des contextes variables et imparfaitement contrôlés, peut-il réellement s'épanouir dans un espace entièrement régulé ? Rendre un individu dépendant d'un système adaptatif pourrait, paradoxalement, fragiliser sa conscience de soi et l'enfermer dans un cercle de compensation permanente.

Par ailleurs, l'amélioration apparente du bien-être à court terme comporte un risque de masquage de problématiques de santé plus profondes. Par exemple, certaines insomnies peuvent être liées à des carences physiologiques, comme un déficit en magnésium, que le système ne serait pas en mesure de détecter. En ajustant automatiquement les paramètres environnementaux jusqu'à l'endormissement, l'intelligence artificielle pourrait atténuer les symptômes sans permettre l'identification de la cause sous-jacente, retardant ainsi un diagnostic médical nécessaire. À terme, ce type de fonctionnement pourrait contribuer à dissimuler des troubles plus graves, en donnant l'illusion d'une amélioration durable de l'état de santé.

Ces considérations soulignent la nécessité de mettre en place des garde-fous éthiques et réglementaires, afin de limiter les effets pervers d'une automatisation excessive du soin et du bien-être, et de garantir que ces technologies demeurent des outils d'accompagnement plutôt que de substitution au discernement humain et au suivi médical.

## 1.4. Acceptabilité : la question de la vie privée

### 1.4.1. Équilibre entre adaptation automatique et contrôle humain

L'intégration de l'IA dans l'habitat soulève la question de l'équilibre entre adaptation automatique et contrôle humain. D'un côté, l'IA peut être proactive en anticipant les besoins des occupants et en modifiant en temps réel des paramètres tels que l'éclairage, la température ou l'ambiance sonore pour optimiser le confort et le bien-être. Cependant, une automatisation totale risque d'engendrer une perte de contrôle et de responsabilité chez l'utilisateur, créant un déséquilibre entre machine et humain. Il est donc essentiel que l'IA assiste plutôt qu'elle ne décide à la place de l'utilisateur. Des options d'override et des réglages manuels doivent permettre à chacun de rester acteur de son environnement. Ce modèle hybride, combinant automatisation et intervention humaine, garantit une adaptabilité optimale, notamment dans les milieux urbains où la diversité des usages impose une flexibilité constante. Ainsi, le défi consiste à concevoir des habitats intelligents qui maximisent les bénéfices technologiques tout en préservant l'autonomie individuelle.

### 1.4.2. Ethique et vie privée

Les habitats adaptatifs posent d'importants enjeux éthiques, notamment en matière de vie privée et de collecte de données personnelles. Les systèmes intelligents recueillent en continu des informations sensibles sur les comportements, états émotionnels et paramètres physiologiques des occupants. Il est impératif d'instaurer des protocoles rigoureux pour sécuriser ces données et assurer une transparence totale quant à leur utilisation, afin d'éviter toute intrusion excessive dans l'intimité. Par ailleurs, il convient de prévenir une dépendance excessive à l'automatisation, qui pourrait diminuer la capacité d'adaptation autonome des individus. Des cadres réglementaires et éthiques clairs sont donc indispensables pour encadrer ces technologies et garantir qu'elles servent le bien-être sans compromettre les libertés individuelles.

Cependant, malgré les ambitions de cette innovation, reste l'obstacle de la confiance liée à la perception d'intrusion qu'entraînent les nombreux capteurs nécessaires (caméras, microphones, capteurs physiologiques, etc.), à l'heure actuelle où de grandes entreprises s'introduisent dans nos vies privées pour nous voler et revendre nos données.

A juste titre, l'enquête de Zeng et al. (2017) met en évidence que 72 % des utilisateur·rices potentiels craignent la captation vidéo continue, 58 % s'inquiètent d'un enregistrement permanent du son, et 63 % préfèrent que leurs données soient analysées sur place, sans

transiter vers le cloud, afin d'éviter tout stockage centralisé et les risques de piratage ou de revente.

Une solution pour apaiser ces craintes serait déjà de permettre un contrôle simple et visible, tel que des boutons ON/OFF pour les caméras et micros, avec des indicateurs lumineux vert lorsque le capteur est actif, rouge lorsqu'il est coupé. Enfin, il peut être intéressant de permettre un mode "vie privée renforcée" activable n'importe quand, pour ne garder activé que les capteurs "non intrusifs": température, lumière, qualité de l'air par exemple, avec les caméras, micros et capteurs physiologiques qui restent désactivés jusqu'à autorisation explicite.

Pour éviter le rejet de cette avancée technologique, ces mesures de base peuvent potentiellement suffire. C'est ce dont le questionnaire réalisé par la suite nous donnera une première idée, bien que l'échantillon soit très restreint.

## 1.5. Positionnement de la recherche

Entre confort adaptatif, IA émotionnelle et spécificités féminines, il existe donc un vide, puisqu'aucun travail ne documente précisément l'acceptabilité d'un habitat émotion-sensible: on ignore si les occupant-es désirent réellement ces fonctions avancées et sous quelles conditions (contrôle, vie privée, coût).

Le présent travail vise à combler ce manque en évaluant, par questionnaire croisé et analyse mixte (quantitative et qualitative), l'acceptabilité sociale d'un tel logement qui :

- régule en temps réel lumière, température, bruit et qualité de l'air
- s'adapte à l'activité et à l'état émotionnel détecté
- intègre les variations physiologiques féminines liées aux cycles menstruels

Les conclusions aideront à définir des lignes directrices pour des habitats intelligents allant plus loin que ce qui existe actuellement, en proposant un premier éclairage sur le potentiel de ce marché, et en identifiant les profils les plus susceptibles d'adopter un logement intelligent et adaptatif.

### 1.5.1. Perspectives d'avenir

Les perspectives d'avenir pour les habitats ultra-adaptatifs en milieu urbain sont particulièrement prometteuses. Face à la densification urbaine et aux défis liés à la qualité de vie, l'intégration d'IA avancées, de technologies d'informatique affective et de systèmes modulaires ouvre la voie à des environnements de vie dynamiques et personnalisés. Ces habitats, capables d'ajuster en continu leurs paramètres pour répondre aux besoins variés des occupants, offrent un potentiel réel pour améliorer le confort, la productivité et la santé mentale. En s'appuyant sur des retours d'expérience concrets et des expérimentations en conditions réelles, ce travail démontre que l'adaptation intelligente ne se limite pas à des contextes extrêmes, mais s'inscrit dans une évolution naturelle vers des milieux urbains plus flexibles et inclusifs. La synergie entre technologie et dimension humaine permettra de transformer durablement nos espaces de vie, en les rendant véritablement adaptés à tous.

### 1.5.2. Contexte du réchauffement climatique

Cependant, on prend aujourd'hui peu à peu conscience de l'impact de l'IA sur la planète en terme de pollution, et cela est sans compter les dépenses énergétiques induites par ce que je propose ainsi que les dépenses en ressources pour mettre au point les technologies et dispositifs nécessaires au bon fonctionnement d'un tel système. Par exemple, avoir des lumières qui s'adaptent en température et en intensité demande bien plus de travail et de ressources qu'une lampe standard avec un interrupteur ON/OFF.

Je pense qu'il est nécessaire à l'heure d'aujourd'hui de réfléchir à des innovations plus douces en terme d'impact carbone, puisque si nous utilisons à plein pot l'IA dans tous les domaines d'expertise, le réchauffement climatique ne risque pas de s'améliorer et nous encourageons de plus graves dangers encore qu'actuellement. Il faudrait alors revoir mon travail pour modifier ce qui serait trop énergivore, ou bien sélectionner uniquement ce qui n'est pas énergivore.





## 2. Problématique

L'intégration des besoins physiologiques et émotionnels, notamment féminins, dans la conception d'habitats intelligents relève-t-elle d'une réelle nécessité sociale justifiant un coût supplémentaire, ou d'une sur-technologisation du confort ?



### 3. Hypothèses

Pour ce mémoire, les hypothèses principales sont:

(H1) Les hommes perçoivent majoritairement l'habitat adaptatif comme une innovation intéressante mais non essentielle, davantage associée à un confort de luxe, tandis qu'un nombre significatif de femmes y verront une solution concrète pour améliorer leur bien-être quotidien, notamment en lien avec leurs variations hormonales.

(H2) Les différences biologiques et hormonales entre les sexes entraîneront une divergence significative dans la perception et l'acceptation de ces technologies, les femmes exprimant un besoin d'adaptation plus marqué que les hommes, notamment en phase lutéale<sup>69</sup>.

(H3) Il existe une insatisfaction fréquente vis-à-vis des paramètres intérieurs de base actuels (lumière, température, acoustique, qualité de l'air) et une attente de plus en plus stricte quant à l'automatisation personnalisée, à cause de l'apparition de l'intelligence artificielle.

(H4) Le niveau d'acceptabilité d'un habitat émotion-sensible dépend principalement du degré de contrôle perçu sur les réglages, et de la garantie de traitement local des données.

---

<sup>69</sup> deuxième phase du cycle menstruel, donc le moment entre l'ovulation et les règles.



## 4. Méthode de recherche et d'analyse des résultats

Ce mémoire s'appuie sur une approche méthodologique mixte, combinant une analyse théorique et une étude menée auprès d'une population, afin d'explorer le potentiel d'un habitat intelligent et réactif capable de s'adapter en temps réel aux besoins de ses occupant-es. Le questionnaire débute par des questions personnelles et générales, destinées à contextualiser les réponses, à caractériser l'échantillon et à faciliter l'entrée progressive des répondant-es dans le sujet.

### 4.1. Diffusion d'un questionnaire

Un questionnaire destiné aux ressortissants français sans autre condition a été mis au point en novembre 2025, et diffusé du 5 décembre 2025 au 21 décembre 2025. La majorité des questions sont facultatives afin que les répondants répondent de leur plein gré, et aient l'occasion de ne pas répondre à une ou plusieurs questions s'ils n'en ont pas envie.

Le questionnaire est disponible à : <https://forms.gle/7dFcy81duFvBdB717>. Il est également consultable en annexe 9.1.

Il a été diffusé de par les réseaux sociaux sur LinkedIn, différents groupes WhatsApp majoritairement d'étudiants de l'ENSAPLV ainsi qu'en privé à de nombreux proches de tous âges, Facebook sur des groupes scientifiques et d'entraide ("Groupe des Scientifiques", "Mémoire fin d'étude / Rapport de stage", "Entraide à Cachan - Vivons bien ensemble", "Projet de fin d'étude-mémoires/thèses", "Rédaction TFE/Mémoire, Analyses de données, Questionnaire", "Info\_Mémoire"), Instagram, ainsi que par mail à des membres de l'administration d'écoles d'ingénieur ainsi qu'à d'anciens maîtres de stages et collègues de stage.

Le questionnaire contient 28 questions dont 3 sont exclusivement réservées aux femmes puisque traitent des cycles menstruels, de différents types:

- Des questions sociodémographiques, aussi appelées de caractérisation, visant à caractériser l'échantillon. Les réponses sont fermées et prédéfinies, et sont celles servant à définir notamment l'âge, ou la situation actuelle (étudiant, actif, etc).
- Des questions fermées à choix multiples permettant d'identifier des situations telles que les inconforts fréquents (allergies, anxiété, etc).
- Des questions sous forme d'échelle Likert:



*source: shutterstock.com*

Une échelle Likert désigne une échelle de mesure ordinales<sup>70</sup> pour évaluer l'intensité d'un accord, d'un ressenti ou d'une perception vis à vis d'une affirmation ou d'une question. Elle se présente sous la forme d'un score allant de 1 à 5, avec par exemple 1 correspondant à "Pas du tout" et 5 "Beaucoup".

- Des questions ouvertes, avec libre choix de réponse sous forme écrite.

L'ensemble des réponses anonymisées est conservé par l'auteure et peut être communiqué sur demande à des fins de vérification méthodologique.

---

<sup>70</sup> qui mesure l'ordre ou le rang.

## 4.2. Analyse statistique quantitative

Le questionnaire étant structuré en plusieurs blocs thématiques correspondant aux grandes dimensions étudiées, l'analyse des résultats suit cette structure afin de conserver une lecture cohérente entre l'outil de collecte et l'interprétation des données. L'on cherche avec ces résultats à confirmer ou infirmer les hypothèses énoncées précédemment, ainsi que mettre en évidence des tendances, différences et des relations entre certaines variables. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de tests non paramétriques, car les réponses du questionnaire reposent sur des échelles de perception ordinales. Pour cela, six méthodes de calcul statistique permettant d'analyser des jugements subjectifs seront utilisées, à savoir:

La **moyenne**, notée  $m$ , pour décrire une tendance générale. En effet, la moyenne correspond à la valeur centrale des réponses. Utilisée sur les questions sous forme d'échelle de Likert, elle donne une indication simple de la position générale des répondant-es sur une question donnée, soit s'ils sont globalement favorables, défavorables ou neutres. Cependant, il faut rester prudent dans l'interprétation de moyennes puisque son usage ne permet pas de tirer des conclusions.

L'**écart-type**, noté  $\sigma$ , afin de rendre compte de l'hétérogénéité des perceptions, en mesurant à quel point les réponses sont dispersées autour de la moyenne [40]. Avec un écart-type faible, nous avons des réponses regroupées autour de la moyenne, et au contraire un écart-type élevé indique que les réponses sont très étalées, ou "hétérogènes".

La formule de l'écart type est  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ , où  $n$  est la taille de l'échantillon,  $x_i$  la valeur du  $i$ -ème résultat et  $\bar{x}$  la moyenne. Pour l'écart-type, on a usuellement les valeurs types:

- $\sigma < 0,5$  : réponses très homogènes
- $0,5 \leq \sigma < 0,8$  : hétérogénéité modérée
- $\sigma \geq 0,8$  : réponses dispersées
- $\sigma \geq 1$  : réponses très contrastées

La **corrélation de Spearman**, dont le coefficient est noté  $\rho$ , afin d'explorer l'existence d'un lien entre deux variables, en évaluant si elles tendent à évoluer dans le même sens ou non, sans supposer de relation causale [37]. Contrairement aux méthodes paramétriques, elle ne s'appuie pas sur les valeurs exactes des réponses mais sur leur position relative au sein de l'échantillon. Elle permet ainsi de déterminer si, de manière générale, les répondant-es se

situant à des niveaux élevés sur une variable tendent également à se situer à des niveaux élevés (ou faibles) sur une autre. Ce choix méthodologique est justifié par la nature des données recueillies, principalement issues d'échelles ordinales de type Likert et de variables exprimées par classes, ainsi que par l'objectif exploratoire de l'étude. Le coefficient  $\rho$  est compris entre  $-1$  et  $1$  où  $|\rho| = 1$  désigne une corrélation parfaite, avec:

- $\rho = 0$  : corrélation nulle
- $|\rho| < 0.1$  : l'on peut considérer que nous n'avons pas de corrélation
- $0.1 \leq |\rho| < 0.3$  : faible corrélation
- $0.3 \leq |\rho| < 0.5$  : corrélation moyenne
- $0.5 \leq |\rho| < 0.7$  : corrélation élevée
- $0.7 \leq |\rho| < 1$  : corrélation très élevée

$|\rho|$  désigne la valeur absolue de  $\rho$ . Ces calculs, longs et fastidieux, seront réalisés par [Mathcracker.com](http://Mathcracker.com)

Le **test U de Mann-Whitney** permet de comparer deux groupes indépendants (par exemple hommes et femmes) lorsque les données sont ordinales [38]. Contrairement à Spearman, ce test ne sert pas à analyser si deux variables évoluent proportionnellement, mais à analyser si deux groupes sont significativement différents dans leurs réponses à une question. Il est adapté aux données subjectives et ne suppose pas de distribution particulière. On peut interpréter les résultats de ce test avec la taille d'effet, notée  $r$ , qui permet d'estimer l'ampleur concrète de la différence ou d'un lien, et elle est de  $r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$ , où  $Z$  est l'écart entre les deux groupes et  $N$  est le nombre total de répondant-es comparé-es dans le test. On a les valeurs types:

- $r < 0.10$  : effet négligeable
- $0.10 \leq r < 0.30$  : effet faible
- $0.30 \leq r < 0.50$  : effet modéré
- $r \geq 0.50$  : effet fort

Le **test de Kruskal-Wallis**, qui est l'extension du test de Mann-Whitney à trois groupes ou plus. Ce test est compliqué et nécessite un calculateur tel que le logiciel IBM SPSS ou bien Python, cependant la méthode est consultable dans le document [39]. La taille d'effet pour ce test est notée  $\varepsilon^2$  et l'on a les valeurs types:

- $\varepsilon^2 < 0.01$  : effet négligeable
- $0.01 \leq \varepsilon^2 < 0.06$  : effet faible
- $0.06 \leq \varepsilon^2 < 0.14$  : effet modéré
- $\varepsilon^2 \geq 0.14$  : effet fort

Ces statistiques servent à pouvoir interpréter clairement les résultats du questionnaire, afin de pouvoir poser des conclusions fiables selon des tests statistiques renommés.

### 4.3. Analyse qualitative

Analyse des réponses aux questions ouvertes : identification des thèmes redondants et quantification de leur fréquence, suggestions et axes d'amélioration priorités pour un tel système. Une illustration de type nuage de mots sera réalisée à l'aide de [nuagedemots.fr](http://nuagedemots.fr)



## 5. Interprétation des résultats

Sur les 132 réponses recueillies via le questionnaire, 131 ont été jugées exploitables et sont retenues pour l'analyse des résultats. Cette partie vise à interpréter les données collectées afin d'évaluer l'acceptabilité d'un habitat adaptatif et émotion-sensible, ainsi que d'identifier les profils les plus susceptibles d'y adhérer.

L'analyse s'appuie sur une approche mixte, combinant des méthodes quantitatives et qualitatives. Les traitements statistiques permettent d'examiner les tendances générales, les écarts entre groupes (notamment selon le genre et la nationalité), ainsi que les relations entre certaines variables clés telles que le confort perçu, l'intérêt pour l'automatisation ou les préoccupations liées à la vie privée. En complément, les réponses ouvertes apportent un éclairage qualitatif sur les attentes, les freins et les conditions d'acceptation exprimées par les participant·es.

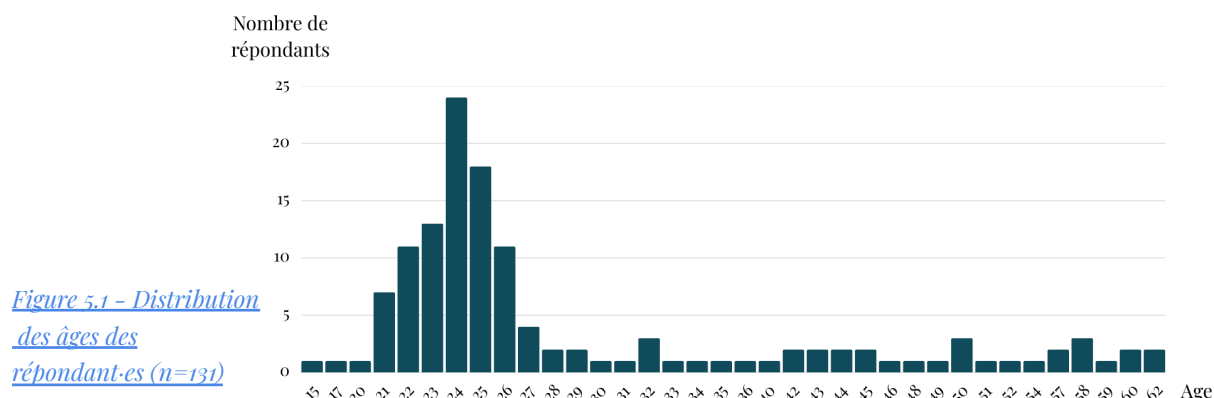
L'ensemble des données brutes issues du questionnaire est présenté en annexes. Les analyses développées ci-après ont pour objectif de déterminer s'il existe, au sein de l'échantillon, des profils d'utilisateurs particulièrement réceptifs à ce type de technologie, et d'identifier les leviers prioritaires pour une conception de logements intelligents centrée sur les besoins réels des habitant·es.

### 5.1. Présentation de l'échantillon

#### 5.1.1. Caractéristiques sociodémographiques des répondant·es

L'échantillon analysé est composé de 131 répondant·es ( $n = 131$ ). La répartition par genre est relativement équilibrée, avec 46,2 % d'hommes et 53,8 % de femmes.

Les âges des participant·es s'étendent de 15 à 62 ans. La distribution est toutefois marquée par une forte concentration de jeunes adultes : la tranche des 21–26 ans regroupe 83 répondant·es, soit plus de 63 % de l'échantillon (figure 5.1). Cette surreprésentation s'explique notamment par les canaux de diffusion du questionnaire, majoritairement orientés vers un public étudiant et jeune actif.



Concernant la situation professionnelle, la majorité des répondant-es sont soit salarié-es à horaires classiques (55 personnes, soit 41,7 %), soit étudiant-es (49 personnes, soit 37,1 %). Les autres catégories (saliariat à horaires atypiques, télétravail majoritaire, auto-entrepreneuriat, chômage ou retraite) sont présentes de manière plus marginale (figure 5.2).

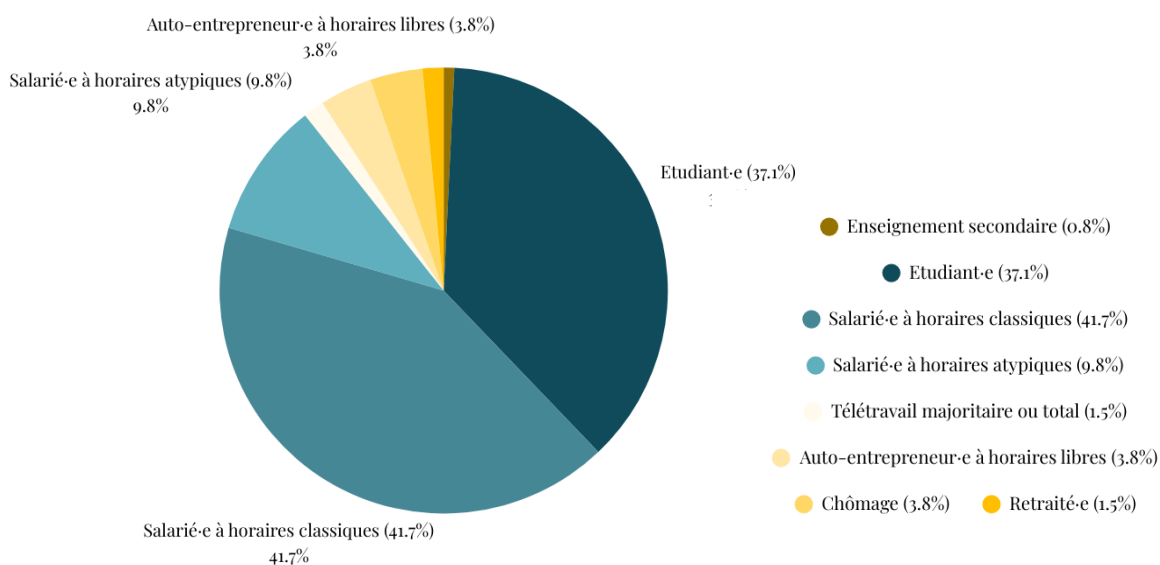
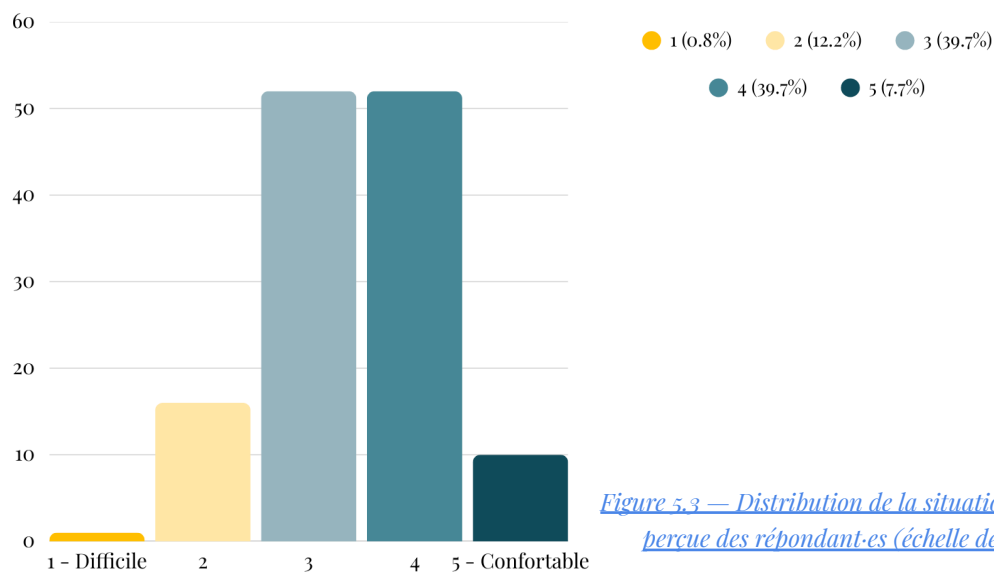


Figure 5.2 — Répartition des situations professionnelles des répondant-es

Enfin, la situation financière perçue des répondant-es a été évaluée à l'aide d'une échelle de Likert en cinq points, allant de 1 (« difficile ») à 5 (« confortable »). Une large majorité de l'échantillon (104 répondant-es) se situe aux niveaux intermédiaires 3 et 4, traduisant une situation financière jugée globalement stable (figure 5.3). Cette distribution suggère un échantillon majoritairement composé de personnes ne se percevant ni en difficulté financière marquée, ni dans une situation de confort élevé.



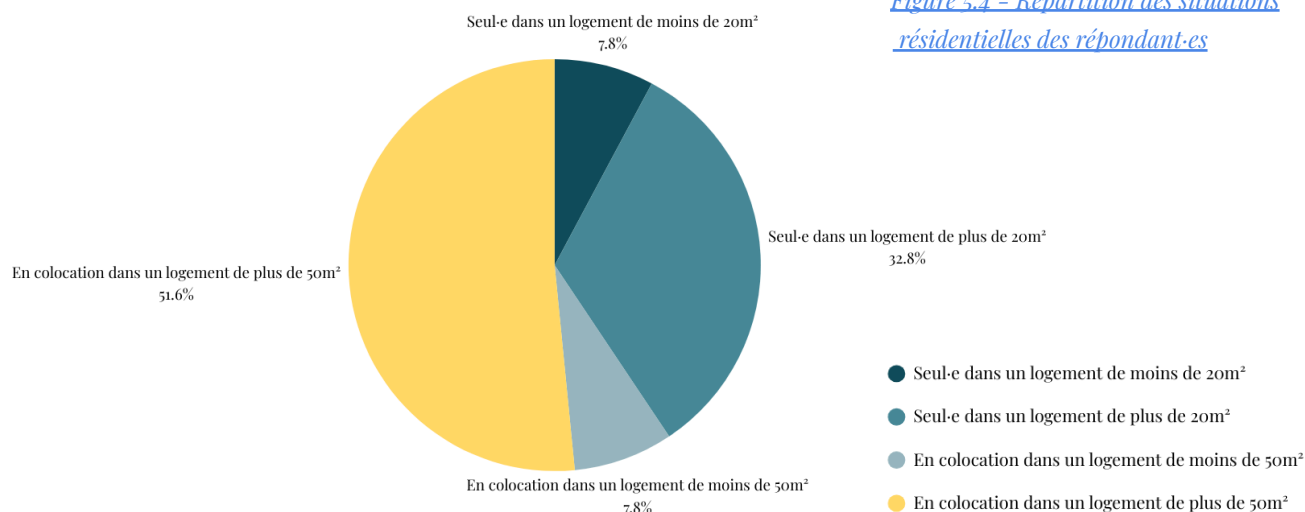
*Figure 5.3 — Distribution de la situation financière perçue des répondant-es (échelle de 1 à 5)*

### 5.1.2. Contexte résidentiel et critères d'évaluation du logement

Cette sous-partie vise à dresser un état des lieux du contexte résidentiel des répondant-es, ainsi qu'à identifier les critères qu'ils et elles jugent importants dans l'évaluation et le choix de leur logement actuel. Ces éléments permettent de contextualiser les résultats analysés par la suite, notamment en matière de confort perçu et de capacité d'adaptation du logement.

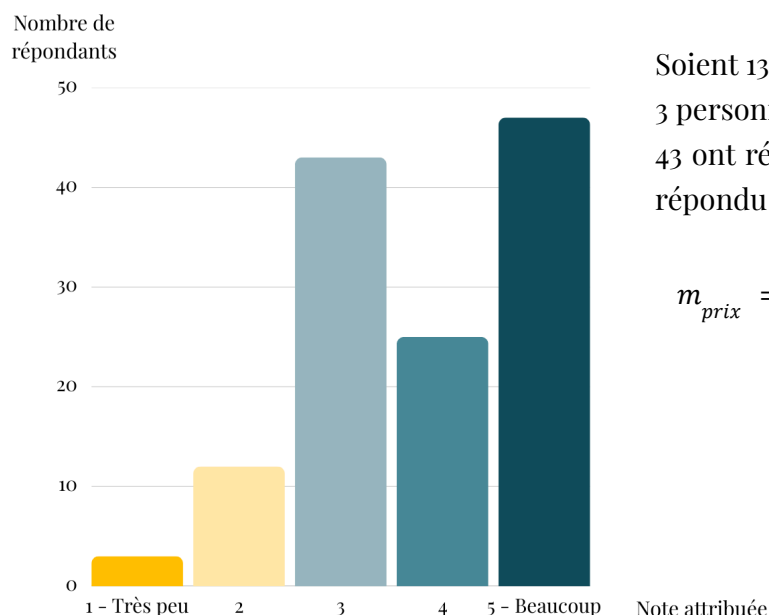
Concernant le type d'occupation et la surface du logement, une majorité des répondant-es vivent en colocation dans un logement de plus de 50 m<sup>2</sup> (51,6 %), suivis des personnes vivant seules dans un logement de plus de 20 m<sup>2</sup> (32,8 %). Les situations de logement seul ou en colocation dans des surfaces inférieures à ces seuils restent minoritaires (figure 5.4). Cette répartition met en évidence une prédominance de logements partagés et de surfaces relativement confortables au sein de l'échantillon.

*Figure 5.4 – Répartition des situations résidentielles des répondant-es*



Les répondant-es ont ensuite été invité-es à évaluer, sur une échelle de Likert en cinq points (de 1 « très peu » à 5 « beaucoup »), l'importance de différents critères dans le choix et l'appréciation de leur logement. Pour chaque critère, une moyenne a été calculée à partir des réponses recueillies.

Voici un exemple de la méthode de calcul pour le premier item qui est le prix.



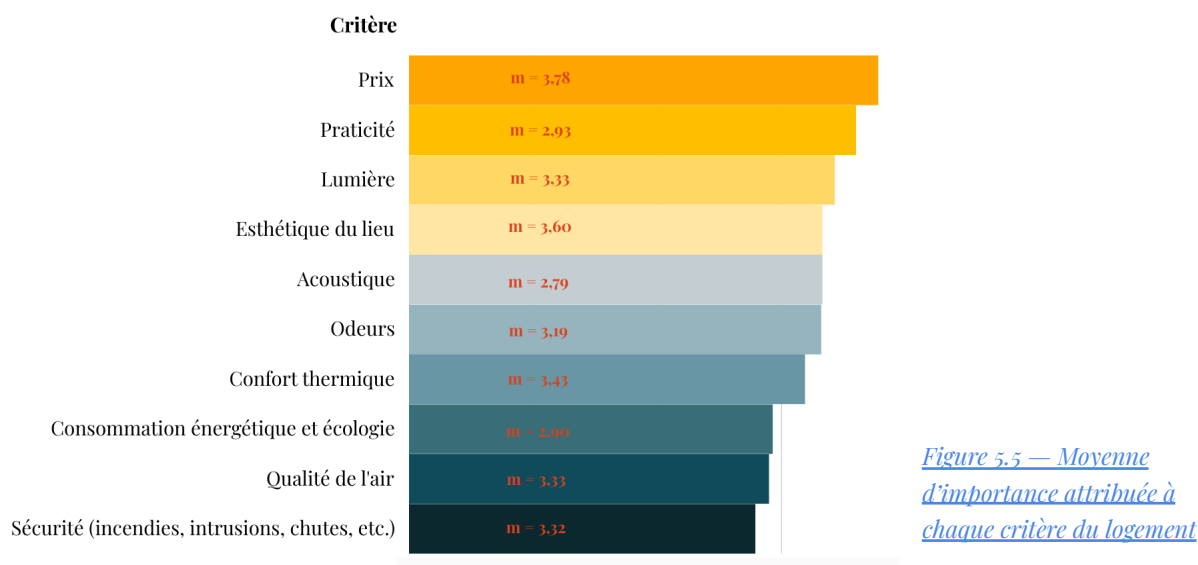
Soient 130 réponses pour ce critère "Prix".

3 personnes ont répondu "1", 12 ont répondu "2", 43 ont répondu "3", 25 ont répondu "4" et 47 ont répondu "5". On obtient donc une moyenne de:

$$m_{\text{prix}} = \frac{3 \times 1 + 12 \times 2 + 43 \times 3 + 25 \times 4 + 47 \times 5}{3 + 12 + 43 + 25 + 47} = 3.78$$

*Figure 5.4.2 – Diagramme du nombre de répondants par note attribuée pour le critère "Prix"*

On fait de même pour chaque critère, et on obtient les notes moyennes:



Les résultats montrent que le prix apparaît comme le critère le plus important ( $m = 3,78$ ), suivi de la praticité du logement ( $m = 3,73$ ) et de l'esthétique du lieu ( $m = 3,60$ ). Les critères liés au confort environnemental, soient lumière ( $m = 3,33$ ), qualité de l'air ( $m = 3,33$ ), confort thermique ( $m = 3,43$ ), acoustique ( $m = 2,79$ ) et odeurs ( $m = 3,19$ ) occupent une place intermédiaire. Enfin, la consommation énergétique et les considérations écologiques ( $m = 3,03$ ), ainsi que la sécurité ( $m = 3,32$ ), apparaissent comme des critères importants mais non prioritaires par rapport aux aspects économiques et fonctionnels (figure 5.5).

Par ailleurs, les répondant-es ont été interrogé-es sur leur ressenti d'inconfort sensoriel dans leur logement actuel, en lien avec la lumière, la température, les odeurs, le bruit ou la qualité de l'air. Sur les 130 réponses obtenues à cette question, la moyenne est de  $m = 2,66$ , indiquant un inconfort perçu modéré mais non négligeable.

Enfin, la capacité perçue des répondant-es à adapter facilement leur logement actuel à leurs besoins a également été évaluée sur une échelle de 1 à 5. La moyenne obtenue ( $m = 3,42$ ) suggère une adaptabilité jugée globalement moyenne, laissant entrevoir une marge d'amélioration potentielle dans la flexibilité et l'ajustement des logements existants.

## 5.2. Une attractivité globale du concept, peu dépendante des caractéristiques individuelles

### 5.2.1. Une utilité perçue élevée du logement adaptatif

Dans un premier temps, il a été demandé explicitement aux répondant-es s'ils et elles trouvaient utile, sur le principe, qu'un logement s'adapte automatiquement aux besoins de ses occupant-es, tels que décrits précédemment (température, qualité de l'air, lumière, odeurs et bruits). L'évaluation a été réalisée à l'aide d'une échelle de Likert en cinq points, où 1 correspond à « pas du tout » et 5 à « beaucoup ». La moyenne obtenue est de  $m = 3,89$ , ce qui traduit une utilité perçue globalement élevée du concept.

Afin d'affiner cette première évaluation, trois scénarios d'usage concrets ont ensuite été présentés aux répondant-es :

- **Scénario A** : Après une journée stressante, l'appartement baisse automatiquement la luminosité, diffuse un parfum relaxant et lance une musique apaisante.
- **Scénario B** : Lors d'une pointe de fatigue détectée via votre montre connectée, le logement ajuste la température et suggère une pause hydratation.
- **Scénario C** : Lorsque je suis en télétravail, le logement diffuse du bruit blanc pour atténuer les nuisances sonores extérieures et ajuste la qualité de l'air pour optimiser ma concentration.

Il leur a été demandé s'ils trouvaient chacun de ces scénarios utile. Les moyennes obtenues sont de:

$$m_A = 3,22$$

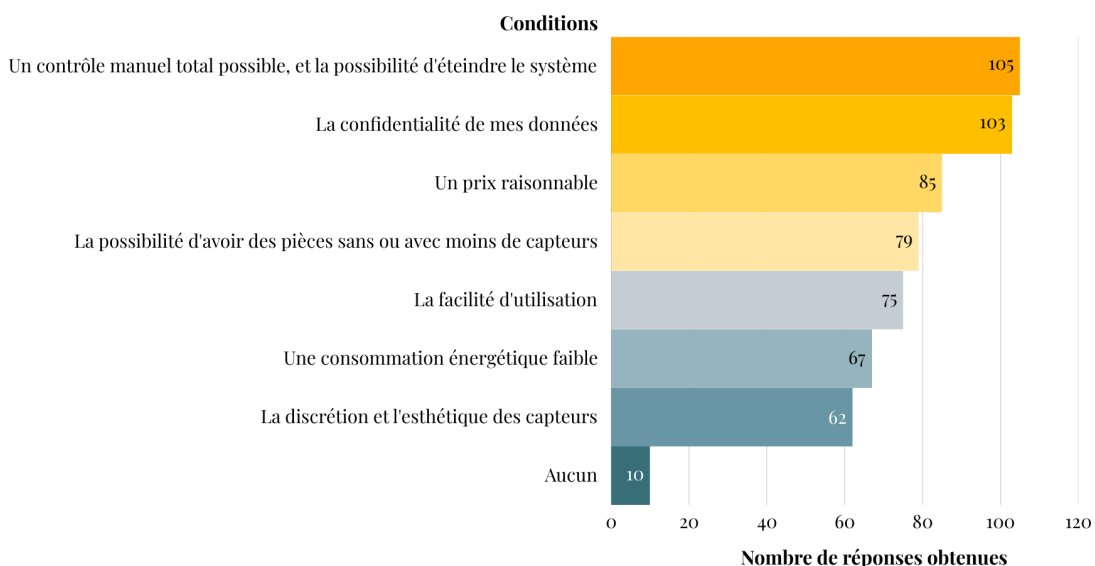
$$m_B = 3,21$$

$$m_C = 3,44$$

Ces résultats montrent que, bien que l'utilité globale du concept soit jugée élevée, les scénarios concrets suscitent une adhésion plus modérée. Parmi eux, le scénario C, lié au télétravail et à l'optimisation des conditions de concentration, apparaît comme le plus pertinent aux yeux des répondant-es. À l'inverse, les scénarios A et B, davantage centrés sur des réponses émotionnelles ou physiologiques ponctuelles, sont perçus comme légèrement moins utiles. Cet écart suggère que les usages liés à des situations fonctionnelles et récurrentes du quotidien sont plus facilement identifiés comme utiles que ceux relevant du bien-être émotionnel ou de la prévention.

Enfin, les répondant-es ont été interrogé-es sur les conditions qui rendraient un tel système acceptable pour eux et elles, à partir d'une liste de propositions prédéfinies, avec la possibilité d'ajouter une réponse libre.

#### Question 26



*Figure 5.6 — Conditions d'acceptabilité du système d'habitat adaptatif (nombre de réponses)*

Les résultats montrent que les conditions les plus fréquemment citées sont la possibilité d'un contrôle manuel total du système (105 réponses), la confidentialité des données personnelles (103 réponses) et un prix jugé raisonnable (85 réponses).

D'autres critères, tels que la possibilité de limiter le nombre de capteurs dans certaines pièces (79 réponses), la facilité d'utilisation (75 réponses), une consommation énergétique faible (67 réponses) ou encore la discrétion et l'esthétique des capteurs (62 réponses), apparaissent également comme des facteurs importants d'acceptabilité.

À noter que 10 répondant-es ont sélectionné la réponse « Aucun », indiquant que le concept ne leur semble acceptable sous aucune condition. Cela représente 7,6 % de l'échantillon, constituant ainsi un premier repère quant à la proportion de personnes manifestement réfractaires à ce type de technologie. Une seule réponse libre a été ajoutée, précisant que le logement devrait être capable de faire la différence entre la présence de son ou sa propriétaire et celle d'invité-es, soulignant ainsi l'importance d'une adaptation contextuelle fine du système.

### 5.2.2. Absence de corrélation entre l'âge et l'utilité perçue

L'objectif de cette sous-partie est d'examiner s'il existe une relation entre l'âge des répondant-es et l'utilité perçue du concept de logement adaptatif. Pour cela, une corrélation a été recherchée à l'aide du coefficient de Spearman, méthode détaillée précédemment dans la partie consacrée à la méthodologie d'analyse des résultats. Ce test permet d'évaluer l'existence d'un lien monotone entre deux variables ordinales ou non normalement distribuées, sans supposer de relation causale.

Le calcul du coefficient de corrélation de Spearman (détaillé en annexe 8.2) entre l'âge des répondant-es et leur évaluation de l'utilité perçue du concept conduit à un coefficient de  $\rho = -0,076$ . Conformément aux seuils définis précédemment, une valeur absolue inférieure à 0,1 indique l'absence de corrélation significative.

Ces résultats suggèrent donc qu'au sein de l'échantillon étudié, l'âge n'influence pas de manière notable l'utilité perçue du concept de logement adaptatif. L'intérêt pour ce type de technologie ne semble ainsi pas spécifiquement lié à une tranche d'âge particulière.

### 5.2.3. Influence du rythme de vie professionnel

Cette sous-partie vise à examiner l'influence du rythme de vie professionnel sur l'utilité perçue du concept de logement adaptatif. En raison de la taille réduite de certains sous-groupes (enseignement secondaire, télétravail majoritaire ou total, auto-entrepreneuriat, chômage et retraite), ceux-ci n'ont pas été retenus pour l'analyse, leurs effectifs n'étant pas suffisants pour permettre des comparaisons statistiquement pertinentes.

L'analyse porte ainsi sur trois groupes principaux : les étudiant-es, les salarié-es à horaires classiques et les salarié-es à horaires atypiques<sup>71</sup>.

Dans un premier temps, une comparaison descriptive des moyennes de réponses à la question portant sur l'utilité perçue du concept montre des différences notables entre ces groupes. La moyenne est de 3,30 pour les salarié-es à horaires classiques, de 3,57 pour les étudiant-es, et de 4,38 pour les salarié-es à horaires atypiques. Ces résultats suggèrent une utilité perçue plus élevée chez les personnes soumises à des rythmes de vie professionnels contraignants ou décalés.

---

<sup>71</sup> sont considérés comme salariés à horaires atypiques ceux travaillant au moins la majorité de leur temps hors des horaires 9h-17h.

Afin de déterminer si ces écarts sont statistiquement significatifs, une analyse complémentaire a été menée en comparant spécifiquement le groupe des salarié-es à horaires atypiques à l'ensemble des autres répondant-es (étudiant-es et salarié-es à horaires classiques). Un test de Mann-Whitney a été privilégié, compte tenu de la nature des données et de la taille des échantillons. Les résultats indiquent une différence non significative au seuil conventionnel de 5 %, associée à une taille d'effet faible ( $r \approx 0,16$ ).

Bien que les salarié-es à horaires atypiques présentent des scores d'utilité perçue globalement plus élevés, cette différence ne permet pas de rejeter l'hypothèse nulle. Cette absence de significativité statistique peut s'expliquer à la fois par la taille limitée de l'échantillon du groupe concerné et par la dispersion importante des réponses observée dans les autres catégories.

Néanmoins, la tendance observée suggère que les contraintes liées à des horaires de travail atypiques pourraient renforcer la perception de l'utilité d'un habitat adaptatif. Cette utilité ne semble toutefois pas restreinte à un public spécifique, mais plutôt accentuée par certaines conditions de vie, ce qui va dans le sens d'un concept pertinent de manière transversale, indépendamment du statut professionnel.

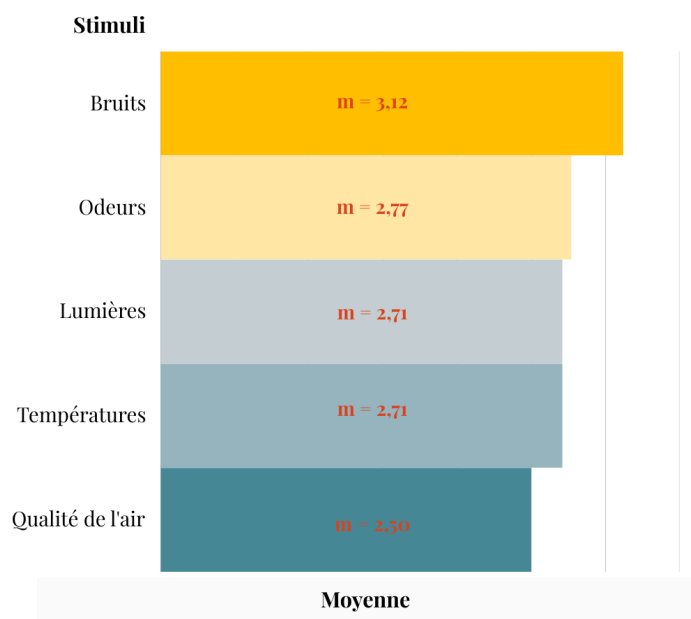
#### **5.2.4. Des vulnérabilités et sensibilités associées à une utilité perçue faiblement corrélée**

Dans cette sous-partie, un lien est recherché entre les sensibilités sensorielles des répondant-es, les inconforts fréquemment rencontrés dans le logement et l'utilité perçue du concept. Pour cela, les réponses aux questions 6, 7 et 14 du questionnaire ont été mobilisées.

Il a d'abord été demandé aux répondant-es d'évaluer, sur une échelle de 1 (« très peu ») à 5 (« beaucoup »), dans quelle mesure chacun des stimuli sensoriels liés aux cinq sens humains les affecte dans leur quotidien.

Les moyennes obtenues par type de stimulus montrent que les bruits constituent le facteur le plus impactant ( $m = 3,12$ ), suivis des odeurs ( $m = 2,77$ ), des lumières ( $m = 2,77$ ), de la température ( $m = 2,77$ ) et de la qualité de l'air ( $m = 2,50$ ) (figure 5.7).

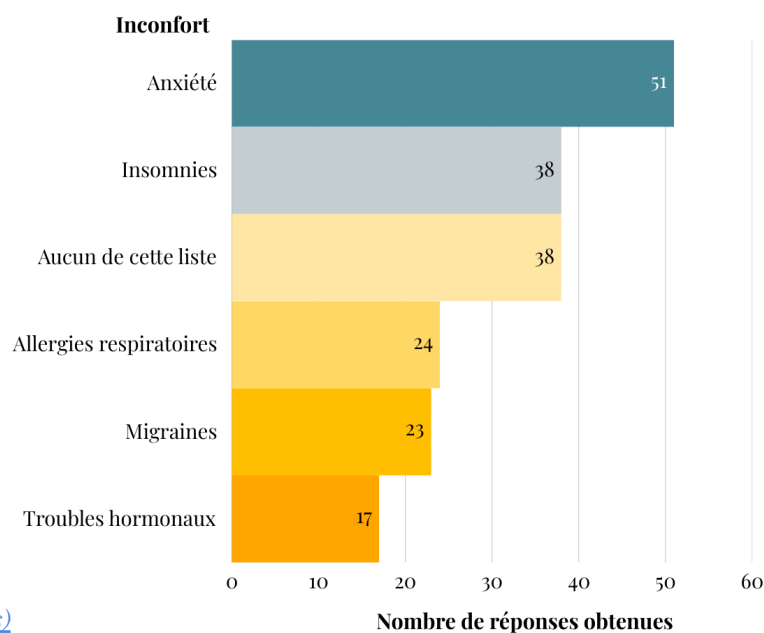
*Figure 5.7— Moyenne de l'impact perçu des stimuli sensoriels sur le quotidien des répondant-es (échelle 1-5)*



Ces résultats indiquent que, bien que l'ensemble des stimuli sensoriels ait un impact modéré sur le quotidien des répondant-es, certains facteurs, en particulier le bruit, se distinguent comme des sources de gêne plus marquées.

Ils confirment l'existence d'une sensibilité sensorielle non négligeable au sein de l'échantillon, susceptible d'influencer la perception de l'intérêt d'un logement capable de s'adapter à ces paramètres.

Dans un second temps, les répondant-es ont été interrogé-es sur la présence d'inconforts fréquents affectant leur bien-être.



*Figure 5.8 — Répartition des inconforts fréquents déclarés par les répondant-es (nombre de réponses)*

Parmi les 131 personnes ayant répondu à cette question, seules 38 déclarent n'être concernées par aucun des inconforts proposés. Les inconforts les plus fréquemment mentionnés sont l'anxiété (51 réponses), les insomnies (38 réponses), les allergies respiratoires (24 réponses), les migraines (23 réponses) et les troubles hormonaux (17 réponses) (figure 5.8). Près d'un tiers des répondant-es déclarent ainsi être concernés par de l'anxiété, un taux qui apparaît particulièrement élevé. Afin de situer ces résultats, une comparaison avec des données issues de la population française a été réalisée.

- Pour ce qui est de l'**anxiété**, environ 12,5 % des adultes de 18 à 85 ans présentent des symptômes anxieux en France [41]. La proportion observée dans l'échantillon est donc nettement plus élevée que celle mesurée dans la population générale, suggérant une surreprésentation de ces symptômes. Ce biais peut notamment s'expliquer par la forte présence d'étudiant-es dans l'échantillon, et en particulier d'étudiant-es en cursus exigeants, tels que les formations en architecture ou les doubles cursus ingénieur-architecte, reconnus pour leur niveau de stress élevé.
- Concernant les **insomnies**, une étude de Santé publique France estime la prévalence entre 15 et 20 % dans la population française selon une classification stricte, et entre 30 et 50 % selon une définition plus large [42]. Dans l'échantillon étudié, 38 répondant-es sur 131, soit environ 29 %, déclarent être concernés, ce qui correspond à une valeur située dans la moyenne de ces estimations.
- Pour les **allergies respiratoires**, Santé publique France considère qu'environ 30 % des adultes français sont touchés par une allergie au pollen ou aux pollinoses [43]. Les 18 % observés dans l'échantillon apparaissent donc comme inférieurs à la prévalence réelle, indiquant une sous-représentation de ces troubles dans le questionnaire.
- En ce qui concerne les **migraines**, environ 14 % des Européen-nes âgé-es de 18 à 50 ans sont concerné-es [44], contre 18 % dans l'échantillon, ce qui reste relativement proche des données de référence.
- Enfin, il n'existe pas de norme unique et comparable pour les **troubles hormonaux**, ce terme recouvrant un ensemble de conditions cliniques diverses. La prévalence déclarée de 13 % dans l'échantillon apparaît néanmoins plausible dans le cadre d'un symptôme autodéclaré.

À partir de ces éléments, une corrélation de Spearman a été calculée entre la sensibilité déclarée à chaque stimulus sensoriel et l'utilité perçue du concept. Les coefficients obtenus sont les suivants :

- Bruits:  $\rho = 0.031$
- Odeurs :  $\rho = 0.201$
- Lumière :  $\rho = -0.014$
- Température :  $\rho = -0.005$

- Qualité de l'air :  $\rho = 0.17$

Conformément aux seuils définis précédemment, ces résultats indiquent l'existence de corrélations, bien que faibles, entre l'utilité perçue du concept et la sensibilité aux odeurs ainsi qu'à la qualité de l'air. En d'autres termes, les répondant-es se déclarant plus affecté-es au quotidien par les odeurs ou la qualité de l'air ont tendance à percevoir le concept comme plus utile. En revanche, aucune corrélation n'est observée pour les bruits, la lumière ou la température.

Un lien a ensuite été recherché entre les inconforts de santé déclarés et l'utilité perçue du concept, selon la même méthode. Les coefficients de corrélation de Spearman obtenus sont les suivants :

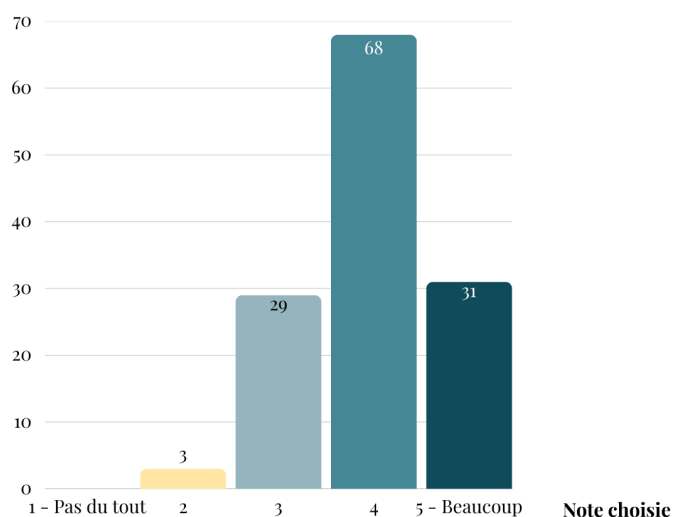
- Migraines:  $\rho = -0.101$
- Allergies respiratoires :  $\rho = 0,005$
- Insomnies:  $\rho = 0.12$
- Anxiété :  $\rho = -0.033$
- Troubles hormonaux :  $\rho = -0.113$

Ces valeurs, toutes proches de zéro, indiquent l'absence de corrélation significative entre les inconforts de santé déclarés et l'utilité perçue du concept. Ainsi, si certaines sensibilités sensorielles spécifiques semblent légèrement associées à une perception accrue de l'utilité, les vulnérabilités de santé prises individuellement ne constituent pas, au sein de cet échantillon, un facteur déterminant de l'attractivité du concept.

### 5.2.5. Une population globalement à l'aise avec la technologie, sans lien fort avec l'utilité perçue

Il a été demandé aux répondant-es s'ils et elles se considéraient à l'aise avec les technologies en général, selon la même échelle de Likert en cinq points.

Nombre de répondants



*Figure 5.9 — Distribution des réponses concernant l'aisance technologique des répondant-es (échelle 1-5)*

Aucun-e répondant-e n'a sélectionné la valeur minimale de 1 correspondant à «pas du tout». Le score moyen obtenu est de  $m = 3,97$ , avec un écart-type de  $\sigma = 0,74$ , traduisant une hétérogénéité modérée des réponses. Ces résultats indiquent que l'échantillon se perçoit globalement comme plutôt à l'aise avec les technologies, ce qui suggère une familiarité relativement élevée avec les outils numériques et les dispositifs technologiques.

Afin d'examiner si cette aisance technologique influence la perception de l'utilité du concept de logement adaptatif, une corrélation de Spearman a été calculée entre ces deux variables. Le coefficient obtenu est de  $\rho = 0,123$ . Conformément aux seuils définis précédemment, cette valeur indique une corrélation faible, suggérant que l'aisance technologique est associée de manière limitée à l'utilité perçue du concept. Ainsi, bien que les répondant-es se déclarant plus à l'aise avec les technologies aient tendance à percevoir légèrement davantage l'intérêt du système proposé, cette variable ne constitue pas, à elle seule, un facteur déterminant de l'attractivité du concept.

#### 5.2.6. Un besoin marqué de contrôle sur les décisions du logement

Dans cette sous-partie, un lien est recherché entre le contrôle perçu par les répondant-es et l'utilité perçue du concept de logement adaptatif. Le contrôle perçu est ici appréhendé à travers la question n°20 « *Préférez-vous que le logement vous propose des ajustements avant d'agir ?* », permettant d'évaluer le degré d'autonomie laissé au système par rapport à l'utilisateur ou l'utilisatrice.

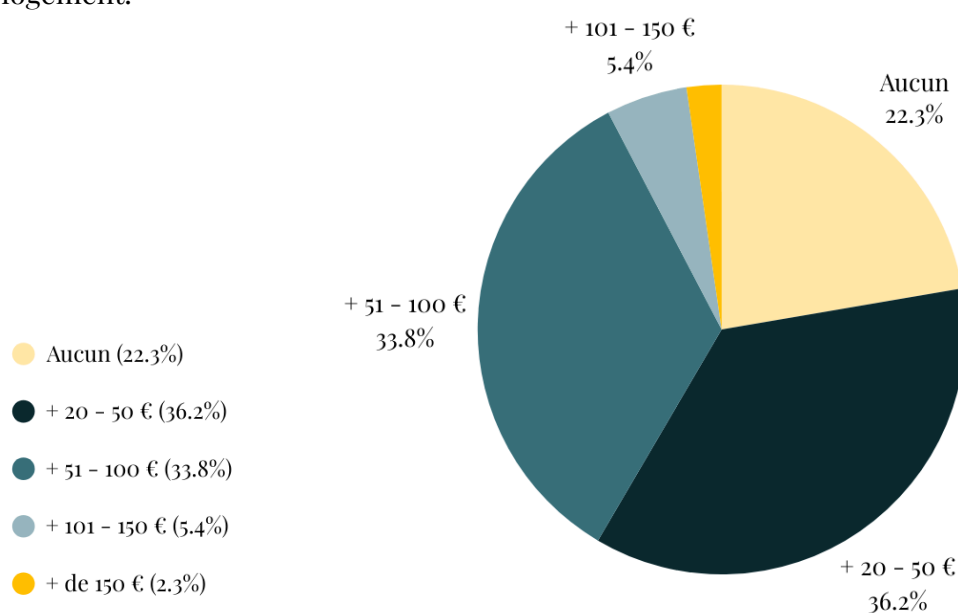
Afin d'examiner l'existence d'une relation entre cette variable et l'utilité perçue du concept, une corrélation de Spearman a été calculée, selon la même méthode que précédemment. Le coefficient obtenu est de  $\rho = -0,139$ .

Conformément aux seuils définis précédemment, cette valeur indique une corrélation faible et négative. Cela suggère que les répondant-es exprimant une préférence plus marquée pour un contrôle humain et une validation préalable des actions du système tendent à percevoir légèrement moins l'utilité du concept. À l'inverse, les personnes acceptant davantage l'autonomie du logement semblent percevoir le concept comme marginalement plus utile.

Toutefois, la faiblesse de cette corrélation ne permet pas de conclure à une relation déterminante entre le contrôle perçu et l'utilité du concept. Le besoin de contrôle apparaît ainsi comme un facteur secondaire, qui peut moduler l'adhésion au concept sans en conditionner fondamentalement l'attractivité.

### 5.2.7. Une disposition à payer modérée, peu discriminante

Il a ensuite été demandé aux répondant-es quel surcoût de loyer ils et elles seraient prêts-es à accepter mensuellement pour un logement adaptatif, à partir de cinq options allant de « aucun » à « plus de 150 € ». Les résultats obtenus montrent qu'une majorité des répondant-es se déclarent disposé-es à accepter un surcoût financier pour bénéficier de ce type de logement.



*Figure 5.10 — Répartition du surcoût mensuel de loyer accepté pour un logement adaptatif*

En moyenne, le surcoût accepté est de  $m = 48,7$  € par mois. Près de 70 % des répondant-es indiquent être prêt-es à dépenser un surcoût compris entre 20 et 100 € mensuels. À l'inverse, moins d'un quart des répondant-es déclarent ne vouloir accepter aucun surcoût. Les catégories correspondant à des montants supérieurs à 100 € restent quant à elles marginales (figure 5.10). Ces résultats suggèrent qu'une majorité des répondant-es perçoivent une valeur suffisante dans le concept proposé pour envisager un effort financier modéré, sans pour autant accepter des surcoûts élevés. La disposition à payer apparaît ainsi comme réelle, mais encadrée par des seuils économiques relativement clairs.

Afin d'examiner si cette disposition à payer est liée à la situation financière des répondant-es, une corrélation de Spearman a été réalisée entre ces deux variables, selon les mêmes méthodes que précédemment. Le coefficient obtenu est de  $\rho = 0,089$ . Conformément aux seuils définis précédemment, cette valeur indique l'absence de corrélation significative entre la situation financière perçue et la disposition à payer.

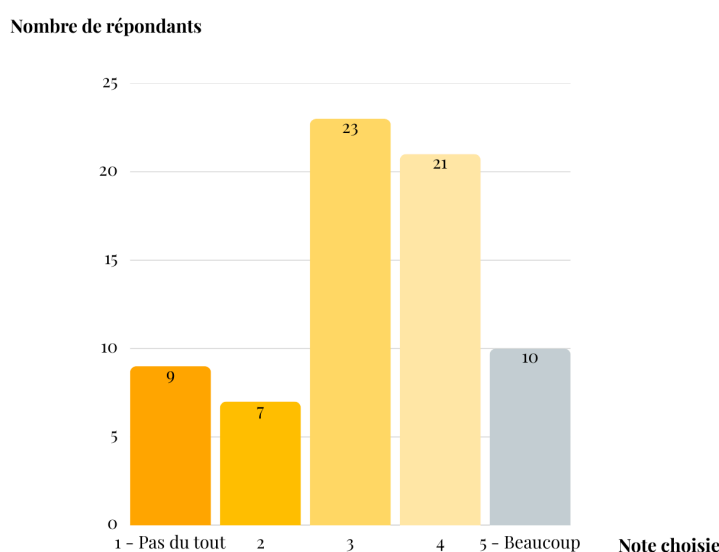
Un lien a également été recherché entre l'utilité perçue du concept et la disposition à payer des répondant-es, afin d'évaluer dans quelle mesure l'intérêt accordé au logement adaptatif se traduit par un engagement financier potentiel. Une corrélation de Spearman a été réalisée à partir des réponses aux questions n°14 et n°25. Le coefficient obtenu est de  $r = 0,316$ , indiquant une corrélation modérée entre l'utilité perçue du concept et la disposition à payer. Ainsi, plus les répondant-es perçoivent le concept comme utile, plus ils et elles sont enclins à accepter un surcoût financier pour en bénéficier.

Ces résultats suggèrent que la volonté d'accepter un surcoût pour un logement adaptatif ne dépend pas directement du niveau de confort financier déclaré, mais relève davantage de l'intérêt perçu pour le concept et de la valeur accordée aux bénéfices attendus.

### 5.3. Peu de différences genrées dans l'évaluation et l'acceptabilité du concept

#### 5.3.1. Un impact marqué des cycles menstruels sur le vécu quotidien des femmes

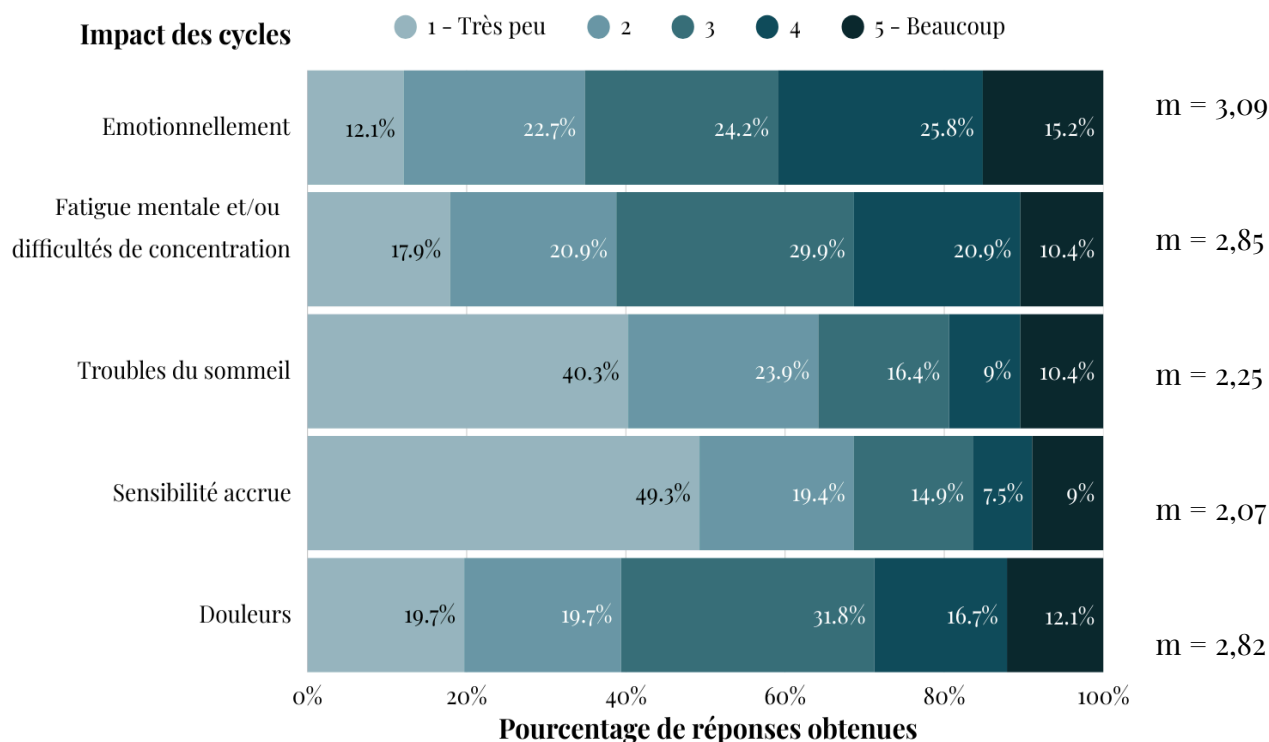
Cette sous-partie vise à évaluer l'impact physique et mental des cycles menstruels chez les répondantes, afin de mieux comprendre dans quelle mesure ces variations physiologiques et émotionnelles peuvent influencer leurs besoins résidentiels. L'analyse porte sur les 70 femmes ayant répondu au questionnaire.



*Figure 5.11 — Distribution de l'impact perçu des cycles menstruels sur les répondantes (échelle 1–5)*

Parmi elles, 87,1 % déclarent être impactées par leurs cycles menstruels, avec une moyenne d'impact de  $m = 3,23$  sur une échelle de Likert en cinq points. La majorité des répondantes a attribué une note comprise entre 3 et 4, indiquant un impact perçu modéré à important (figure 5.11).

Afin de préciser la nature de cet impact, il a ensuite été demandé aux répondantes comment celui-ci se traduisait concrètement dans leur quotidien. Cinq types d'effets ont été proposés, correspondant aux phénomènes les plus fréquemment rapportés par les femmes en France : un impact émotionnel (baisse de moral, irritabilité, pics d'énergie, etc.), une fatigue mentale et/ou des difficultés de concentration, des troubles du sommeil (insomnies ou hypersomnies), une sensibilité sensorielle accrue (sons, lumières, températures, odeurs) et des douleurs.



*Figure 5.12 — Répartition des réponses des répondantes selon les manifestations de l'impact des cycles menstruels (échelle de Likert de 1 à 5)*

Concernant l'impact émotionnel (baisse de moral, irritabilité, pics d'énergie, etc.), 15,2 % des répondantes déclarent être fortement impactées en attribuant la note maximale de 5/5, tandis que l'impact moyen s'élève à  $m = 3,09$ . La fatigue mentale et/ou les difficultés de concentration concernent également une part importante des répondantes, avec une moyenne de  $m = 2,85$ . Les troubles du sommeil (insomnies ou hypersomnies) apparaissent plus hétérogènes : 40,3 % des répondantes déclarent n'être que peu ou pas concernées, tandis que d'autres rapportent un impact modéré à fort, pour une moyenne globale de  $m = 2,25$ . La sensibilité sensorielle accrue (sons, lumières, températures ou odeurs) est quant à elle absente chez près de la moitié des répondantes, 49 % déclarant ne pas ressentir de sensibilité accrue. En revanche, 60,6 % des répondantes indiquent ressentir des douleurs modérées à fortes liées à leurs cycles menstruels, traduisant un impact physique significatif pour une majorité d'entre elles ( $m = 2,82$ ).

Ces résultats mettent en évidence une grande diversité de vécus, mais confirment que les cycles menstruels constituent, pour une majorité des répondantes, une source d'impact réel, à la fois émotionnel, cognitif et physique.

Par ailleurs, l'analyse des inconforts déclarés met en évidence que, dans la question n°7, aucune mention de troubles hormonaux n'a été rapportée par les hommes, tandis que

23,9% des femmes interrogées déclarent être concernées par ce type de trouble. Cet écart souligne une spécificité féminine marquée dans les vulnérabilités physiologiques exprimées.

Une corrélation de Spearman a ensuite été calculée entre les réponses aux questions 8 et 14, afin d'examiner un lien éventuel entre l'impact perçu des cycles menstruels et l'utilité perçue du concept. Le coefficient obtenu est de  $\rho = -0,063$ , indiquant l'absence de corrélation significative.

De plus, un test de Mann-Whitney a été réalisé à partir de la question n°13 afin de comparer la capacité perçue d'adaptation de leur logement entre les hommes et les femmes. Le résultat obtenu de la taille d'effet  $r=0,054$  indique une absence de différence significative entre les deux groupes, suggérant que les hommes et les femmes estiment de manière comparable leur capacité à adapter leur logement à leurs besoins.

Enfin, concernant l'utilité perçue du concept, la comparaison entre les hommes et les femmes conduit à un coefficient  $r = 0,099$ , correspondant à un effet négligeable bien que l'on soit à un millième de la limite pour avoir un effet considérable comme faible. Ce résultat suggère que, malgré des vécus physiologiques et émotionnels distincts, les deux groupes évaluent l'intérêt global du concept de manière relativement similaire.

### 5.3.2. Absence de différence genrée dans la sensibilité aux stimuli

Une différence entre les hommes et les femmes a été recherchée concernant la sensibilité déclarée aux stimuli environnementaux, à partir de la question n°12 du questionnaire. Afin de comparer les distributions de réponses entre les deux groupes, un test de Mann-Whitney a été réalisé. Le résultat obtenu conduit à une taille d'effet  $r \approx 0,02$ , indiquant un effet négligeable. Cette valeur traduit des distributions de réponses pratiquement identiques entre les groupes masculin et féminin. Ainsi, la sensibilité aux stimuli environnementaux, prise de manière globale, ne présente pas de différence mesurable selon le genre dans l'échantillon étudié. Ce résultat suggère que, bien que les femmes puissent rapporter certains vécus physiologiques spécifiques, la perception générale des stimuli sensoriels du logement ne constitue pas un facteur différenciant entre les genres.

### 5.3.3. Absence de différence genrée dans la disposition à payer

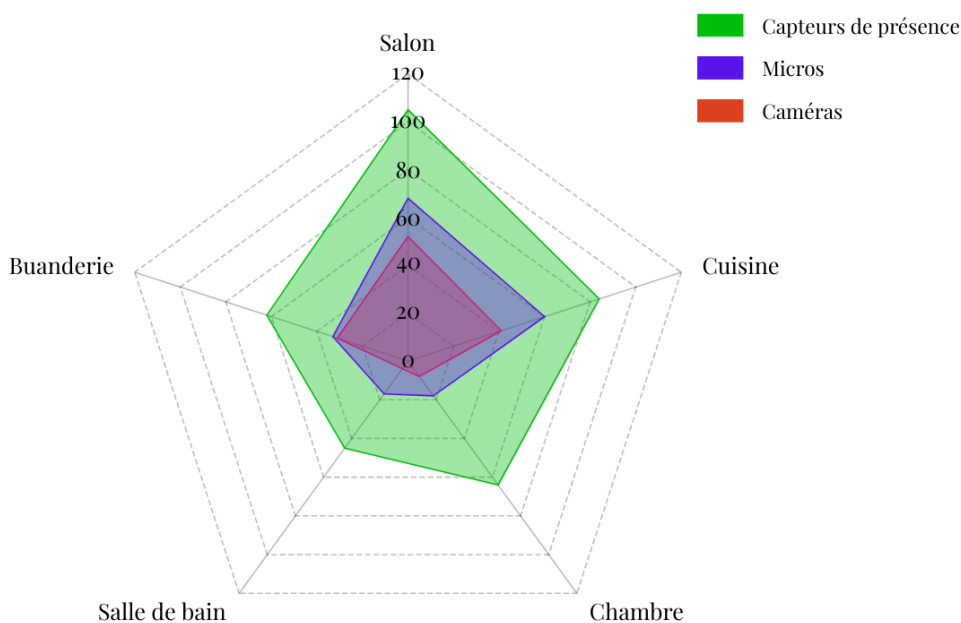
Une différence entre les hommes et les femmes a été recherchée concernant la disposition à payer un surcoût de loyer pour un logement adaptatif. Cette variable a été analysée à partir de la question n°25 du questionnaire, qui interroge les répondant-es sur le surcoût mensuel qu'ils et elles seraient prêt-es à accepter. Afin de comparer les réponses entre les deux groupes, un test de Mann-Whitney a été réalisé. Le résultat obtenu conduit à une taille d'effet  $r = 0,087$ , indiquant un effet faible et négligeable. Ce résultat suggère que l'écart observé entre les hommes et les femmes concernant la disposition à payer est de faible amplitude et sans impact pratique notable. Autrement dit, la volonté d'accepter un surcoût financier pour bénéficier d'un logement adaptatif ne dépend pas du genre dans l'échantillon étudié.

Cette absence de différence genrée renforce l'idée que la disposition à payer relève davantage de la valeur perçue du concept et des bénéfices attendus que de caractéristiques sociodémographiques liées au genre.

## 5.4. Une acceptabilité des capteurs fortement conditionnée par l'intrusion perçue

### 5.4.1. Une acceptabilité très contrastée des capteurs selon les pièces du logement

Il a été demandé aux répondant·es d'indiquer dans quelles pièces de leur logement ils et elles accepteraient l'installation de différents types de capteurs, à savoir des capteurs de présence, des microphones et des caméras. Ces dispositifs ont été choisis car ils conditionnent directement l'efficacité d'un système de logement adaptatif, tout en soulevant des enjeux variables de vie privée. Le graphique représente, pour chaque catégorie, le nombre de réponses positives sur les 131 répondant·es. Le diagramme représente le nombre de réponses positives par catégorie.



*Figure 5.13 — Acceptabilité des différents types de capteurs selon les pièces du logement (nombre de réponses positives)*

Une différence nette apparaît entre l'acceptabilité des trois types de capteurs, et en particulier entre les capteurs de présence et les dispositifs plus intrusifs tels que les caméras et les microphones. Alors que 105 personnes déclarent accepter la présence de capteurs de présence, une seule accepte l'installation d'une caméra dans la salle de bain. De manière générale, les capteurs de présence sont largement acceptés dans l'ensemble des pièces du logement, notamment dans le salon et la cuisine. À l'inverse, les caméras apparaissent comme les dispositifs les moins acceptés, en particulier dans les espaces

perçus comme les plus intimes, tels que la salle de bain et la chambre. Les microphones occupent une position intermédiaire, avec une acceptabilité variable selon les pièces.

Ces résultats soulignent la nécessité d'une réflexion fine sur le positionnement et le type de capteurs utilisés dans un logement adaptatif. Ils mettent en évidence un compromis essentiel à trouver entre l'efficacité du système augmentant avec le nombre et la précision des dispositifs de captation, et l'acceptabilité sociale, fortement conditionnée par le respect de l'intimité domestique.

#### 5.4.2. Une réticence marquée face à une IA analysant les cycles menstruels

Une question spécifique a été posée aux femmes concernant leur acceptabilité d'une intelligence artificielle analysant leurs cycles menstruels, à partir des données enregistrées via une application dédiée ainsi que de leur état physiologique observable par des capteurs (fatigue, insomnies, température corporelle, etc.). Cette question a recueilli 69 réponses.

Nombre de répondants

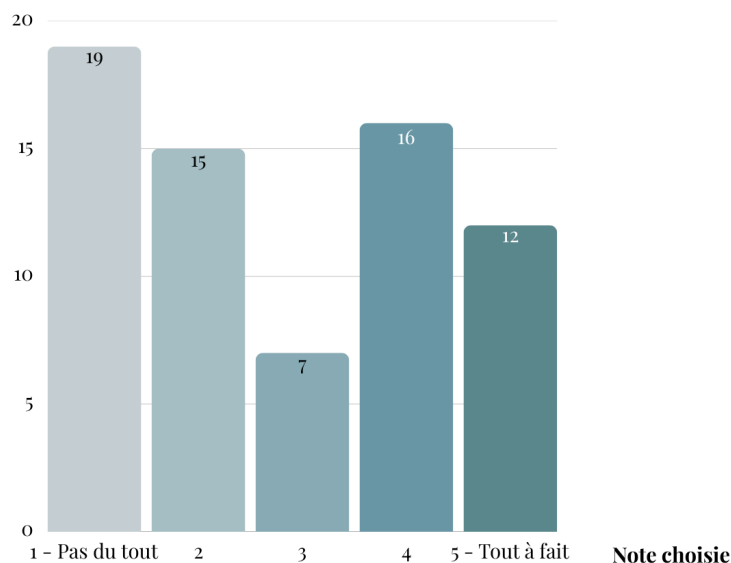


Figure 5.14 — Degré d'acceptabilité d'une IA analysant les cycles menstruels chez les répondantes (échelle 1–5)

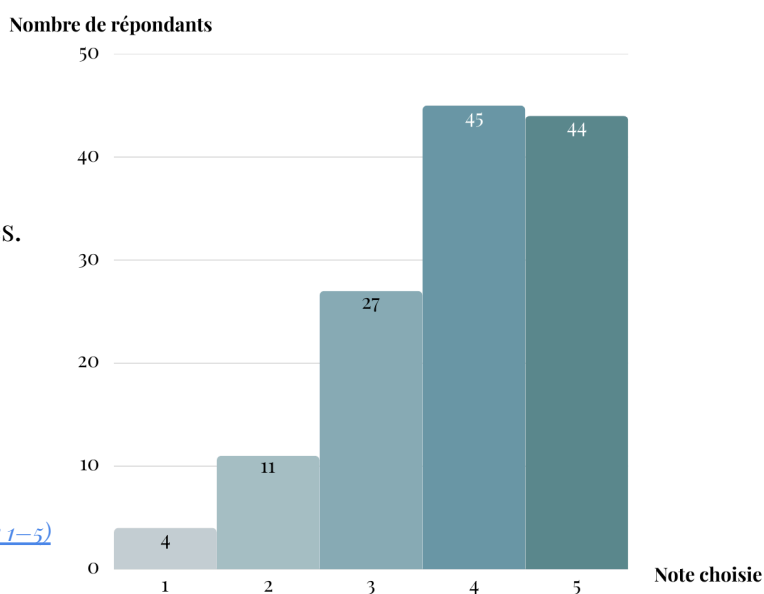
Les réponses indiquent une réticence majeure et une acceptabilité plutôt faible de l'analyse des cycles menstruels par une intelligence artificielle. Sur 69 répondantes, 19 ont attribué la note minimale de 1 et 15 la note de 2, soit 34 réponses (49%) exprimant un faible niveau d'acceptabilité. À l'inverse, 16 répondantes ont attribué la note de 4 et 12 la note maximale de 5, soit 28 réponses (40,6%) traduisant une acceptabilité élevée. La note intermédiaire de 3

reste minoritaire, avec 7 réponses (10,1%). L'ensemble montre donc une répartition polarisée, avec une part majoritaire de réticence, mais aussi un groupe non négligeable de répondantes favorables.

### 5.4.3. Préférence pour le contrôle manuel

Il a ensuite été demandé aux répondant-es s'ils et elles préféreraient que le logement ajuste automatiquement ses paramètres sans intervention humaine (note de 1/5), ou au contraire qu'ils et elles conservent un contrôle manuel total, sans automatisme (note de 5/5).

Les résultats montrent que 67,9 % des répondant-es expriment une préférence pour un contrôle manuel total ou quasi total du système. À l'inverse, très peu se déclarent favorables à un ajustement entièrement automatique des paramètres.

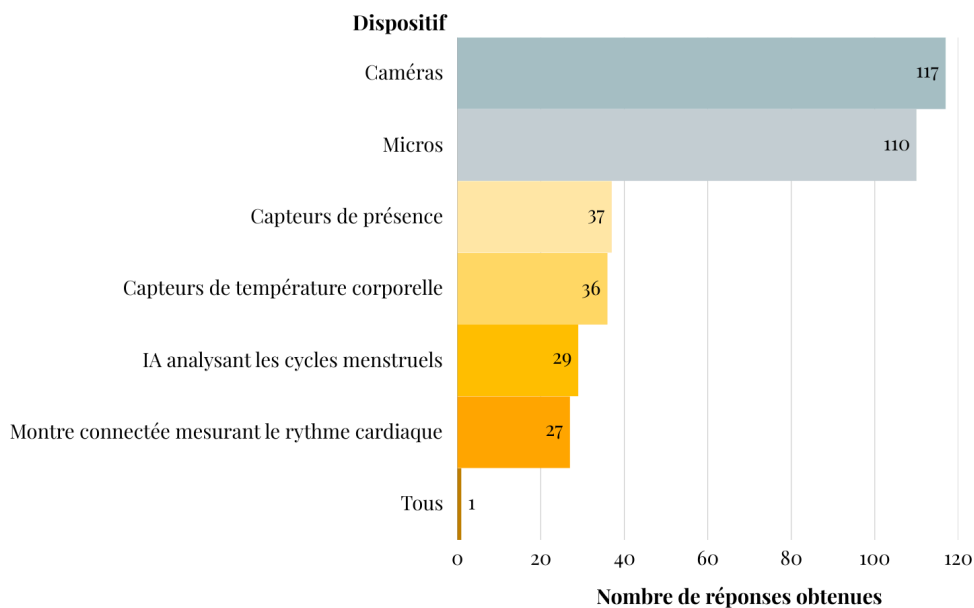


*Figure 5.15 — Préférence des répondant-es entre automatisme et contrôle manuel du logement (échelle 1–5)*

Ce résultat est central, car il touche au cœur même du concept de logement adaptatif. Il indique que l'acceptabilité du système ne repose pas sur une automatisation complète, mais plutôt sur la capacité du dispositif à assister, suggérer et accompagner l'utilisateur ou l'utilisatrice, tout en lui laissant la maîtrise finale des décisions.

### 5.4.4. Certains dispositifs jugés comme intrusifs

Pour terminer, il a été demandé aux répondant-es d'indiquer quels dispositifs ils et elles jugent intrusifs.



*Figure 5.16 —  
Dispositifs jugés  
intrusifs par les  
répondant-es (nombre  
de réponses)*

Les résultats montrent que les caméras et les microphones sont perçus comme les plus intrusifs, respectivement par 117 personnes (89,3 %) et 110 personnes (83,9 %). Les autres dispositifs mentionnés apparaissent nettement mieux acceptés. Les capteurs de présence sont jugés intrusifs par 28,2 % des répondant-es, tandis que les capteurs de température corporelle, les montres connectées mesurant le rythme cardiaque ou encore une IA analysant les cycles menstruels suscitent des niveaux d'inconfort plus modérés.

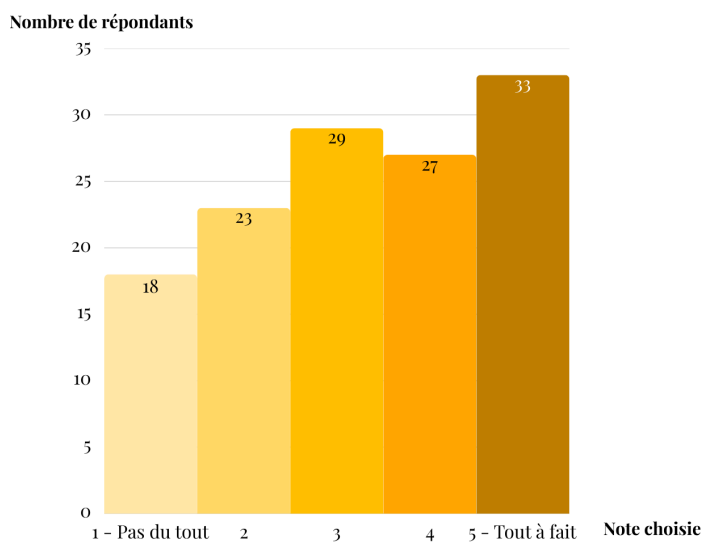
Ces résultats sont intéressants à mettre en lien avec l'acceptabilité déclarée des capteurs selon les pièces. Ils montrent que le fait d'accepter l'installation d'un dispositif dans un contexte donné ne signifie pas nécessairement une adhésion pleine et durable au principe de la captation. Un capteur peut être toléré pour son utilité immédiate, tout en suscitant un malaise latent lié à l'intrusion ou à la surveillance, susceptible d'évoluer vers une forme de rejet ou de regret à plus long terme.

Un des répondants a également renseigné qu'il ressentait comme intrusif le fait d'allier de l'intelligence artificielle à des capteurs de manière générale.

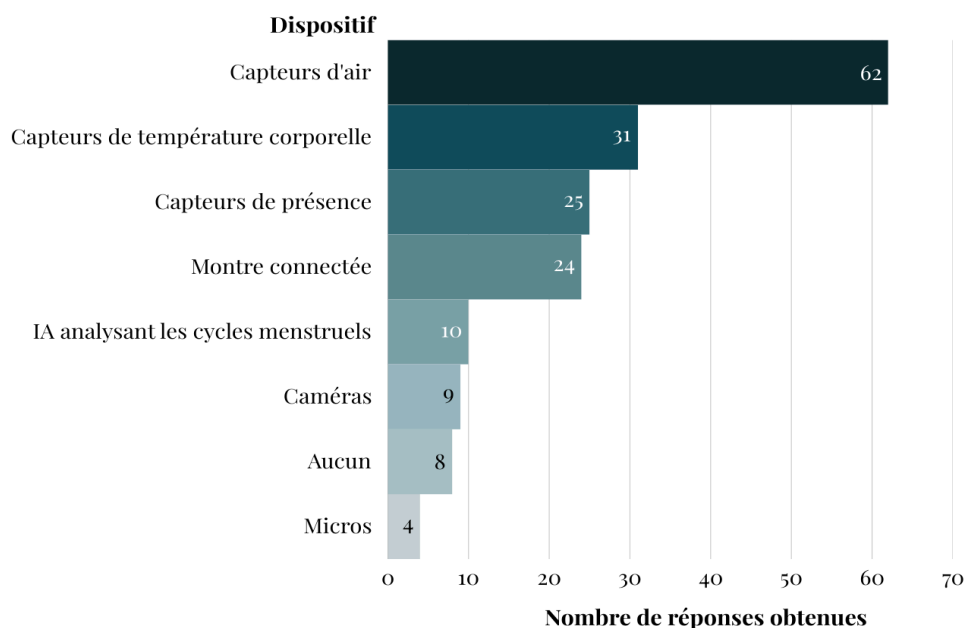
## 5.5. Inquiétudes quant aux données

Analysons désormais la réaction des répondant-es concernant le stockage et la confidentialité des données émises par le système. Afin de s'améliorer et de fonctionner de manière pertinente, une intelligence artificielle nécessite de conserver certaines informations issues des données captées par les différents dispositifs. Cependant ce principe peut toutefois soulever des inquiétudes, notamment en matière de vie privée et de contrôle des données personnelles. Il a donc été demandé aux répondant-es s'ils et elles accepteraient que leurs données soient stockées localement, au sein de leur logement, puis, à l'inverse, quelles données ils et elles accepteraient de voir stockées sur un serveur en ligne. Les réponses montrent une préférence nette pour un stockage local, perçu comme plus rassurant et mieux maîtrisable.

*Figure 5.17 — Acceptabilité du stockage local des données (échelle de Likert de 1 à 5)*



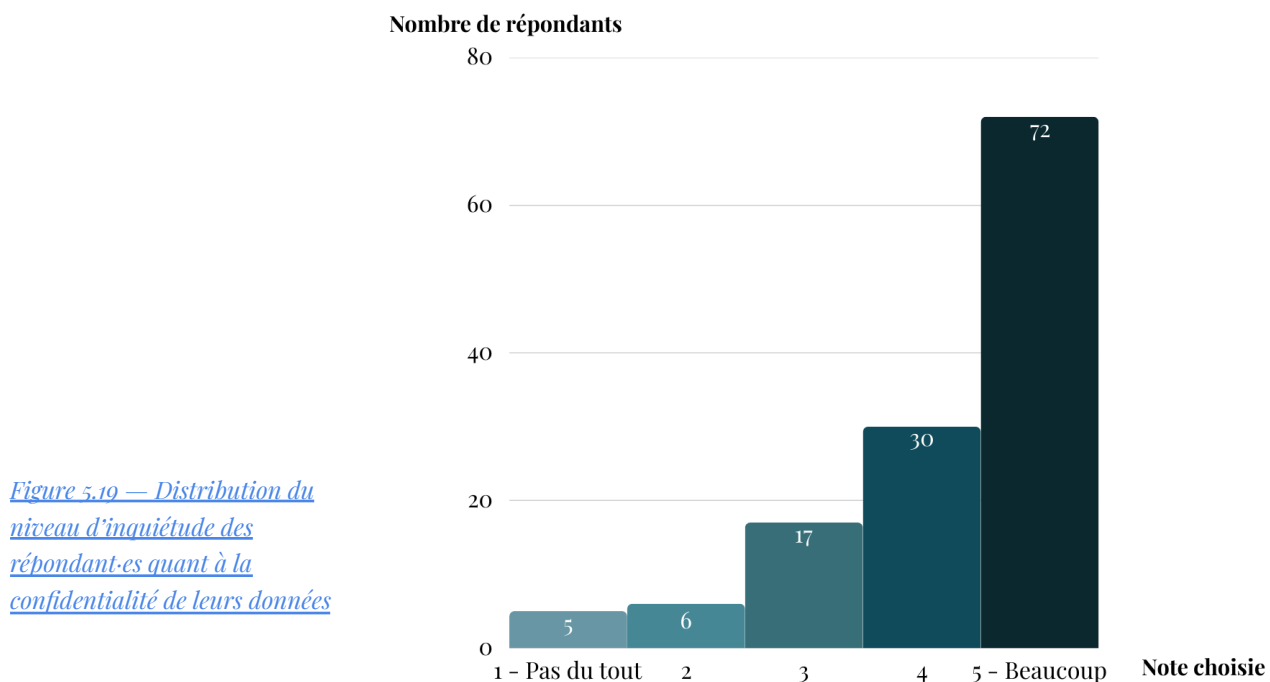
*Figure 5.18 — Données acceptées pour un stockage en ligne selon leur nature (nombre de réponses)*



Lorsqu'un stockage en ligne est envisagé, l'acceptabilité varie fortement selon la nature des données concernées.

Les données environnementales, telles que celles issues des capteurs d'air, apparaissent comme les plus acceptées, tandis que les données plus personnelles ou intrusives, comme celles issues des caméras, des microphones ou de l'analyse des cycles menstruels, sont nettement moins tolérées. Cette hiérarchisation traduit une distinction claire opérée par les répondant-es entre données jugées neutres et données perçues comme relevant de l'intimité.

Enfin, il a été demandé aux répondant-es d'évaluer leur niveau d'inquiétude concernant la confidentialité de leurs données, indépendamment de la solution de stockage envisagée.



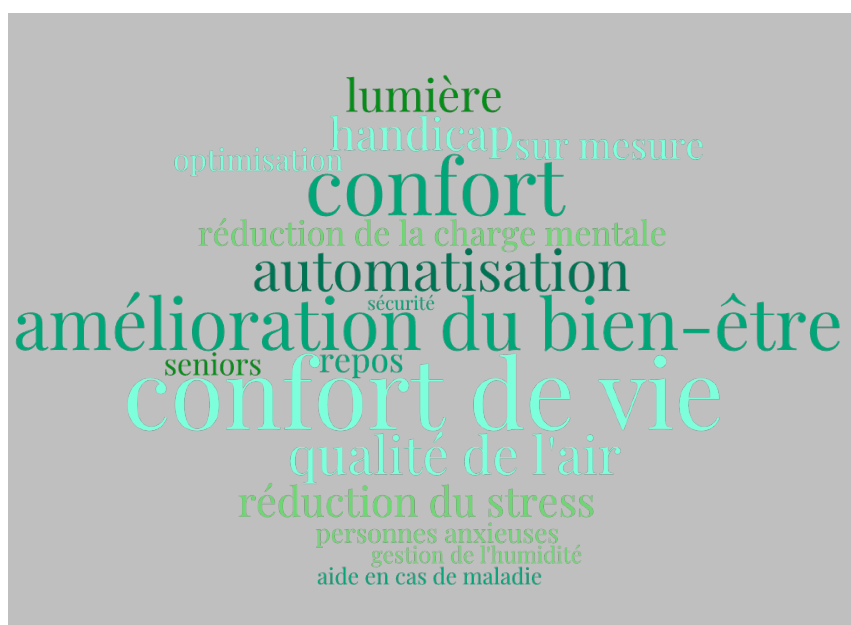
La moyenne obtenue est de  $m = 4,22$ . Plus de la moitié des répondant-es (55,4 %) ont attribué la note maximale de 5, et 78,5 % ont sélectionné une note de 4 ou 5. À l'inverse, très peu de répondant-es se déclarent peu ou pas du tout inquiet-es, les notes de 1 et 2 restant marginales. La distribution des réponses apparaît ainsi fortement orientée vers les valeurs élevées, traduisant une inquiétude marquée et relativement consensuelle au sein de l'échantillon. Il s'agit par ailleurs de la variable présentant la plus faible dispersion des réponses, indiquant un consensus marqué sur cette question. La confidentialité des données apparaît ainsi comme un enjeu central, et probablement le point de vigilance le plus déterminant pour toute mise en œuvre concrète d'un système de logement adaptatif.

## 5.6. Avantages, risques et suggestions

À la fin du questionnaire, deux questions ouvertes ont été posées afin de laisser les répondant-es s'exprimer librement sur les avantages, les inconvénients et les risques qu'ils et elles identifient dans le concept proposé, ainsi que sur d'éventuelles remarques complémentaires. L'analyse qualitative de ces réponses met en évidence un consensus relatif autour de certains bénéfices perçus, mais également des réserves récurrentes quant aux conditions d'acceptabilité du système.

Les réponses soulignent en premier lieu des bénéfices importants en termes de confort, de bien-être et de personnalisation du logement. Le logement adaptatif est fréquemment décrit comme un espace « sur mesure », capable de mieux répondre aux variations physiologiques et émotionnelles des occupant-es, et de contribuer à une amélioration perçue de la santé mentale, du sommeil et de la qualité de vie quotidienne. Cette dimension est particulièrement mise en avant pour les personnes âgées, en situation de handicap ou présentant une sensibilité accrue au stress.

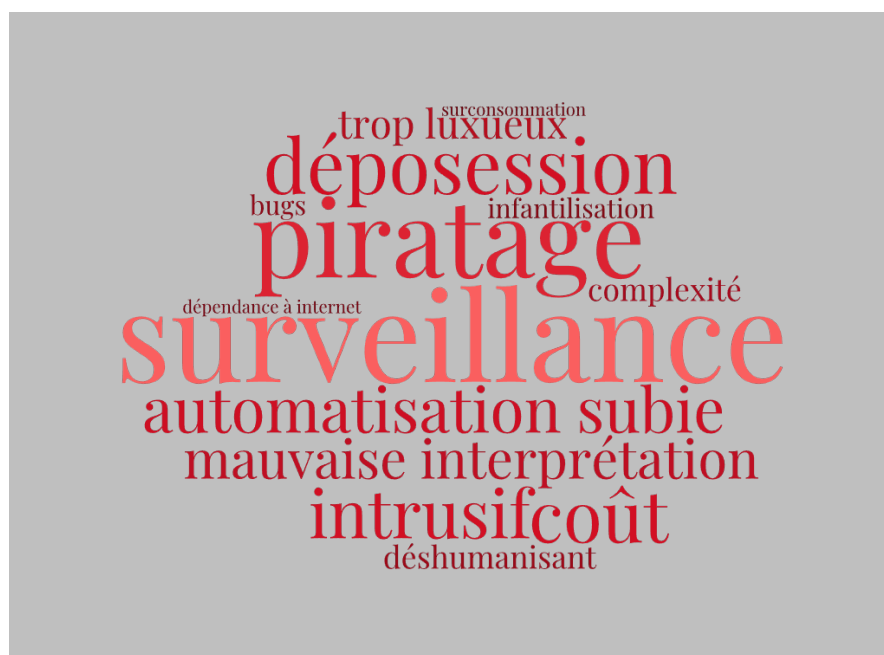
En parallèle, plusieurs freins émergent de manière récurrente. La question de la vie privée et de la protection des données constitue la principale source de réserve, souvent formulée en termes de surveillance, de piratage ou de perte d'intimité. Cette inquiétude est fréquemment associée à un sentiment de dépossession du contrôle sur l'environnement domestique, en particulier lorsque l'automatisation est perçue comme trop intrusive ou imposée. Enfin, le coût, la fiabilité technologique et le risque de sur-assistance apparaissent comme des facteurs limitants, conduisant certains répondant-es à qualifier ce type de logement de produit de luxe, voire de « gadget », malgré la reconnaissance de ses bénéfices potentiels.



*Figure 5.20 — Nuage de mots des avantages perçus du logement adaptatif*

Le nuage de mots des avantages perçus met en évidence une forte récurrence des notions de confort, de bien-être et de qualité de vie, étroitement associées à l'automatisation et à la personnalisation du logement. Les termes liés aux paramètres environnementaux, tels que la lumière, la qualité de l'air ou la réduction du stress, apparaissent également de manière significative. L'ensemble suggère que les répondant-es perçoivent avant tout le logement adaptatif comme un outil d'amélioration du quotidien et de réduction de la charge mentale.

*Figure 5.21 — Nuage de mots des inconvénients et risques perçus du logement adaptatif*



Le nuage de mots des inconvénients et des risques met en avant des préoccupations majoritairement liées à la surveillance, au piratage et au sentiment de dépossession. Les termes associés à l'intrusion, à l'automatisation subie et à la perte de contrôle ressortent de manière marquée, traduisant une crainte récurrente vis-à-vis de l'intimité domestique. Le coût et la complexité du système apparaissent également comme des freins importants, renforçant l'image d'un dispositif potentiellement élitiste ou difficilement appropriable.

Plusieurs citations ont été relevées des répondants représentant des points de vue particulièrement intéressants. Elles ont été retranscrites telles quelles, à l'exception de corrections orthographiques mineures.

- « Faire de chez soi un cocon adapté à nous de manière personnelle et non à une généralité, un appartement sur mesure en quelque sorte. », femme étudiante de 25 ans.
- « Cela permettrait de faire émerger des besoins latents : on ne pense pas toujours de nous-même qu'on est fatigué, ou que quelque chose nous embête, on s'habitue à

l'inconfort sans penser qu'on peut agir pour se sentir mieux. Cependant ça me semble très intrusif et donne le sentiment d'être un " big brother is watching you ". Ça donne aussi l'impression d'être dépossédé de la décision si tout est automatisé : je préférerais une suggestion, plutôt que ce soit directement fait à ma place et sans me demander mon avis. », femme salariée de 32 ans.

- « Je trouve que c'est vraiment important d'avoir le contrôle. Le risque à terme de s'habituer à un logement qui s'adapte "trop" c'est de ressentir un inconfort directement dans un logement qui aurait pas ce type de systemes », femme étudiante de 24 ans.
- « Dans un monde idéal, un logement s'adaptant automatiquement à nos besoins semble parfait. Dans les faits, les problèmes de confidentialité des données est pour moi un frein majeur à l'utilisation de l'IA dans le logement, je me sentirai espionnée dans mon logement, ou je suis sensée être à l'aise », femme étudiante de 23 ans.

Il ressort de l'analyse qualitative de ces réponses une structuration claire des leviers d'acceptation et des risques de rejet, synthétisée dans le tableau suivant:

<b>Facteurs de succès potentiels</b>	<b>Risques de rejet</b>
Recherche croissante de confort et de bien-être à domicile	Peur du « Big Brother » domestique
Vie domestique plus intense (télétravail, isolement, fatigue mentale)	Méfiance vis-à-vis de la collecte et du stockage des données
Vieillesse de la population et besoins PMR	Sentiment d'être dépossédé de ses décisions
Sensibilité accrue aux environnements intérieurs (air, lumière, bruit)	Sur-automatisation perçue comme infantilisante
Volonté de personnalisation du logement	Coût élevé et image de produit de luxe
Potentiel d'optimisation énergétique	Bugs, pannes, dépendance au numérique
Acceptation plus forte si contrôle utilisateur explicite	Rejet idéologique de l'IA dans l'espace intime

## 5.7. Conclusion de l'analyse

L'analyse des résultats du questionnaire met en évidence une acceptabilité nuancée du concept de logement adaptatif, structurée moins par des variables sociodémographiques simples que par des questions de contrôle, de confidentialité et de rapport à l'automatisation.

Les résultats montrent tout d'abord une utilité perçue globalement élevée du concept. Indépendamment de l'âge, du genre ou de la situation professionnelle, les répondant-es expriment un intérêt marqué pour un logement capable de s'adapter aux besoins physiologiques et émotionnels, notamment en matière de confort, de bien-être et de réduction de la charge mentale. Cette perception transversale confirme que le principe d'un habitat adaptatif répond à des attentes largement partagées, en lien avec l'intensification des usages domestiques et la recherche d'environnements intérieurs plus qualitatifs.

Néanmoins, les analyses statistiques mettent en évidence peu de corrélations fortes entre l'utilité perçue du concept et les variables individuelles étudiées. Ni l'âge, ni le genre, ni l'aisance technologique, ni la majorité des vulnérabilités déclarées ne constituent des facteurs discriminants significatifs. Lorsque des corrélations existent, elles restent faibles, notamment pour la sensibilité aux odeurs et à la qualité de l'air. Ces résultats suggèrent que l'intérêt pour le logement adaptatif ne se limite pas à un public cible spécifique, mais relève plutôt d'un potentiel d'adoption large, modulé par certaines conditions d'usage.

L'analyse met toutefois en lumière plusieurs freins majeurs à l'acceptabilité. La question de la confidentialité des données apparaît comme la préoccupation la plus structurante, avec un niveau d'inquiétude élevé et largement partagé, indépendamment des modalités de stockage envisagées. Cette inquiétude est renforcée lorsque les dispositifs impliquent des formes de captation perçues comme intrusives, en particulier les caméras, les microphones ou l'analyse de données corporelles et intimes. À l'inverse, les capteurs environnementaux sont plus facilement acceptés, traduisant une hiérarchisation claire des données selon leur degré d'intimité.

Par ailleurs, un rejet récurrent de l'automatisation totale ressort des réponses. Si les répondant-es reconnaissent l'intérêt d'un système adaptatif, une majorité exprime le besoin de conserver un contrôle explicite sur les décisions prises par le logement. L'automatisation est davantage acceptée lorsqu'elle prend la forme de suggestions ou d'aides à la décision, plutôt que d'actions imposées. Cette exigence de contrôle s'inscrit dans une crainte plus large de dépossession, fréquemment associée à des références à la surveillance ou au « Big Brother » domestique.

Les résultats qualitatifs confirment ces tendances. Les avantages perçus du logement adaptatif sont majoritairement liés au confort, au bien-être et à la personnalisation, tandis que les risques évoqués concernent principalement la vie privée, la fiabilité technologique, le coût et la dépendance au système. Cette ambivalence se traduit par une acceptabilité conditionnelle : le concept est perçu comme pertinent, mais uniquement sous réserve de garanties fortes en matière de transparence, de contrôle utilisateur et de protection des données.

Enfin, la disposition à payer un surcoût pour un logement adaptatif apparaît modérée et relativement indépendante du genre et de la situation financière. Cette dissociation suggère que l'adhésion au concept ne se traduit pas automatiquement par un engagement économique fort, renforçant l'idée que le logement adaptatif est encore perçu, par une partie des répondant·es, comme un service à forte valeur ajoutée mais non indispensable.

Au regard de l'ensemble des résultats obtenus, les hypothèses formulées en amont de cette étude peuvent être précisées et nuancées.

La première hypothèse (H1), selon laquelle les femmes percevraient davantage ce type de logement comme utile et potentiellement bénéfique dans leur quotidien, est **partiellement confirmée**. Si les femmes expriment effectivement un impact plus marqué de certaines contraintes physiologiques et émotionnelles, notamment en lien avec les cycles menstruels, l'analyse statistique ne met pas en évidence de différence significative entre les genres concernant l'utilité perçue globale du concept. Le logement adaptatif apparaît ainsi comme pertinent pour les femmes, sans pour autant constituer un besoin spécifiquement genré dans sa perception globale.

La deuxième hypothèse (H2), postulant l'existence de différences significatives entre les réponses des hommes et des femmes en raison de leurs différences de fonctionnement biologique, est **globalement infirmée** du point de vue de l'acceptabilité et de l'évaluation du concept. Les résultats montrent que, malgré des vécus physiologiques distincts, les deux groupes évaluent de manière comparable l'utilité du logement adaptatif, sa capacité d'adaptation et leur disposition à payer, suggérant une convergence des attentes plutôt qu'une opposition genrée.

La troisième hypothèse (H3), selon laquelle une insatisfaction fréquente vis-à-vis des paramètres intérieurs du logement serait révélée par le questionnaire, est **confirmée**. Une proportion importante des répondant·es déclare ressentir des inconforts sensoriels réguliers, notamment liés au bruit, à la qualité de l'air ou à la température, ainsi qu'une inquiétude marquée concernant leur environnement intérieur. Ces résultats confirment l'existence d'un décalage entre les conditions offertes par le logement actuel et les besoins ressentis au quotidien.

Enfin, l'hypothèse (H4) d'une attente croissante d'adaptation automatique de l'environnement est **confirmée mais fortement conditionnée**. Si le principe d'un logement capable de s'adapter en temps réel est largement perçu comme utile, son acceptabilité dépend étroitement du maintien d'un contrôle explicite par l'utilisateur-riche. Les résultats montrent un rejet clair de l'automatisation totale au profit de systèmes proposant des ajustements ou des recommandations, soulignant que l'enjeu principal ne réside pas dans l'automatisation elle-même, mais dans la manière dont celle-ci est mise en œuvre.

Dans l'ensemble, cette analyse met en évidence que le potentiel du logement adaptatif repose moins sur la performance technologique que sur l'équilibre trouvé entre adaptation, contrôle et respect de l'intimité. Les enjeux soulevés apparaissent ainsi non seulement techniques, mais fondamentalement sociaux, éthiques et architecturaux, conditionnant la possibilité d'un déploiement effectif et durable de ce type de dispositif dans l'habitat quotidien.

## 5.8. Limites méthodologiques et biais de l'étude

L'analyse présentée dans cette partie repose sur un questionnaire exploratoire dont les résultats doivent être interprétés à la lumière de certaines limites méthodologiques. En premier lieu, la composition de l'échantillon introduit plusieurs biais qu'il convient de prendre en compte. La répartition par âge n'est pas homogène, avec une sur-représentation de jeunes adultes, ce qui empêche de considérer l'échantillon comme représentatif de la population générale.

Le questionnaire ayant été diffusé principalement via des réseaux personnels et étudiants, certains profils apparaissent plus présents que d'autres. Une proportion importante de répondant-es déclare notamment être sujette à l'anxiété, ce qui peut s'expliquer par le fait que de nombreux participant-es sont engagé-es dans des cursus académiques exigeants. Cette caractéristique est susceptible d'influencer certaines réponses, en particulier celles liées à la perception du confort, du stress et de l'intérêt porté à un environnement intérieur adaptatif. Les résultats doivent ainsi être interprétés comme reflétant les perceptions d'un groupe spécifique, plutôt que comme une photographie fidèle de l'ensemble de la population.

Toutefois, cette sur-représentation de profils soumis à des contraintes cognitives et émotionnelles importantes peut également être considérée comme pertinente au regard de l'objet de l'étude. Le mémoire s'intéressant précisément aux situations de vulnérabilité, de stress et de charge mentale au sein de l'habitat, les réponses recueillies offrent un éclairage particulièrement intéressant sur les attentes et les freins de populations susceptibles d'être directement concernées par un logement adaptatif.

Par ailleurs, les données analysées reposent exclusivement sur des déclarations subjectives, tant en ce qui concerne les inconforts ressentis que l'utilité perçue du concept ou les inquiétudes liées aux données personnelles. Ces réponses traduisent des perceptions et des intentions, mais ne préjugent pas nécessairement des comportements effectifs en situation réelle. En particulier, l'acceptabilité déclarée d'un dispositif ne garantit ni son adoption durable, ni son usage quotidien une fois confronté à des contraintes concrètes.

Certaines différences observées entre les réponses des hommes et des femmes, notamment concernant le degré d'aisance déclaré face au concept proposé, doivent également être interprétées avec prudence. Ces écarts peuvent relever de biais déclaratifs, liés à la manière de se positionner face à un dispositif technologique ou à la confiance accordée à ses propres capacités, sans que l'analyse statistique ne permette d'en déterminer précisément l'origine.

Enfin, il convient de souligner que les réponses ont été collectées sur une période relativement courte, entre le 5 et le 21 décembre 2025. Cette temporalité, correspondant à une période de fin de semestre et de charge académique élevée, est susceptible d'avoir influencé certaines perceptions, notamment en matière de fatigue, de stress ou de besoin

de confort. Ce contexte doit donc être pris en compte dans l'interprétation globale des résultats.





## 6. Mots-clés

*Habitat adaptatif*: habitat conçu pour ajuster ses paramètres intérieurs (lumière, température, qualité de l'air, acoustique, etc.) en fonction du contexte, des usages et des besoins des occupant-es. L'habitat adaptatif vise à améliorer le confort, le bien-être et la qualité de vie quotidienne en tenant compte des variations physiologiques, émotionnelles et environnementales, sans se limiter à une automatisation standardisée.

*Architecture cognitive*: approche architecturale qui considère le logement comme un environnement en interaction constante avec les processus cognitifs, émotionnels et perceptifs des individus. L'architecture cognitive s'intéresse à la manière dont l'espace influence la perception, l'attention, les émotions et les comportements, et comment, en retour, ces états peuvent être pris en compte pour concevoir des environnements plus ajustés aux besoins humains.

*Acceptabilité*: degré selon lequel un dispositif ou un environnement est perçu comme acceptable par ses utilisateur·rices, au regard de ses bénéfices perçus, de ses contraintes et de ses implications éthiques. Dans le cadre de ce mémoire, l'acceptabilité recouvre notamment les enjeux de contrôle utilisateur, de respect de la vie privée, de gestion des données et de non-intrusion, et conditionne la possibilité d'adoption réelle et durable d'un habitat adaptatif.



## 7. Bibliographie

- [1] Xize Wang, and Tao Liu. 2022. “Home-made Blues: Residential Crowding and mental health in Beijing, China.”
- [2] Andrea Amerio, and Brambilla Andrea. 2020. “COVID-19 Lockdown: Housing Built Environment’s Effects on Mental Health.” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17 (Janvier): 5973.
- [3] Brooks Samantha, and Webster Rebecca. 2020. “The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence.” *The Lancet* 395 (Mars).
- [4] Wang Ruoyu, and Helbich Marco. 2019. “Urban greenery and mental wellbeing in adults: Cross-sectional mediation analyses on multiple pathways across different greenery measures.” arXiv, (Mai).
- [5] Endravan Mala, and Françoise Thellier. 2004. “Effets du comportement humain sur le confort et la consommation d’énergie dans l’habitat climatisé.” HAL open science hal-02175483.
- [6] Ko Jaechang, Ennemoser Benjamin, and Yoo Wonjae. 2023. “Architectural spatial layout planning using artificial intelligence.” *Automation in Construction* 154 (Octobre). 10.1016/j.autcon.2023.105019.
- [7] The Decision Lab. n.d. “Behavioral Science Applied.” <https://thedecisionlab.com/fr/insights/policy/combining-artificial-intelligence-and-behavioral-science-can-bring-massive-benefits-we-just-need-to-do-so-responsibly>.
- [8] Ulrich Roger. 1984. “View Through a Window May Influence Recovery from Surgery.” *Science* 224 (Avril): 420-421. 10.1126/science.6143402.
- [9] Kaplan, and Kaplan. 1989. *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*.
- [10] Browning, and Ryan. 2009. *The Economics of Biophilia: Why Designing With Nature in Mind Makes Financial Sense*. N.p.: Terrapin Bright Green.
- [11] Merabet Ghezlane, and Essaïdi Mohamed. 2020. “Artificial Intelligence-Assisted Energy and Thermal Comfort Control for Sustainable Buildings: An Extended Representation of the Systematic Review.” arXiv, (Août). 10.48550/arXiv.2006.12559.
- [12] Calvo, and D’Mello. 2010. In *Affect Detection: An Interdisciplinary Review of Models, Methods, and Their Applications*. <https://doi.org/10.1109/T-AFFC.2010.1>.

- [13] Pantic, and Rothkrantz. 2000. In Automatic Analysis of Facial Expressions: The State of the Art. <https://doi.org/10.1109/5.848426>.
- [14] Rashidi, Cook, Holder, Schmitter-Edgecombe. 2011. Discovering Activities to Recognize and Track in a Smart Environment. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2010.148>
- [15] Vincirelli, Pantic, Bourlard. 2009. "Social Signal Processing: Survey of an Emerging Domain." <https://doi.org/10.1109/JSTSP.2009.2021092>.
- [16] Soleymani Mohammad, Jan Lichtenauer, Timo Pun, Mohamed Pantic. 2012. "A Multimodal Database for Affect Recognition and Implicit Tagging." IEEE Transactions on Affective Computing 3:42-55. [10.1109/T-AFFC.2012.2204334](https://doi.org/10.1109/T-AFFC.2012.2204334).
- [17] Hanui Yu, T. Akita. 2022. Effects of illuminance and color temperature of a general lighting system on psychophysiology while performing paper and computer tasks. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109796>
- [18] Yvonne De Kort, Karin C H J Smolders. 2010. Effects of dynamic lighting on office workers: First results of a field study with monthly alternating settings. [https://doi.org/10.1177/1477153510378150?urlappend=%3Futm\\_source%3Dresearchgate.net%26utm\\_medium%3Darticle](https://doi.org/10.1177/1477153510378150?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle)
- [19] Mostafavi, Vujovic, Xu, Hensel. 2024. Impacts of Illuminance and Correlated Color Temperature on Cognitive Performance: A VR-Lighting Study. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.02728>
- [20] Yanovich, Ketko, Charkoudian. 2020. Sex Differences in Human Thermoregulation: Relevance for 2020 and Beyond. <https://doi.org/10.1152/physiol.00035.2019>
- [21] Resnick, Perry, Parry, Mostofi , Udell. 1997. Neuropsychological performance across the menstrual cycle in women with and without premenstrual dysphoric disorder. [https://doi.org/10.1016/S0165-1781\(97\)00142-X](https://doi.org/10.1016/S0165-1781(97)00142-X)
- [22] Brar, Singh, Kumar. 2015. Effect of Different Phases of Menstrual Cycle on Heart Rate Variability (HRV). <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/13795.6592>
- [23] Mostafavi, Xu, Kalantari. 2024. Effects of illuminance and correlated color temperature on emotional responses and lighting adjustment behaviors. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.108833>
- [24] Sorokowski, Karwowski, Misiak, Konstancja, Dziekan, Hummel, Sorokowska. 2019. Sex Differences in Human Olfaction: A Meta-Analysis. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00242>

- [25] Souza, Luckwu, Andrade, Pessoa, Nascimento, Rosa. 2017. Variation in the Hearing Threshold in Women during the Menstrual Cycle. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1598601>
- [26] Esteve, Pohl, Becca, Fang, Galeano, Garcia-Roman, Reher, Trias-Prats, Turu. 2024. A global perspective on household size and composition, 1970–2020. <https://doi.org/10.1186/s41118-024-00211-6>
- [27] Dear, Brager. 2001. The adaptive model of thermal comfort and energy conservation in the built environment. <https://doi.org/10.1007/s004840100093>
- [28] Frontczak, Wargocki. 2011. Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.021>
- [29] Norman. 2013. The Design of Everyday Things.
- [30] Kahneman. 2011. Thinking Fast and Slow. <https://doi.org/10.1007/s00362-013-0533-y>
- [31] Xu, Zhang, Wu, Lian, Xu. 2024. Sex differences in body temperature and thermal perception under stable and transient thermal environments: A comparative study. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175323>
- [32] Aletta, Kang, Axelsson. 2014. Soundscape descriptors and a conceptual framework for developing predictive soundscape models. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.02.001>
- [33] Sayin, Krishna, Ardelet, Decré, Goudey. 2013. “Sound and safe”: The effect of ambient sound on the perceived safety of public spaces. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2015.06.002>
- [34] Schäfer, Sedlmeier, Städtler, Huron. 2013. The psychological functions of music listening. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00511>
- [35] Hongisto. 2008. Effects of sound masking on workers – a case study in a land scaped office. <http://www.icben.org/2008/pdfs/hongisto.pdf>
- [36] Nummenmaa, Glerean, Hari, Hietanen. 2013. Bodily maps of emotions. <https://doi.org/10.1073/pnas.1321664111>
- [37] Conover. 1999. Practical Nonparametric Statistics 3rd Edition. ISBN: 978-0-471-16068-7
- [38] Siegel. 1956. Nonparametric statistics for the behavioral sciences.  
DOI:10.1097/00005053-195707000-00032
- [39] Tomczak, Tomczak-Łukaszewska. 2014. The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. ISSN : 2299-9590

- [40] Boone, Boone. 2012. Analyzing Likert Data. <https://joe.org/joe/2012april/tt2.php>
- [41] Santé Publique France, 2025. Prévalence des états anxieux chez les 18-85 ans : Résultats du Baromètre Santé publique France (2017-2021).  
[https://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2025/14/2025\\_14\\_1.html?.com](https://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2025/14/2025_14_1.html?.com)
- [42] Santé Publique France. 2011. Epidémiologie de l'insomnie en France : état des lieux.  
<https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/sommeil/documents/article/epidemiologie-de-l-insomnie-en-france-etat-des-lieux>
- [43] ANSES. 2022. Note d'appui scientifique et technique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.  
<https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2020ASTo168.pdf>
- [44] Health Data Hub. 2025. Cartographie des patients migraineux en France : Etude en vie réelle basée sur les dossiers médicaux électroniques. [Cartographie des patients migraineux en France : Etude en vie réelle basée sur les dossiers médicaux électroniques | Health Data Hub](#)



## 8. Annexes

### 8.1. Questionnaire

Le questionnaire comporte dans l'ordre les 28 questions suivantes, sachant que celles en **bleu** sont réservées aux femmes uniquement.

1. Votre genre
  - Homme
  - Femme
  
2. Votre âge
  
3. Quelle est votre situation actuelle ?
  - Enseignement secondaire
  - Étudiant·e
  - Salarié·e à horaires classiques
  - Salarié·e à horaires atypiques (travailler au moins la moitié du temps hors de la plage horaire 9h-17h)
  - Télétravail majoritaire ou total
  - Auto-entrepreneur·e à horaires libres
  - Chômage
  - Retraité·e
  
4. Comment décririez-vous votre situation financière actuelle ?
  - 1: Difficile
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5: Confortable
  
5. Diriez-vous que vous êtes à l'aise avec les technologies en général ?
  - 1: Pas du tout
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5: Beaucoup

### **Vos particularités sensorielles**

6. Parmi ces stimuli, lesquels vous affectent dans votre quotidien ? (pour chaque catégorie, répondre de 1: Très peu à 5: Beaucoup)
- Bruits
  - Lumières
  - Températures
  - Odeurs
  - Qualité de l'air
7. Êtes-vous concerné-e par l'un de ces inconforts fréquents ?
- Allergies Respiratoires
  - Insomnies
  - Migraines
  - Anxiété
  - Troubles hormonaux
  - Aucun de cette liste

### **Vos cycles menstruels**

8. À quel point vous sentez-vous physiquement et mentalement impactée par vos cycles menstruels ?
- 1: Pas du tout
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5: Beaucoup
9. Comment cela se traduit-il ? (pour chaque catégorie, répondre de 1: Pas du tout à 5: Beaucoup)
- Émotionnellement (baisse de moral, irritabilité, pics d'énergie, ...)
  - Fatigue mentale et/ou difficultés de concentration
  - Troubles du sommeil (insomnies, hypersomnie, ...)
  - Sensibilité accrue aux sons, lumières ou températures
  - Douleurs

## Votre logement actuel

10. Dans quel type de logement vivez-vous ?
- Seul-e dans un logement de moins de 20m<sup>2</sup>
  - Seul-e dans un logement de plus de 20m<sup>2</sup>
  - En colocation dans un logement de moins de 50m<sup>2</sup>
  - En colocation dans un logement de plus de 50m<sup>2</sup>
11. À quel point chacun de ces critères est important pour vous dans le choix et l'appréciation d'un logement ? (pour chaque catégorie, répondre de 1: Très peu à 5: Beaucoup)
- Prix
  - Consommation énergétique et écologie
  - Esthétique du lieu
  - Praticité
  - Sécurité (incendies, intrusions, chutes, etc.)
  - Confort thermique
  - Lumière
  - Qualité de l'air
  - Acoustique
  - Odeurs
12. Ressentez-vous parfois un inconfort sensoriel dans votre logement (lié à la lumière, la température, les odeurs, le bruit, la qualité de l'air) ?
- 1: Pas du tout
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5: Beaucoup
13. Parvenez-vous à adapter facilement votre logement actuel à ces besoins ?
- 1: Pas du tout
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5: Beaucoup

14. Trouveriez-vous utile, sur le principe, que votre logement s'adapte automatiquement à ces besoins ?
- 1: Pas du tout
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5: Beaucoup

### **Scénarios concrets**

15. Scénario A: Après une journée stressante, l'appartement baisse automatiquement la luminosité, diffuse un parfum relaxant et lance une musique apaisante. Ce scénario me paraît utile.
- 1: Pas du tout d'accord
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5: Tout à fait d'accord
16. Scénario B: Lors d'une pointe de fatigue détectée via votre montre connectée, le logement ajuste la température et suggère une pause hydratation. Ce scénario me paraît utile.
- 1: Pas du tout d'accord
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5: Tout à fait d'accord
17. Scénario C: Lorsque je suis en télétravail, le logement diffuse du bruit blanc pour atténuer les nuisances sonores extérieures et ajuste la qualité de l'air pour optimiser ma concentration. Ce scénario me paraît utile.
- 1: Pas du tout d'accord
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5: Tout à fait d'accord

### Acceptabilité des capteurs

Afin de mettre en place un tel système qui adapte votre logements à vos besoins sensoriels, il faudrait placer un certain nombre de capteurs communiquant avec une intelligence artificielle. Les capteurs transmettraient aussi bien les données telles que la température de l'air, le niveau sonore du logement etc., que des observations vous concernant (rythme cardiaque, expression faciale, etc.). Cette intelligence interprète ensuite l'ensemble de ces données pour comprendre votre état physique et émotionnel, et change les conditions dans l'espace de vie (lorsque vous semblez stressé, semblez avoir froid, etc) pour améliorer votre bien-être. Se pose donc la question de votre rapport à ces capteurs.

18. Cochez les pièces où vous accepteriez d'avoir le capteur mentionné, sachant que plus vous avez de capteurs et plus le système serait efficace:

	salon	cuisine	chambre	salle de bain	buanderie
capteurs de présence	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
caméras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
micros analysant la prosodie de votre voix (*prosodie = ensemble des caractéristiques de la voix: le timbre, le volume, etc., donnant des informations sur nos émotions et nos intentions)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Seriez vous à l'aise avec une IA qui analyse vos cycles menstruels, à partir d'une application sur laquelle vous enregistreriez vos données ainsi qu'à partir de votre état visible grâce aux capteurs (fatigue, insomnies, température corporelle, etc) ?
- 1: Pas du tout
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5: Tout à fait
20. Préférez-vous que le logement vous propose des ajustements avant d'agir ?
- 1: Je préfère que le logement ajuste automatiquement les paramètres sans intervention de ma part.
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5: Je préfère garder un contrôle manuel total, sans automatisme.
21. Y a-t-il des dispositifs que vous jugez intrusifs ?
- Capteurs de présence
  - Caméras
  - Capteurs de température corporelle
  - Micros
  - Montre connectée mesurant le rythme cardiaque
  - IA analysant mes cycles menstruels

### **Stockage de vos données**

22. Accepteriez-vous que vos données issues de ces capteurs soient **stockées localement** ? Cela signifie qu'elles seraient stockées chez vous, hors ligne, comme si elles étaient sur une grosse clé USB.
- 1: Pas du tout
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5: Tout à fait

23. Au contraire, lesquelles de ces données accepteriez-vous **de stocker** sur un serveur en ligne (avec le même système de stockage que vos mails, vos messages sur les réseaux, iCloud etc) ?

- Capteurs de présence
- Caméras
- Capteurs de température corporelle
- Micros
- Capteurs d'air
- Montre connectée
- Une IA qui analyse mes cycles menstruels
- Autre:

24. Êtes-vous inquièt-e de la confidentialité de ces données, quelle que soit la solution de stockage ?

- 1: Pas du tout
- 2
- 3
- 4
- 5: Tout à fait

### **Dispositions**

25. Quel **surcoût de loyer** mensuel, par rapport à un logement normal, seriez vous prêt-e à accepter pour un tel logement adaptatif ?

- Aucun
- + 20-50 €
- + 51 - 100 €
- + 101 -150 €
- + de 150 €

26. Quelles conditions rendraient ce système acceptable pour vous ?

- Un prix raisonnable
- Une consommation énergétique faible
- La confidentialité de mes données
- La facilité d'utilisation
- Un contrôle manuel total possible, et la possibilité d'éteindre le système
- La discrétion et l'esthétique des capteurs

- La possibilité d'avoir des pièces sans ou avec moins de capteurs
- Aucun
- Autre :

**Questions ouvertes**

27. Selon vous, quels avantages majeurs présente un tel logement et quels en sont les inconvénients ou risques ?
28. Avez-vous quelque chose à ajouter ?

## 8.2. Calcul de la corrélation de Spearman pour l'âge et l'utilité perçue du concept

Le calcul qui suit a été réalisé à l'aide de Mathcracker.com.

Soit X l'âge des répondants et Y la réponse à la question n°14 concernant l'utilité perçue du concept, selon l'échelle de Likert où 1 représente "Pas du tout" et 5 "Beaucoup".

X	Rang (X)	Y	Rang (Y)	Rank(X)*Rank(Y)	Rank(X) <sup>2</sup>	Rank(Y) <sup>2</sup>
50	118	3	29	3422	13924	841
25	67.5	3	29	1957.5	4556.25	841
24	46.5	3	29	1348.5	2162.25	841
25	67.5	2	10.5	708.75	4556.25	110.25
23	28	5	108.5	3038	784	11772.25
23	28	4	63	1764	784	3969
24	46.5	5	108.5	5045.25	2162.25	11772.25
24	46.5	5	108.5	5045.25	2162.25	11772.25
24	46.5	4	63	2929.5	2162.25	3969
24	46.5	3	29	1348.5	2162.25	841
59	128	4	63	8064	16384	3969
25	67.5	5	108.5	7323.75	4556.25	11772.25
22	16	3	29	464	256	841
50	118	5	108.5	12803	13924	11772.25
25	67.5	4	63	4252.5	4556.25	3969
23	28	4	63	1764	784	3969
24	46.5	4	63	2929.5	2162.25	3969
25	67.5	4	63	4252.5	4556.25	3969
15	1	5	108.5	108.5	1	11772.25
21	7	3	29	203	49	841
23	28	4	63	1764	784	3969
23	28	4	63	1764	784	3969
26	82	3	29	2378	6724	841
24	46.5	4	63	2929.5	2162.25	3969
23	28	4	63	1764	784	3969
24	46.5	2	10.5	488.25	2162.25	110.25
25	67.5	3	29	1957.5	4556.25	841

21	7	5	108.5	759.5	49	11772.25
22	16	4	63	1008	256	3969
25	67.5	5	108.5	7323.75	4556.25	11772.25
26	82	3	29	2378	6724	841
26	82	3	29	2378	6724	841
22	16	4	63	1008	256	3969
28	92.5	5	108.5	10036.25	8556.25	11772.25
25	67.5	5	108.5	7323.75	4556.25	11772.25
54	122	3	29	3538	14884	841
26	82	4	63	5166	6724	3969
22	16	5	108.5	1736	256	11772.25
22	16	3	29	464	256	841
24	46.5	5	108.5	5045.25	2162.25	11772.25
23	28	4	63	1764	784	3969
27	89.5	3	29	2595.5	8010.25	841
28	92.5	4	63	5827.5	8556.25	3969
34	102	3	29	2958	10404	841
22	16	5	108.5	1736	256	11772.25
25	67.5	3	29	1957.5	4556.25	841
26	82	4	63	5166	6724	3969
26	82	5	108.5	8897	6724	11772.25
27	89.5	5	108.5	9710.75	8010.25	11772.25
24	46.5	3	29	1348.5	2162.25	841
21	7	2	10.5	73.5	49	110.25
26	82	5	108.5	8897	6724	11772.25
62	131.5	4	63	8284.5	17292.25	3969
36	104	3	29	3016	10816	841
62	131.5	4	63	8284.5	17292.25	3969
32	99	4	63	6237	9801	3969
49	116	5	108.5	12586	13456	11772.25
40	105	4	63	6615	11025	3969
43	108.5	4	63	6835.5	11772.25	3969
51	120	5	108.5	13020	14400	11772.25
24	46.5	1	2.5	116.25	2162.25	6.25
25	67.5	1	2.5	168.75	4556.25	6.25
52	121	5	108.5	13128.5	14641	11772.25
42	106.5	5	108.5	11555.25	11342.25	11772.25

50	118	1	2.5	295	13924	6.25
24	46.5	4	63	2929.5	2162.25	3969
22	16	4	63	1008	256	3969
44	110.5	2	10.5	1160.25	12210.25	110.25
33	101	2	10.5	1060.5	10201	110.25
58	126	5	108.5	13671	15876	11772.25
32	99	5	108.5	10741.5	9801	11772.25
23	28	3	29	812	784	841
22	16	5	108.5	1736	256	11772.25
24	46.5	4	63	2929.5	2162.25	3969
25	67.5	4	63	4252.5	4556.25	3969
24	46.5	4	63	2929.5	2162.25	3969
23	28	2	10.5	294	784	110.25
24	46.5	5	108.5	5045.25	2162.25	11772.25
24	46.5	5	108.5	5045.25	2162.25	11772.25
24	46.5	5	108.5	5045.25	2162.25	11772.25
21	7	5	108.5	759.5	49	11772.25
21	7	5	108.5	759.5	49	11772.25
21	7	5	108.5	759.5	49	11772.25
58	126	4	63	7938	15876	3969
23	28	5	108.5	3038	784	11772.25
23	28	2	10.5	294	784	110.25
25	67.5	4	63	4252.5	4556.25	3969
23	28	4	63	1764	784	3969
27	89.5	5	108.5	9710.75	8010.25	11772.25
25	67.5	3	29	1957.5	4556.25	841
60	129.5	5	108.5	14050.75	16770.25	11772.25
21	7	5	108.5	759.5	49	11772.25
26	82	2	10.5	861	6724	110.25
24	46.5	5	108.5	5045.25	2162.25	11772.25
22	16	3	29	464	256	841
25	67.5	3	29	1957.5	4556.25	841
24	46.5	4	63	2929.5	2162.25	3969
57	123.5	5	108.5	13399.75	15252.25	11772.25
57	123.5	5	108.5	13399.75	15252.25	11772.25
22	16	5	108.5	1736	256	11772.25
17	2	5	108.5	217	4	11772.25

24	46.5	3	29	1348.5	2162.25	841
26	82	4	63	5166	6724	3969
24	46.5	4	63	2929.5	2162.25	3969
23	28	5	108.5	3038	784	11772.25
25	67.5	5	108.5	7323.75	4556.25	11772.25
30	96	4	63	6048	9216	3969
25	67.5	5	108.5	7323.75	4556.25	11772.25
29	94.5	5	108.5	10253.25	8930.25	11772.25
26	82	5	108.5	8897	6724	11772.25
44	110.5	4	63	6961.5	12210.25	3969
20	3	5	108.5	325.5	9	11772.25
27	89.5	4	63	5638.5	8010.25	3969
45	112.5	4	63	7087.5	12656.25	3969
35	103	2	10.5	1081.5	10609	110.25
26	82	4	63	5166	6724	3969
60	129.5	3	29	3755.5	16770.25	841
46	114	2	10.5	1197	12996	110.25
25	67.5	4	63	4252.5	4556.25	3969
31	97	5	108.5	10524.5	9409	11772.25
29	94.5	1	2.5	236.25	8930.25	6.25
24	46.5	4	63	2929.5	2162.25	3969
58	126	3	29	3654	15876	841
45	112.5	5	108.5	12206.25	12656.25	11772.25
24	46.5	3	29	1348.5	2162.25	841
43	108.5	5	108.5	11772.25	11772.25	11772.25
32	99	4	63	6237	9801	3969
42	106.5	5	108.5	11555.25	11342.25	11772.25
48	115	2	10.5	1207.5	13225	110.25
22	16	4	63	1008	256	3969
25	67.5	2	10.5	708.75	4556.25	110.25
24	46.5	4	63	2929.5	2162.25	3969
Somme:	8778		8778	569879	773310	758108

$$r_s = \frac{SS_{XY}}{\sqrt{SS_{XX}SS_{YY}}}$$

où

$$SS_{\bar{X}\bar{Y}} = \sum_{i=1}^n \text{Rank}(X_i)\text{Rank}(Y_i) - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n \text{Rank}(X_i) \right) \left( \sum_{i=1}^n \text{Rank}(Y_i) \right)$$

$$SS_{\bar{X}\bar{X}} = \sum_{i=1}^n \text{Rank}(X_i)^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n \text{Rank}(X_i) \right)^2$$

$$SS_{\bar{Y}\bar{Y}} = \sum_{i=1}^n \text{Rank}(Y_i)^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n \text{Rank}(Y_i) \right)^2$$

Dans ce cas, sur la base des données fournies, nous obtenons que

$$SS_{\bar{X}\bar{Y}} = 569879 - \frac{1}{132}(8778 \times 8778) = 569879$$

$$SS_{\bar{X}\bar{X}} = 773310 - \frac{1}{132}(8778)^2 = 773310$$

$$SS_{\bar{Y}\bar{Y}} = 758108 - \frac{1}{132}(8778)^2 = 758108$$

par conséquent, sur la base de ces informations, le coefficient de corrélation de Spearman de l'échantillon est calculé comme suit

$$\begin{aligned} r_s &= \frac{SS_{\bar{X}\bar{Y}}}{\sqrt{SS_{\bar{X}\bar{X}}SS_{\bar{Y}\bar{Y}}}} \\ &= \frac{569879}{\sqrt{773310 \times 758108}} \\ &= -0.076 \end{aligned}$$

Par conséquent, sur la base des informations fournies ci-dessus, on constate que le coefficient de corrélation de Spearman est  $r_s = -0.076$