



**HAL**  
open science

# Définition des attentes des usagers des places urbaines en terme d'ensoleillement

Bastien Bignon

► **To cite this version:**

Bastien Bignon. Définition des attentes des usagers des places urbaines en terme d'ensoleillement. Architecture, aménagement de l'espace. 2017. dumas-01581431

**HAL Id: dumas-01581431**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01581431>**

Submitted on 4 Sep 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License



**MASTER SCIENCES ET TECHNIQUES DES ENVIRONNEMENTS URBAINS**

**SPECIALITE AMBIANCES ET FORMES URBAINES**

**Année 2016/2017**

**Thèse de Master STEU**

**Diplôme cohabilité :  
École Centrale de Nantes  
Ecole Nationale Supérieure des Mines de Nantes  
Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes**

Présentée et soutenue par :

BASTIEN BIGNON

le 28/08/2017

à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes

**TITRE**

**DEFINITION DES ATTENTES DES USAGERS DES PLACES URBAINES EN TERMES D'ENSOLEILLEMENT**

**JURY**

Président :

Vincent Tourre – Maître de conférences – Ecole Centrale de Nantes

Examineurs :

Thomas Leduc – Directeur du CRENAU

Pascal Joanne – Maître-assistant – ENSA Nantes

---

Directeur de mémoire : Thomas Leduc

Co-encadrant : Pascal Joanne

Laboratoire/Institution : CRENAU (UMR Ambiances, Architectures, Urbanités)

## Résumé en français

### Titre : Définition des attentes des usagers des places urbaines en termes d'ensoleillement

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet MERUBBI : Méthode d'Exploitation des Ressources Utiles du Bâtiment Bioclimatique dans son Ilot. L'objectif est de permettre la construction raisonnée de bâtiments neufs, en s'appuyant sur deux piliers : les principes bioclimatiques et les principes d'isolation. Nous nous intéressons au premier, et plus particulièrement la dimension solaire.

Dans cette recherche, nous nous intéressons au tracé d'ombres des places urbaines. L'objectif est d'identifier les critères utilisés par les usagers pour définir la qualité de l'ensoleillement d'une place. A plus long terme, le but est de préparer le terrain pour d'éventuelles réglementations sur l'accès solaire des places, dans la lignée des réglementations concernant le bâti. Si notre principale préoccupation est la dimension lumineuse du soleil, nous sommes cependant bien conscients qu'elle est indissociable de la dimension thermique.

Après une présentation du contexte de la recherche, et notamment du projet MERUBBI dans lequel elle s'inscrit, nous abordons l'état de l'art. Celui-ci se concentre sur différents aspects liés à notre étude : l'accès solaire, les questions d'ambiance lumineuse, les effets lumineux, la réglementation et les dispositifs d'enquête.

Nous réfléchissons ensuite à la méthode qui peut nous permettre d'identifier les attentes des usagers concernant l'ensoleillement. Nous optons pour l'enquête quantitative aléatoire, afin de recueillir directement leur opinion. Le questionnaire mis en place repose essentiellement sur des analyses iconographiques simples (à base de questions préformées) de tracés d'ombre pour des photographies de places urbaines. L'enquête se déroule à Nantes en juin 2017.

Plusieurs paramètres varient selon les photos, et nous tentons d'identifier par des méthodes statistiques d'éventuelles corrélations entre les notes attribuées par l'utilisateur et ces paramètres. Nous présentons dans ce travail les limites de cette méthode, et les biais qui rentrent en jeu lors de l'évaluation des photos. Ce travail ne se positionne pas comme une réponse tranchée, mais comme une tentative d'interprétation de l'opinion des habitants sur un sujet complexe.

Après le dépouillement de notre enquête, nous tirons les résultats suivants :

- L'utilisateur recherche le soleil en hiver, et l'ombre en été
- L'ensoleillement des façades est apprécié par les usagers

Ces résultats sont une étape dans la création d'indicateurs pouvant être utilisés pour l'évaluation et la réglementation de l'aspect solaire sur les places urbaines. Ce travail reflète les préoccupations des usagers sur le sujet.

Mots-clés : Accès solaire, réglementation, enquête, places urbaines, tracé d'ombre, analyse iconographique, approche quantitative, plan d'urbanisme

Discipline : Sciences de l'Environnement

## Abstract in English

### **Title: Definition of expectations of the users of the urban squares regarding sunlight**

This work is part of the MERUBBI Project: *Méthode d'Exploitation des Ressources Utiles du Bâtiment Bioclimatique dans son Ilot* (Methods for exploiting useful resources of a bioclimatic building in its built environment). The goal is to allow the reasoned construction of new buildings, based on bioclimatic principles and insulation methods. We focus on the first one, especially the aspect of sunlight.

In this research, we have taken an interest in the shadows cast on urban squares. The objective is to identify the criteria used by the urbanites to define the quality of the sunlight in urban squares. More long-term, the aim is to prepare the ground for eventual regulations on solar access in urban squares, following the lead of building regulations. Our main concern is the light dimension, but we are aware that it is inseparable from the thermal dimension.

After a presentation of the research context and the MERUBBI project, we address the state of the art which considers several aspects linked to our study: solar access, atmosphere and effects created by light, regulations and survey practices.

We then attempt to construct an approach that would enable us to identify the expectations of users regarding sunlight. We opt for random quantitative surveys with the purpose of collecting their direct opinions. We choose to build a questionnaire in order to focus on the results more than on their formulation. The survey is conducted in Nantes during the month of June 2017. It is mainly composed of a set of pictures where the users have to grade their sunlight satisfaction.

Through statistical methods, we try to link the gaps between the grades given by urbanites and the multiple changing parameters between the pictures. We then present the limits of our method and the numerous biases that may come into play during the evaluation of pictures. This work is not to be seen as a final answer but more as an attempt to interpret the opinion of end users on a complex issue.

We can draw the following conclusions from our survey:

- The users look for sunlight in winter, and shadows in summer
- Sunlight on facades is appreciated by users

Those results are a step forward in the creation of indicators that could be used in the assessment and legal regulation of the solar aspect of urban places. Primarily, this work reflects urbanites' concerns and preferences on the topic.

Keywords: Solar access, regulation, survey, urban squares, shadow casting, iconographic analysis, quantitative approach, urban plan

Discipline: Environmental science

## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Thomas Leduc et Pascal Joanne, qui ont encadré mon stage, pour avoir su me guider et m'accompagner dans ce travail de recherche.

Merci à toute l'équipe du CRENAU, permanents et doctorants, pour leurs conseils et leurs retours constructifs sur mes travaux. Je remercie particulièrement mes collègues stagiaires, que j'ai souvent sollicités, pour leur disponibilité. Je les remercie notamment d'avoir testé mon questionnaire, et de m'avoir conseillé sur les modifications à lui apporter. Je tiens aussi à remercier Kevin Hartwell, pour son aide, en particulier sur SketchUp.

Merci à Eugenio Morello et Jean-Pierre Brindel, pour avoir répondu à mes mails sur la réglementation urbaine. Merci aussi à Françoise Foucher, pour le temps qu'elle m'a accordé pour m'aider sur les traitements statistiques.

Enfin, je suis reconnaissant à toutes les personnes ayant pris le temps de répondre à mon enquête, qui m'ont permis de réaliser ce rapport.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

## Sommaire

1	Présentation de la recherche.....	5
1.1	Contexte.....	5
1.2	Problématique.....	6
1.3	Hypothèses.....	8
1.4	Méthodologie.....	8
2	Etat de l'art.....	9
2.1	Accès au soleil.....	9
2.2	Effets de la lumière.....	10
2.3	Règlementation existante.....	12
2.3.1	En France : les PLU.....	12
2.3.2	Autres réglementations.....	21
2.3.3	Bilan.....	27
2.4	Enquête.....	27
2.4.1	Anna Ponizy : les tâches solaires.....	28
2.4.2	Paola Moreno : la présence d'usagers sur les supports de promotion.....	29
2.4.3	Jean-Claude Kaufmann : l'entretien compréhensif.....	29
3	Mise en place d'un questionnaire.....	31
3.1	Choix méthodologiques.....	31
3.2	Elaboration du questionnaire.....	34
4	Réalisation de l'enquête.....	37
4.1	Conditions de l'enquête.....	37
4.2	Affinement de la démarche.....	37
4.3	Retours sur la démarche.....	38
5	Analyse des résultats.....	40
5.1	Présentation des résultats.....	40
5.1.1	Profil des usagers.....	40
5.1.2	Horaires d'ensoleillement recherchés.....	41
5.1.3	Les notations des photos.....	42
5.2	Analyse des résultats.....	43
5.3	Limites.....	45
6	Conclusion.....	47
6.1	Conclusion.....	47
6.2	Discussion.....	47
6.3	Perspectives.....	48
7	Bibliographie.....	49
8	Annexes.....	53

# 1 Présentation de la recherche

## 1.1 Contexte

Steele (1997) définit l'architecture durable ("*sustainable architecture*") ainsi: "*An architecture that meets the need of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*".

D'après Bigorne (2012), la construction des villes est très étroitement liée à la disponibilité en énergie. Pour lui, elle a connu trois phases :

- La première, avant la révolution industrielle : l'énergie étant très limitée, les bâtiments étaient construits en cohérence avec le climat ;
- La deuxième, à partir de la révolution et pendant les trente glorieuses: l'énergie n'étant plus une contrainte, les bâtiments négligent le climat ;
- La troisième, aujourd'hui: les bâtiments doivent renouer avec le climat pour réduire les dépenses énergétiques, qui ne cessent d'augmenter.

Parallèlement, il est reconnu que la ville compacte est intéressante pour le gain d'espace qu'elle peut offrir, mais aussi pour ses performances énergétiques (Arantes et al. 2016). Mais la compacité, qui permet notamment de réduire les pertes énergétiques, « pose aussi des problèmes d'accessibilité des bâtiments voisins à la ressource solaire, en diminuant leurs possibilités d'exploitation de cette ressource pour combler leurs besoins de chauffage et d'éclairage » (Ribault et al. 2016).

C'est donc dans ce contexte contradictoire que les villes cherchent aujourd'hui à se construire. On cherche à s'exposer aux rayons du soleil, pour en capter l'énergie, mais on souhaite aussi réduire le phénomène d'îlot de chaleur urbain résultant notamment du piégeage radiatif. Le soleil, à la fois source d'énergie à exploiter et contrainte, devient donc un enjeu complexe à prendre en compte dans l'aménagement urbain. Et si le bâtiment est au cœur de la problématique, les espaces publics n'en sont pas pour autant négligeables. En effet, centres attractif de la ville, ces espaces sont directement impactés par le soleil.

Notre recherche s'inscrit dans le cadre du projet MERUBBI: Méthodes d'Exploitation des Ressources Utiles du Bâtiment Bioclimatique dans son Ilot. L'objectif est de permettre la construction raisonnée de bâtiments neufs, en s'appuyant sur deux piliers : les principes bioclimatiques et les principes d'isolation. Nous nous intéresserons au premier. Ceux-ci consistent à exploiter l'énergie naturelle (vent, soleil, etc.) au profit des bâtiments. Notre étude s'intéresse plus particulièrement au rayonnement solaire, et surtout à sa dimension lumineuse. Le soleil est une source d'énergie pour les panneaux photovoltaïques, mais permet aussi des économies énergétiques en chauffant et éclairant de manière naturelle. Le défi est donc de préserver l'accès au soleil pour exploiter les apports énergétiques qu'il offre sous plusieurs formes.

## 1.2 Problématique

Ce travail a pour thème l'ensoleillement. Le cahier des charges initial est le suivant :

L'objectif de ce stage recherche de 5 mois consiste à poser la question du caractère opératoire de l'intention d'ambiances lumineuses, de sa généralisation et de sa traduction réglementaire dans les plans locaux d'urbanisme.

- 1) Etat de l'art relatif aux enveloppes solaires, aux méthodes de simulation inverse de l'éclairement solaire direct et aux intentions d'ambiances lumineuses,
- 2) Recensement et traduction algorithmique d'intentions d'ambiances lumineuses,
- 3) Inventaire de configurations urbaines représentatives,
- 4) Implications (morphologique, énergétique, etc.) des intentions d'ambiances recensées (2) sur les formes induites issues des configurations urbaines représentatives (3),
- 5) Enseignements éventuels : peut-on en dériver quelques grands principes géométriques, un répertoire de formes caractéristiques pour quelques situations types, une sorte d'abaque, etc. ?
- 6) L'enveloppe constructible contrainte par l'accès à la ressource solaire du voisinage - quelle (ébauche de) traduction à l'attention des PLU/PLUi/PLUm, quel caractère opératoire ?

La première partie de ce travail de recherche a donc été de définir une problématique précise, afin de pouvoir s'y concentrer, et d'éviter les dispersions.

Nous sommes donc partis des enveloppes solaires (concept introduit par Ralph Knowles en 1981 (Raboudi et al, 2012)). Ce concept s'intéresse à la morphologie des bâtiments, dans le but de préserver les droits solaires des bâtiments alentours. Notre état de l'art nous montre que les textes de loi ont la même approche: réglementation du bâti neuf pour protéger le bâti existant. Nous avons constaté un manque d'intérêt pour les espaces publics. Leur accès au soleil n'est quasiment jamais protégé par la réglementation. En reprenant le principe des barrières d'ombres de Littlefair (1998), nous nous sommes orientés vers les tracés d'ombre. Notre but est de donner des attributs concrets à ces tracés d'ombre, et de les évaluer, afin d'être capable de les reproduire. Notre principal attribut sera obtenu à partir de ratios de surfaces ensoleillés/à l'ombre. L'établissement d'un lien entre ces ratios de surfaces et l'avis que les usagers ont de l'ensoleillement permettra de connaître les zones à favoriser ou non en termes d'ensoleillement. Pour cela, nous choisissons d'interroger les usagers Nantais à l'aide d'un questionnaire, qui relèvera leurs opinions sur un support qui permettra leur analyse et leur comparaison.

Intéressons-nous maintenant aux termes du sujet, afin de pouvoir le préciser.

L'expression centrale est ici l'intention d'ambiances lumineuses.

Notons d'abord le premier mot : *intention*. Il sous-entend la notion de volonté, c'est donc quelque chose qui doit arriver pendant la phase de conception, avant toute réalisation. C'est le souhait de l'architecte, qui doit être appliqué au projet afin de le faire ressentir à l'utilisateur. « La conception par l'intention consiste, pour une configuration donnée à déterminer les conditions matérielles (géométriques et spatiales) qui vont assurer la réalisation de l'intention énoncée » (Nivet, 1999, p.14). Cette intention doit donc se traduire par des facteurs concrets, tangibles. Nous souhaitons d'abord nous intéresser au point de vue du concepteur, mais le projet ayant pour cible l'utilisateur, c'est vers lui que nous nous tournons finalement. Nous cherchons à identifier ce qu'il souhaite, pour savoir ce que le concepteur doit prévoir.



Nous arrivons donc au concept d'*ambiances lumineuses*. Celui-ci, bien plus complexe, sera abordé dans l'état de l'art à travers les effets lumineux. Si les ambiances lumineuses sont indissociables des autres ambiances (sonores, thermique, etc.) et du concept général d'ambiances, nous nous efforçons de nous focaliser sur la dimension lumineuse.

Précisons un peu le sujet. En premier lieu, lorsque nous parlons de lumière, il faut noter qu'il s'agit ici de lumière naturelle. Ce rapport n'abordera pas la lumière artificielle. Ensuite, nous nous intéressons principalement à la lumière directe du soleil. Celle-ci est en effet la plus propice à l'étude d'un caractère opératoire, du fait de sa binarité (au soleil / à l'ombre). Afin de définir les ambiances lumineuses, nous devons malgré tout faire appel aux lumières indirectes et diffuses, mais elles n'apparaîtront pas, ou peu, dans une traduction réglementaire à cause de leur caractère complexe. Aussi, parler d'ambiance ne peut se réduire à un aspect quantitatif, mais implique nécessairement un aspect qualitatif. Là encore, une traduction réglementaire sera peu aisée, mais le sujet ne peut être écarté. Enfin, puisque nous parlons essentiellement de lumière directe, cela signifie que nous étudions le rayonnement solaire. Celui-ci, s'il est source de lumière, est aussi source de chaleur. La dimension thermique n'est pas le centre du sujet, mais ne peut pas être mise de côté dans notre étude.

Intéressons-nous maintenant aux termes *caractère opératoire*, *généralisation* et *traduction réglementaire*.

Par ces termes, nous mettons en avant notre souhait de pouvoir reproduire les intentions d'ambiances lumineuses, de pouvoir les mettre en œuvre dans différentes situations. Par-là, on veut pouvoir les traduire à une échelle urbaine afin de les rendre « universelles », ou au moins communes, pour permettre leur application. On cherche donc des critères objectifs qui permettraient de définir des consignes à respecter, sans brider le concepteur. Ceci dans le but de préserver le droit au soleil du voisinage. Ce droit au soleil sera aussi à définir plus précisément, afin de déterminer, si l'on peut, ce que l'on en attend vraiment. Cette partie réglementaire, au cœur de notre sujet, restera le point de départ, ainsi que l'objectif à long terme de la recherche. Cependant, nous ne nous avancerons pas nous même sur des propositions de réglementation dans ce travail.

Ce sujet se concentre sur l'échelle de la rue, du quartier. Les règles que l'on pourrait en tirer s'appliqueraient aux bâtiments, afin de respecter l'accès au soleil du voisinage. Les ombres portées n'auraient pas d'importance, ni même de sens, à une échelle plus grande, comme celle de la ville. Il n'est pas non plus question d'éclairage à l'intérieur des bâtiments. Afin de ne pas nous disperser dans une multitude de cas, qui nous empêcheraient une étude approfondie, nous allons étudier une seule typologie urbaine. Etant donné notre échelle, le choix qui nous apparaît le plus cohérent est celui de la place urbaine. Sa multiplicité et sa dimension la rend idéale à étudier. Son caractère minéral la rend aussi pertinente, puisqu'on cherche à réguler le bâtiment.

Le sujet peut donc se résumer ainsi : il s'agit de définir ce que recherche l'utilisateur en termes d'ensoleillement sur les places urbaines.

### 1.3 Hypothèses

Certaines hypothèses, ou supposition, ont été faites lors de la construction du questionnaire. Elles seront abordées dans la partie adéquate. Cependant, pour ce travail, nous sommes quand même partis d'hypothèses plus générales :

- L'ensoleillement a une influence sur les usagers dans leur utilisation de l'espace public, influence qu'ils perçoivent et sont capables d'exprimer.
- Cette influence peut varier en fonction des usagers, mais n'est pas aléatoire : elle suit une certaine tendance et répond à des critères.
- Même sous nos latitudes, où l'ensoleillement est globalement perçu de manière positive, il est parfois évité.
- L'utilisateur, même s'il n'a pas une approche experte des questions d'ensoleillement, dispose d'une « expertise habitante », expérience « personnelle » liée à son vécu et sa fréquentation des places urbaines. Cette expérience donne à son témoignage la pertinence et la valeur nécessaire à son exploitation.

### 1.4 Méthodologie

Nous pouvons nous intéresser à deux acteurs pour cette recherche : les concepteurs et les usagers. Nous avons décidé de nous concentrer sur les seconds. En effet, les usagers sont les cibles principales d'une potentielle réglementation. Les concepteurs, s'ils cherchent logiquement à satisfaire l'utilisateur, peuvent avoir une approche, ou un but différent. Notre approche nous amènera donc à nous interroger sur l'opinion de l'utilisateur.

Nous commençons donc par un état de l'art, que nous décomposerons en plusieurs volets. D'abord, sur l'accès au soleil. Nous voulons constater l'avancée de la recherche sur le sujet, pour voir la pertinence de nos travaux, et pour l'affiner. Ensuite, nous nous intéressons aux ambiances lumineuses. Cette partie a pour but de mieux comprendre la dimension sensible du sujet. Nous continuons par un état de l'art sur les réglementations. Au cœur de notre sujet, cet état de l'art vise à rendre compte de l'importance accordée à la lumière naturelle dans les textes de lois. Nous parcourons des PLUs, ainsi que plusieurs textes de pays divers, trouvés en établissant notre bibliographie. Enfin, nous parcourons plusieurs recherches se basant sur les enquêtes pour établir la nôtre.

En effet, nous choisissons d'utiliser l'enquête pour ce travail de recherche. Nous considérons que le meilleur moyen de connaître l'opinion des usagers sur l'ensoleillement est de leur demander directement. Le questionnaire utilisé est essentiellement basé sur des photos, que l'utilisateur doit évaluer en fonction de leur ensoleillement. La formulation du questionnaire, ainsi que la démarche adoptée pour le réaliser sont détaillées par la suite.

## 2 Etat de l'art

### 2.1 Accès au soleil

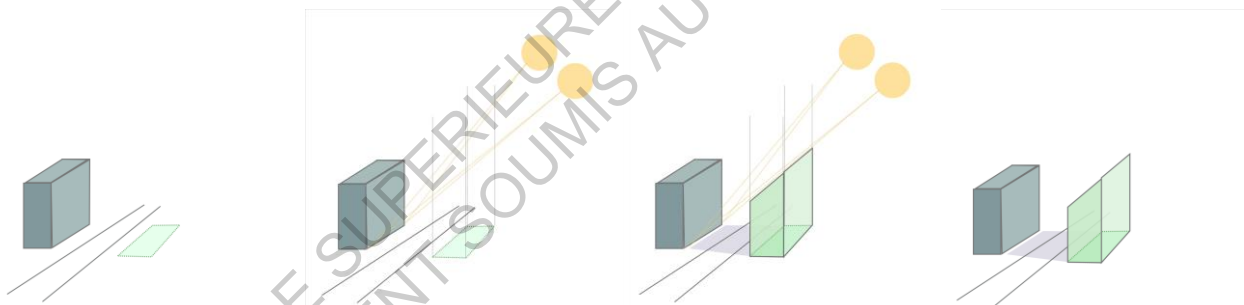
En 1967, Twarowski définissait les courbes de niveau solaire. Celles-ci se basent sur une parcelle définie et caractérisée par une contrainte d'ensoleillement, et imposent un volume aux bâtiments voisins afin de respecter la contrainte (Siret, 2011). Cette méthode est l'une des premières à s'intéresser à la question du gabarit d'ensoleillement.

En 1980, Ralph Knowles développe le concept des enveloppes solaires comme le « volume d'enveloppe maximal qui ne projette pas d'ombre sur les constructions voisines pendant une période prédéfinie » (Raboudi et al. 2012). Contrairement à Twarowski, Knowles crée donc un volume constructible pour la parcelle.

L'enveloppe solaire est un moyen de réglementer l'accès au soleil. Elle permet en effet de « contraindre » le concepteur à respecter des dimensions de manière à ne pas projeter d'ombres sur les bâtiments voisins. On peut résumer sa construction comme ceci (voir figure 1):

- Elévation « à l'infini » de la parcelle
- Tracé des rayons du soleil atteignant la limite que l'ombre portée ne devra pas franchir pendant la période prédéfinie
- Découpage du volume avec les rayons.

La complexité de la trajectoire solaire fait que la construction de l'enveloppe solaire se fait de préférence numériquement.



**Figure 1: Représentation de la construction de l'enveloppe solaire**

Cet outil présente des avantages certains, comme la clarté de ses résultats (constructible/pas constructible), mais reste néanmoins compliqué à mettre en œuvre. Si la construction de l'enveloppe solaire en elle-même est simple, une enveloppe solaire « exploitable » nécessite un travail préliminaire. Il faut en effet déterminer la période d'ensoleillement qui nous intéresse (date, heure, durée). On peut décider d'en combiner plusieurs. Ensuite, il faut choisir la limite que l'ombre ne doit pas franchir la « clôture d'ombre » de Raboudi et al. (2012). Ces deux paramètres dépendent beaucoup du contexte et de l'usage du bâtiment, ainsi que de sa localisation.

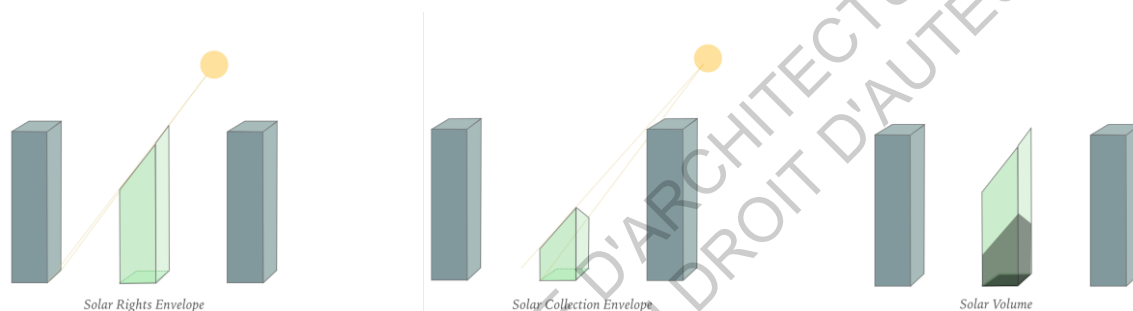
Capeluto et al. (2001) élargit le concept des enveloppes solaires en développant trois volumes différents (voir figure 2):

- *The Solar Right Envelope (SRE)*
- *The Solar Collection Envelope (SCE)*
- *The Solar Volume (SV)*

Le SRE, enveloppe des “droits”, correspond au volume maximum que peut prendre le bâtiment sans projeter d’ombres sur le voisinage. Il correspond à la première définition des Enveloppes Solaires de Knowles.

Le SCE correspond au volume minimal que doit atteindre le bâtiment pour ne pas être pénalisé par les constructions voisines. Le toit du bâtiment doit avoir accès au soleil dans le cas où il serait équipé de collecteurs solaires.

Le SV représente la combinaison des deux volumes précédents. Dans l’idéal, le bâtiment doit dépasser le SCE tout en étant inclus dans le SRE. Certaines configurations urbaines ne permettent pas la combinaison des deux. Imaginons par exemple une parcelle à Manhattan. Pour avoir une toiture exposée au soleil, notre bâtiment devrait atteindre une hauteur importante. Cette hauteur impliquerait nécessairement des ombres portées sur les bâtiments voisins, et ne respecterait donc pas le SRE. L’outil reste néanmoins applicable dans de nombreuses situations, et peut être utile dans tous les cas pour se faire une idée de la situation solaire de notre bâtiment.



**Figure 2: Représentation des SRE, SRC et SV**

Si l’enveloppe solaire apparaît principalement comme un outil géométrique en 3 dimensions spatiales, elle dépend aussi de la dimension temporelle. Ralph Knowles (2003) souligne la différence entre l’enveloppe solaire créée au solstice d’hiver et au solstice d’été. Il définit donc l’« interstitium », qui représente la différence entre le volume minimal et le volume maximal de l’enveloppe solaire. Cet espace ne peut être bâti, pour éviter de projeter des ombres aux moments les plus défavorables, mais peut permettre la mise en place d’éléments modulables, adapté aux saisons. En hiver, les rayons sont au plus bas : le volume doit être compact pour ne pas pénaliser le voisinage. L’interstitium n’est pas exploitable pendant cette période. En revanche, c’est l’été qu’il prend son sens, puisqu’on peut élever des éléments au sein de ce volume. Knowles nous donne comme exemple des conduits d’aération, qui iraient capter l’air frais, ou encore des pare-soleils, qui protégeraient le bâtiment des températures extrêmes.

## 2.2 Effets de la lumière

Nous nous intéressons ici aux effets de la lumière. Cette approche a pour but de nous familiariser avec la dimension lumineuse, et sur les effets qu’elle peut avoir. Plusieurs sources abordent les effets de la lumière, sous différents angles.

Petit, Siret et Simmonot (2015) – Les effets chromatiques

effets à dominante optique	effets à dominante lumineuse	effets à dominante psychomotrice	effets à dominante spatiale
effets à dominante sémantique et symbolique	effets liés à l'organisation perceptive		

Cette classification s'inspire de celle de Chelkoff et Thibaud (1992)

effets élémentaires (filtrage, découpe, reflet)	effets à dominante spatiale (dimensions, délimitations, textures)	effets à dominante psychomotrice (dynamique)	effets à dominante sémantique (exposition, encadrement)
---	---	--	---

Jungmann (1995)

- Les effets d'architecture et les effets de lumière

effet de situation ou de disposition	effet de proportion	effet de composition	effet de silhouette
effet d'ajouement	effet de transparence	effet de contraste	effet de mimétisme ou de disparition
effet de pittoresque	effet de caractère	effet de figuration	effet d'agrandissement ou de réduction
effet de masse ou de volumétrie	effet de matériaux	effet de couleur	effet de perspective
effet d'éclairement			

- Les effets de lumière et les effets graphiques dans les images

effet de lever ou de coucher du soleil	effet de contre-jour	effet de lumière rasante	effet d'ombre chinoise, de silhouette
effet de l'ombre	effet de lumière diffuse	effet de plein soleil	effet de lune
effet de nuit à l'extérieur	effet de l'éclairage artificiel à l'intérieur	effet d'éloignement, de perspective aérienne	effet atmosphérique, géographique
effet de matériaux	effet de transparence	effet de maquette	effet de maquette coupée
effet de couleur	effet pictural	effet dramatique, métaphysique	effet d'hyperréalisme
effet d'accumulation	effet d'anamorphose et de déformation perspective	effet du graphisme blanc	

Les définitions de tous ces effets sont présentes dans les ouvrages cités. Nous constatons que le sujet est étudié par les chercheurs (la liste présentée n'étant absolument pas exhaustive). Le deuxième constat que nous pouvons faire est que les effets ne sont pas vraiment « sensibles », ils ne touchent pas les sens. Ce sont des effets plus objectifs. Jachet (1999), étudie la définition de l'effet, et en tire cinq sens :

- Illusion : on est abusé
- Impression : on perçoit un phénomène
- Action : on provoque un phénomène
- Résultat : on obtient un phénomène
- Nomination : on est affecté par un phénomène

Les cinq termes donnés par Jachet sont définis avec le mot « phénomène ». Plusieurs définitions de ce terme existent, mais nous en retiendrons trois du Larousse :

- Fait naturel constaté, susceptible d'étude scientifique, et pouvant devenir un sujet d'expérience
- Fait observé, en particulier dans son déroulement ou comme manifestation de quelque chose d'autre
- Ce qui apparaît à la conscience, ce qui est perçu par les sens ; chez Kant, ce qui relève du monde sensible, par opposition à noumène.

Le phénomène est donc quelque chose qui est lié à la perception, au ressenti, au sensible. C'est donc dans ce sens que nous irons. Notons que le sens d'impression (percevoir le phénomène) et de nomination (être affecté par le phénomène) sont signifiantes pour l'utilisateur. Dans une optique de conception, il faudrait plutôt privilégier l'action (provoquer le phénomène) et le résultat (obtenir le phénomène).

## 2.3 Règlementation existante

### 2.3.1 En France : les PLU

Afin de connaître l'importance accordée à la lumière naturelle dans la réglementation Française, nous allons étudier plusieurs Plans Locaux d'Urbanisme, et plus particulièrement leur chapitre « règlement ». Nous avons pour cela sélectionné un échantillon de dix communes ou intercommunalités. Ce choix a été réalisé afin de couvrir plusieurs latitudes, les communes du Nord ayant a priori un besoin solaire plus important que celles du Sud. La liste des PLU étudiés est la suivante (les degrés de latitude nord sont précisés entre parenthèses) :

1. Nantes (47°)
2. Saint-Nazaire (47°)
3. Marseille (43°)
4. Lyon (45°)
5. Toulouse (43°)
6. Perpignan (42°)
7. Calais (50°)
8. Rennes (48°)
9. Strasbourg (48°)
10. Amiens (49°)

Les PLU sont des documents règlementaires dont le sommaire n'est pas adapté à notre recherche. Afin d'être efficace, nous avons effectué des recherches par mots clés. Nous avons défini cinq registres qui nous semblent pertinents :

- Registre de l'Ambiance
- Registre de la Lumière
- Registre de l'Eclairage
- Registre du Soleil
- Registre de l'Ombre

Pour chaque registre, nous recherchons plusieurs mots-clés (par exemple : soleil, solaire, ensoleillement...). Nous indiquons ensuite les expressions qui ressortent du document, ainsi que leur nombre de mentions. Enfin nous résumons les informations que nous avons trouvées suite à cette recherche par mots clés. Notons que le nombre de mentions n'est pas nécessairement un indicateur fiable, et qu'il faut prendre en compte les informations qui y sont liées. En effet, les PLU étant des textes règlementaires, certains mots peuvent apparaître de nombreuses fois, sans apporter pour autant des éléments nouveaux. Ils sont répétés car ils s'appliquent dans plusieurs cas, mais cela ne traduit pas nécessairement un intérêt majeur pour le sujet. Néanmoins, l'absence totale de mentions nous montre si un sujet est complètement ignoré dans la réglementation. Nous n'indiquons pas les résultats qui ne nous concernent pas directement (par exemple ce qui concerne éclairage artificiel).

### 2.3.1.1 Nantes (mise en compatibilité du 10 février 2017)

*Ambiance :*

- Ambiance de l'espace collectif : 36 mentions.
- Ambiance urbaine, ambiance de la ville : 8 mentions.

Le document parle des ambiances de manière très générale, de qualités d'ambiances, mais ne donne pas de critères pour les définir. Il n'indique pas non plus s'il s'agit d'ambiance lumineuse, sonore, thermique, etc.

*Lumière, lumineux, luminosité :*

Aucune mention.

*Eclairage, Eclairement :*

- Dispositif d'éclairage naturel : 14 mentions.

Le document indique que les ouvertures des combles doivent s'intégrer dans le bâtiment. Leur accès à la lumière du jour n'est pas abordé.

*Soleil, solaire, ensoleillement :*

- Ensoleillement : 19 mentions.
- Capteurs solaires : 16 mentions.

On parle ici des espaces libres, dont l'aspect paysager doit être traité en tenant compte de l'ensoleillement, sans plus de détails. La réglementation concernant les capteurs solaires vise juste à les intégrer dans l'architecture des bâtiments.

*Ombre :*

Aucune mention.

Le PLU Nantais est actuellement en cours de modification, pour évoluer vers le PLUm (Plan Local d'Urbanisme Métropolitain), commun aux 24 communes de l'agglomération nantaise. Des règles plus précises sont prévues dans ce cadre : l'ombre portée par toute nouvelle construction devra notamment respecter un nombre d'heure minimum d'ensoleillement au solstice d'hiver pour les appartements. Cela impliquera des règles sur le rapport hauteur / distance entre bâtiments et sur la largeur des voies. La question de privilégier les logements traversant ou à double orientation est aussi abordée. Le contenu du PLUm est actuellement débattu, et tout ne se traduira pas forcément par des règles, mais peut-être par des orientations d'aménagement.

### 2.3.1.2 Saint-Nazaire (consulté début mars 2017)

*Ambiance :*

Aucune mention.

*Lumière, lumineux, luminosité :*

Aucune mention.

*Eclairage, Eclairément :*

- Eclairage naturel des bâtiments : 19 mentions.
- Eclairage extérieur, éclairage public : 2 mentions.

Le document indique que l'implantation des constructions doit favoriser l'ensoleillement et l'éclairage des bâtiments entre eux, et prendre en compte le principe de réduction des dépenses énergétiques.

*Soleil, solaire, ensoleillement :*

- Capteurs solaires, panneaux solaires : 39 mentions.
- Ensoleillement des bâtiments : 19 mentions.
- Brise-soleil : 10 mentions.
- Façade la moins ensoleillée : 1 mention.

La pose de capteurs solaires est autorisée. L'implantation des constructions doit favoriser l'ensoleillement. Certains éléments, comme des brise-soleil, sont admis hors du volume constructible du bâtiment.

Le document indique dans l'article 8 des dispositions applicables aux zones à urbaniser: « Sur une même propriété, les constructions doivent être implantées de telle manière que les pièces d'habitation ne soient masquées par aucune partie d'immeuble, qui à l'appui des baies de ces habitations serait vue sous un angle de 45° au-dessus du plan horizontal » (voir figure 3). L'angle peut être porté à 60° pour la façade la moins ensoleillée.



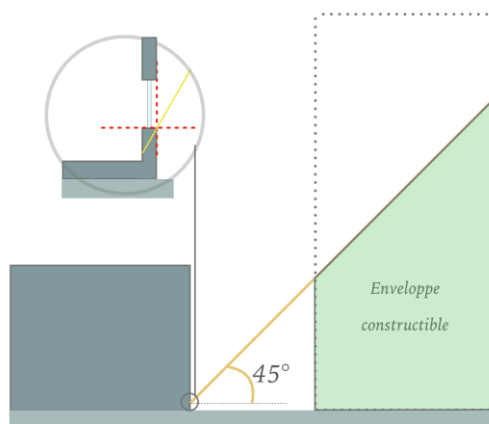


Figure 3: Règle d'obstruction de 45° à Saint-Nazaire

*Ombre :*

Aucune mention.

### 2.3.1.3 Marseille (modification du 21 décembre 2015)

*Ambiance :*

- Ambiance de la rue : 3 mentions.
- Ambiance chromatique : 1 mention.

Plusieurs bâtiments sont conservés car ils contribuent à la qualité de l'ambiance urbaine. Lors de rénovations ou de reconstructions, les matériaux choisis doivent respecter l'ambiance chromatique de la rue. On a ici une précision sur l'ambiance, qui est ici « chromatique ».

*Lumière, lumineux, luminosité :*

Aucune mention.

*Eclairage, Eclairage :*

- Les baies éclairant les pièces : 10 mentions.
- Eclairage naturel : 3 mentions.
- Eclairage zénithal naturel : 2 mentions.

L'éclairage naturel doit être favorisé par une architecture bioclimatique. Deux bâtiments non contigus doivent être séparés d'au moins la différence entre leur hauteur respective. Cette distance peut être ramenée à cinq mètres si l'éclairage naturel est zénithal. Il est aussi indiqué que sur une même propriété, une ouverture donnant sur une pièce principale ne peut être masquée au-dessus de 45° du plan horizontal, dans un champ de 90° dans l'axe des vitres (voir figure 4).

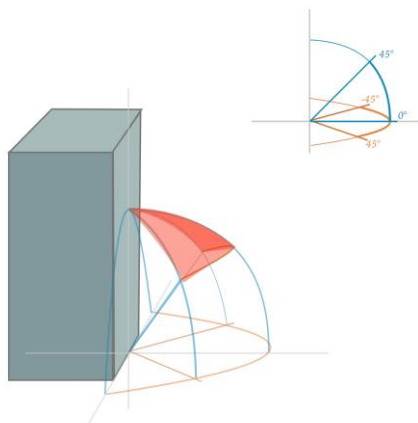


Figure 4: Règle d'obstruction de 45° à Marseille

*Soleil, solaire, ensoleillement :*

- Ensoleillement, ensoleillé : 17 mentions.
- Capteurs solaires, énergie solaire : 11 mentions.
- Brise-soleil, pare-soleil : 10 mentions.
- Protections solaires : 3 mentions.

L'installation de dispositifs de collection de l'énergie solaire est favorisée, s'ils s'intègrent à l'architecture. De manière générale, l'ensoleillement doit être favorisé.

*Ombre :*

Aucune mention.

### 2.3.1.4 Lyon (modification n°11 de 2015)

*Ambiance :*

- Ambiance végétale : 15 mentions.
- Ambiance chromatique : 7 mentions.

Les espaces végétaux doivent être mis en valeur, et leur suppression partielle est tolérée si elle est compensée par une amélioration de l'ambiance végétale. Les constructions doivent prendre en compte les ambiances chromatiques de leur zone.

*Lumière, lumineux, luminosité :*

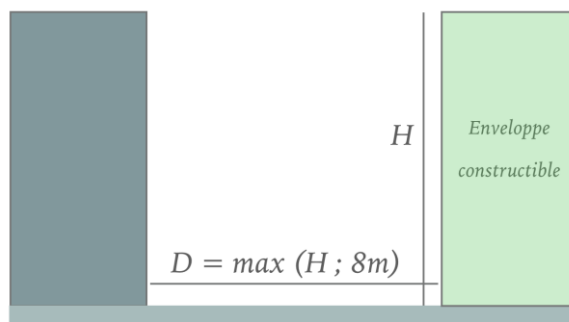
- Réflexion de la lumière : 1 mention.

Les matériaux utilisés ne doivent pas réfléchir la lumière dans certaines zones.

*Eclairage, Eclairement :*

- Baie éclairant les pièces principales : 20 mentions.

Des règles sur la distance minimale séparant deux bâtiments avec au moins l'une des façades présentant des baies éclairant une pièce principale sont données. Cette distance  $D$  dépend de la hauteur  $H$  du bâtiment le plus haut, et ne doit pas être inférieure à une distance donnée. Par exemple, dans le secteur UB2,  $D$  doit être supérieure à  $H$ , et ne peut être inférieure à 8m (voir figure 5).



**Figure 5: Règle de prospect à Lyon**

*Soleil, solaire, ensoleillement :*

Aucune mention.

*Ombre :*

Aucune mention.

### **2.3.1.5 Toulouse (modification du 29 mars 2012)**

*Ambiance :*

Aucune mention.

*Lumière, lumineux, luminosité :*

Aucune mention.

*Eclairage, Eclairement :*

- Conditions d'éclairage : 1 mention.

Les implantations des constructions entre elles ne doivent pas nuire aux conditions d'éclairage.

*Soleil, solaire, ensoleillement :*

- Conditions d'ensoleillement : 1 mention.
- Capteurs solaires : 4 mentions.

Les implantations des constructions entre elles ne doivent pas nuire aux conditions d'ensoleillement. Les capteurs solaires sont autorisés, mais doivent être le moins visibles possible depuis l'espace public.

*Ombre :*

Aucune mention.

### 2.3.1.6 Perpignan (révision 01)

*Ambiance :*

Aucune mention.

*Lumière, lumineux, luminosité :*

- Puits à lumière : 3 mentions.

Les règles de prospect peuvent être éventuellement ajustées dans le cadre de la création d'un puits à lumière.

*Eclairage, Eclairément :*

Aucune mention.

*Soleil, solaire, ensoleillement :*

Aucune mention.

*Ombre :*

- Ombrière : 2 mentions.
- Ombragé : 1 mention.

Les aires de stationnement en surface doivent être plantées avec une variété d'arbres à haute tige, selon les règles suivantes (voir figure 6):

- En linéaire de voirie : un arbre pour deux places
- Autre cas : un arbre pour quatre places.

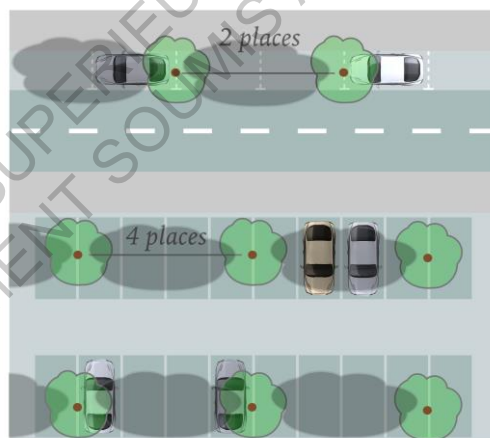


Figure 6: Règles concernant les implantations d'arbres sur les stationnements à Perpignan

### 2.3.1.7 Calais (modification n°5 du 1<sup>er</sup> février 2017)

*Ambiance :*

Aucune mention.

*Lumière, lumineux, luminosité :*

Aucune mention.

*Eclairage, Eclairage :*

Aucune mention.

*Soleil, solaire, ensoleillement :*

- Panneaux solaires : 13 mentions.
- Energie solaire : 15 mentions.

Les panneaux solaires doivent s'intégrer de manière harmonieuse au site, mais peuvent dépasser les hauteurs maximales fixées.

*Ombre :*

Aucune mention.

### **2.3.1.8 Rennes (modification n°9 du 21 janvier 2016)**

*Ambiance :*

Aucune mention.

*Lumière, lumineux, luminosité :*

Aucune mention.

*Eclairage, Eclairage :*

- Eclairage des combles : 14 mentions.

Le document parle des lucarnes, qui servent à l'éclairage des combles, mais n'indique pas de règle précise.

*Soleil, solaire, ensoleillement :*

- Capteurs solaires : 14 mentions.

La pose de capteurs solaires doit être étudiée pour favoriser leur intégration et éviter la multiplicité des implantations.

*Ombre :*

Aucune mention.

### **2.3.1.9 Strasbourg (approbation de décembre 2016)**

*Ambiance :*

Aucune mention.

*Lumière, lumineux, luminosité :*

Aucune mention.

*Eclairage, Eclairage :*

Aucune mention.

*Soleil, solaire, ensoleillement :*

- Panneaux solaires : 1 mention.

Les panneaux solaires, contrairement à d'autres couvertures, sont acceptés même si leur couleur ne rappelle pas la tuile régionale traditionnelle.

*Ombre :*

Aucune mention.

### 2.3.1.10 Amiens (modification n°10 du 15 Septembre 2016)

*Ambiance :*

- Ambiance paysagère : 1 mention.

L'ambiance paysagère doit être maintenue. Cela concerne principalement les menuiseries des façades des bâtiments visibles.

*Lumière, lumineux, luminosité :*

- Déperditions lumineuses : 1 mention.
- Lumière : 1 mention.

Les déperditions lumineuses concernent l'éclairage artificiel, et le mot « lumière » est utilisé dans le lexique pour décrire une imposte (type de fenêtre).

*Eclairage, Eclairément :*

- Les baies éclairant les pièces : 13 mentions.
- Eclairément des combles : 3 mentions.

Certaines zones doivent suivre des règles d'implantation des constructions sur une même propriété. Les baies des bâtiments à usage d'habitation ne doivent pas être masquées par une construction qui, à l'appui de ces baies, serait vue sous un angle de 45° au-dessus du plan horizontal (voir figure 7). Une distance minimale entre les bâtiments est imposée (égale à la moitié de la hauteur de la construction, avec un minimum de 4 mètres pour le secteur Uci).

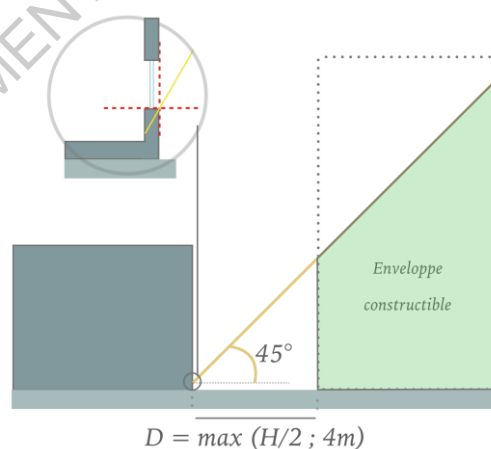


Figure 7: Règle d'obstruction de 45° à Amiens

*Soleil, solaire, ensoleillement :*

- Brise-soleil : 1 mention.

- Energie solaire : 26 mentions

Les permis de construire ne peuvent s'opposer à la mise en place de brise-soleil. Les dispositifs de production d'énergie solaire sont autorisés s'ils s'intègrent à l'architecture.

*Ombre :*

Aucune mention.

### 2.3.2 Autres réglementations

Nous allons maintenant étudier le cas de plusieurs pays ayant intégré des réglementations liées à l'ensoleillement dans leurs textes de lois.

#### 2.3.2.1 Plan d'occupation des sols à Paris

Dans une publication de l'APUR sur la réhabilitation des bâtiments à Paris (Bigorne et al. 2016), Bigorne cite le volume 13/14 de Paris Projet (1975). Ce document schématise les dispositions d'urbanisme de 1967 à Paris. Sans beaucoup plus de détails, on peut néanmoins observer que l'enveloppe constructible doit respecter des angles de vue par rapport aux bâtiments lui faisant face, ainsi que des distances minimales avec eux. Le bâtiment ne doit aussi pas dépasser une hauteur « plafond » (voir figure 8).

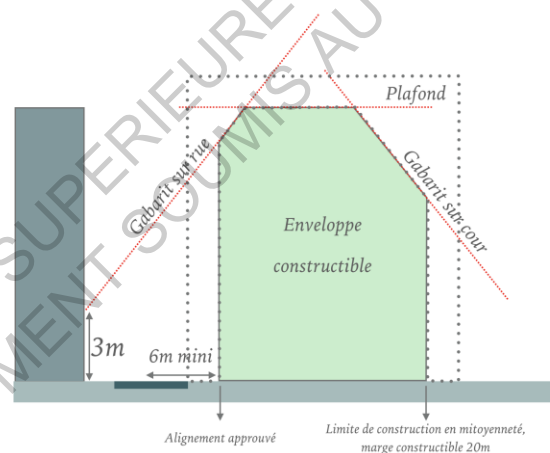


Figure 8: Règles d'urbanisme à Paris en 1967

Les valeurs des pentes et la hauteur du plafond ne sont pas indiquées. Bien qu'aucune motivation ne soit explicitée dans le document, la présence d'angles de vues laisse supposer que l'accès solaire, ou peut-être la vue du ciel, a une influence.

#### 2.3.2.2 The Ancient Lights en Angleterre (et Pays de Galle)

Francis, avocat, dans un article du *Journal of Building Appraisal* (Francis, 2008), aborde le droit à la lumière. Lorsqu'un propriétaire possède un bâtiment dont la fenêtre a été exposée à la

lumière naturelle pendant plus de 20 ans, il peut empêcher toute construction qui nuirait à l'accès à la lumière de cette fenêtre. La définition exacte de nuisance n'est pas fixée, mais laissée à l'appréciation d'experts. L'auteur estime « *in very round terms* » qu'un changement de luminosité de 10% peut être accepté. Cette loi est issue de la section 3 du *Prescription Act* datant de 1832 sur les règles de propriété, et particulièrement de servitude (obligation ou interdiction d'un propriétaire d'un terrain d'accomplir quelque chose pour favoriser un autre terrain).

Kerr, architecte Anglais, publie un livre en 1865 détaillant les *Ancient Lights* (Kerr, 1865), nom donné à cette loi. Il apporte notamment plusieurs précisions sur les conditions de la loi, entre autres :

- La lumière doit être appréciée (par exemple, une fenêtre condamnée n'aurait pas ce droit),
- Le privilège doit avoir été apprécié les 20 dernières années, sans interruption majeure,
- Seule la lumière nécessaire doit être conservée, l'excédent peut être supprimé,
- La diminution de luminosité ne doit pas être tangible,
- Le rôle de la pièce est pris en compte pour la valeur donnée à la lumière.

Les constructions sont aussi classifiées en fonction de leurs besoins :

- Inférieur (hangars, chalets, étables, etc.),
- Standard (logement),
- Supérieur (magasin, espace de travail, école, galerie d'art, etc.).

Les nuisances causées sont jugées par rapport à la période où la lumière est la moins forte. L'hiver est donc généralement considéré pour l'étude d'impact. Aussi, les ouvertures avec le moins d'exposition initiale sont les plus protégées, car elles seront plus pénalisées par une obstruction.

Les *Ancient Lights* traduisent donc un droit à la lumière naturelle, un siècle avant les travaux de Twarowski sur les courbes de niveau solaire. Ce droit, s'il a une dimension qui reste floue (la « nuisance »), est malgré tout très encadré, et nous montre une première possibilité de traduction réglementaire sur le sujet. Celui-ci prend en compte la luminosité initiale de la pièce, ainsi que sa fonction, afin d'en déterminer les droits. La loi impacte les masques qui peuvent être créés devant les ouvertures concernées, et donc l'implantation de bâtiments neufs dans un quartier.

### 2.3.2.3 *The Zoning Resolution* à New-York

L'année dernière, le New York Times publiait un article sur la loi de zonage de New York (« *The New York City 1916 Zoning Resolution* »), adoptée 100 ans plus tôt (Dunlap, 2016). Cette loi régula notamment sur la hauteur des bâtiments à New York. Deux causes principales ont amené à l'adoption de cette loi :

- Le nouveau métro, dont la création a entraîné un développement immobilier important le long de sa ligne
- Les marchands de la 5<sup>e</sup> Avenue, qui étaient pénalisés par les constructions imposantes qui les entouraient.

On peut tirer de cette loi (*Board of Estimate and Apportionment*, 1916) une information majeure, c'est-à-dire les règles de constructibilité des nouveaux bâtiments. La ville est divisée en cinq classes de quartiers (districts) :



- *One times districts* (1)
- *One and one-quarter times districts* (1,25)
- *One and one-half districts* (1,5)
- *Two times districts* (2)
- *Two and one-half districts* (2,5)

Ces quartiers doivent respecter une limite de hauteur correspondant à la formule suivante :  $(X * \text{Largeur de la rue}) + (2 * X \text{ pieds pour chaque pied reculé})$ .

X correspondant à la valeur de la classe du quartier (chiffre entre parenthèses). On peut représenter cette règle par la figure 9 :

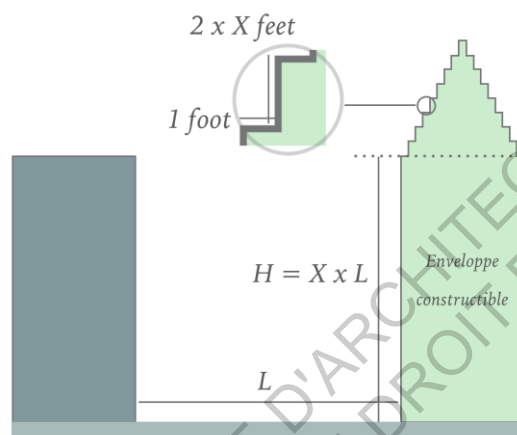


Figure 9: Règle de hauteur constructible New York

Il existe plusieurs exceptions à cette règle, notamment pour les rues de moins de 50 pieds (15m), où l'on applique les mêmes règles que pour une rue de 50 pieds, et les rues de plus de 100 pieds (30 m), où on applique les règles d'une rue de 100 pieds.

Nous obtenons donc une enveloppe constructible, qui n'est pas sans rappeler les immeubles à gradins d'Henry Sauvage. Cependant, les règles sont ici assez arbitraires, puisque la hauteur de l'immeuble peut passer de une à deux fois et demi la taille de la rue, sans raison apparente. Il s'agit néanmoins d'une traduction réglementaire de la préoccupation de l'accès au soleil (et à l'air). La loi de 1916 a été modifiée à plusieurs reprises, avec notamment une refonte totale de celle-ci en 1961. Elle n'est donc plus d'actualité aujourd'hui, ce qui explique la hauteur des tours de la métropole ; mais elle reste néanmoins la première loi du genre aux Etats-Unis.

#### 2.3.2.4 Il Regolamento Edilizio à Milan

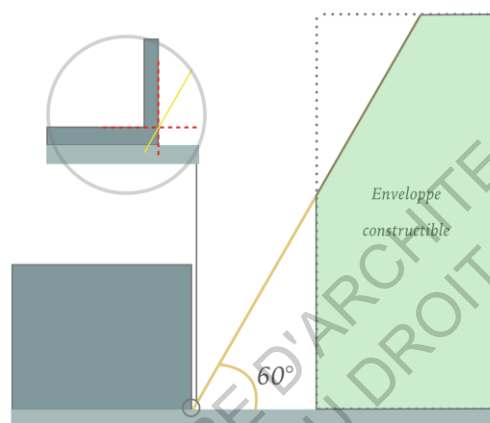
Dans leur article sur les enveloppes solaires, Morello et Ratti (2009) évoquent une règle basée sur un angle d'obstruction de 60° qui s'applique à Milan. Cette règle est issue d'un texte de loi : « *regolamento edilizio di Milano 2016* » (Comune di Milano, 2016). Nous avons donc parcouru cette loi pour en savoir plus sur la réglementation liée à la lumière à Milan. Après une recherche des mots clés pertinents, il a été possible d'identifier les articles relatifs à notre sujet. Ci-dessous sont ceux qui nous concernent. Seuls les grands principes ont été traduits, ne souhaitant pas m'aventurer dans la traduction de détails trop complexes.

*Art. 46 - Interventi edilizi in deroga e di adeguamento igienico sanitario* (Intervention sur les bâtiments en dérogation et adaptation hygiénique et sanitaire)

Les interventions pour des raisons sanitaires sur des bâtiments existants ne doivent pas entraîner de réduction de luminosité de plus de 30%.

*Art. 86 - Distanze e altezze* (Distances et hauteurs)

Les bâtiments neufs ne doivent pas masquer la visibilité des façades des bâtiments existants au-delà de 60° par rapport au plan horizontal en partant de l'intersection du plancher et de la façade extérieure (voir figure 10).



**Figure 10: Règle d'obstruction de 60° à Milan**

*Art. 104 – Illuminazione* (éclairage)

L'éclairage des locaux avec une présence continue de personnes doit être naturel et direct (certains bâtiments peuvent néanmoins se contenter de lumière artificielle).

Un logement mono-face ne peut pas être orienté plein nord (+/- 30°).

La lumière indirecte peut être acceptée pour des espaces de travail après consultation des autorités sanitaires locales.

*Art. 105 - Requisiti di illuminazione naturale diretta* (exigences d'éclairage naturel direct)

L'exigence de l'éclairage naturel est satisfaite lorsque la surface vitrée représente au moins un dixième de la pièce concernée (un huitième pour des pièces profondes). Des précisions sont apportées pour des cas particuliers, par exemple si l'ouverture est partiellement couverte.

*Art. 135 - Fonti rinnovabili per la produzione di energia* (sources renouvelables pour la production d'énergie)

Dans certaines catégories de bâtiments neufs, il est obligatoire d'installer une source d'énergie renouvelable. Des conditions particulières sont prévues dans le cas d'obstacles techniques. Dans le cas de panneaux photovoltaïques, on considère comme obstacle technique un ombrage à 9h, 12h et 15h.

Ces règles concernent pour certaines le domaine de la thermique et de l'énergie (notamment concernant les panneaux solaires). Il existe cependant plusieurs règles précises concernant la lumière elle-même, avec des critères tels que les angles d'obstruction, des exigences de lumière naturelle directe ou encore des niveaux d'éclairément.

### 2.3.2.5 The *Slant Plane Restriction* au Japon

Sorensen et al. (2010), dans leur article sur la régulation des constructions à Tokyo, détaillent les règles d'urbanisme du pays, et notamment celles concernant les restrictions d'enveloppes bâties. Si l'occupation des sols est très peu réglementée, les enveloppes constructibles sont *a contrario* très encadrées. La première loi de zonage a été adoptée au Japon en 1919. Elle donne, entre autres, des ratios d'occupation du sol à respecter, ainsi que des « *Slant Plane Restrictions* » (qu'on peut traduire par restrictions de plan incliné). Ces *Slant Plane Restrictions* interdisent au promoteur de construire au-dessus d'un certain plan oblique partant du côté opposé de la rue ou de la limite de propriété.

Au début des années 80, les règles ont été assouplies pour permettre une densification plus importante des villes. En 1987, les *Slant Plane Restrictions* ont été modifiées pour devenir ce qu'elles sont aujourd'hui (voir figure 11):

- Le bâtiment doit respecter un recul  $S$  (« *setback* ») côté rue et côté voisinage
- Côté rue, le plan oblique part du côté opposé de la rue, plus la distance du recul. Ce plan oblique est à respecter sur une distance  $L$  (entre 20 et 50 mètres)
- Côté voisinage, le plan oblique part de la limite de la propriété, plus la distance du recul ; cette fois-ci à partir d'une hauteur  $H$  (20 ou 31 mètres)
- Les plans obliques ont une pente de 1,25, 1,5 ou 2,5.

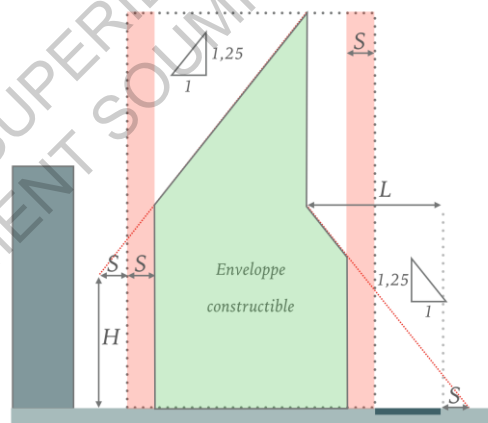


Figure 11: Restrictions sur la forme bâtie au Japon

Les valeurs des pentes, longueurs et hauteur peuvent varier en fonction du zonage; mais les règles restent généralement les mêmes.

### 2.3.2.6 The *Building Regulation* à Hong Kong

Vermeulen mentionne dans sa thèse (2014) une règle d'obstruction de  $71,5^\circ$  à Hong Kong. Sa source, un article d'Edward Ng (2012), tire lui-même l'information du site HKLII - *Hong Kong Legal Information Institute* (non daté). Ce site fournit et traduit (en anglais) des informations sur les lois en vigueur à Hong Kong. Nous nous sommes intéressés plus particulièrement à la section 31 du « *CAP 123F building (planning) regulations* », en bibliographie de Ng.

Nous tirons de cette section deux informations principales :

- La première : les fenêtres des nouveaux bâtiments ne doivent pas avoir un angle d'obstruction supérieur à  $71,5^\circ$  pour des logements ( $76^\circ$  pour une cuisine ou des bureaux)
- La deuxième : le nouveau bâtiment ne doit pas causer une obstruction supérieure à  $80,5^\circ$  ( $83^\circ$  pour une cuisine ou des bureaux) aux bâtiments voisins

Ces angles d'obstruction sont basés sur le niveau du seuil des fenêtres du nouveau bâtiment, c'est-à-dire à un mètre du plancher. Les règles sont illustrées sur la figure 12 :

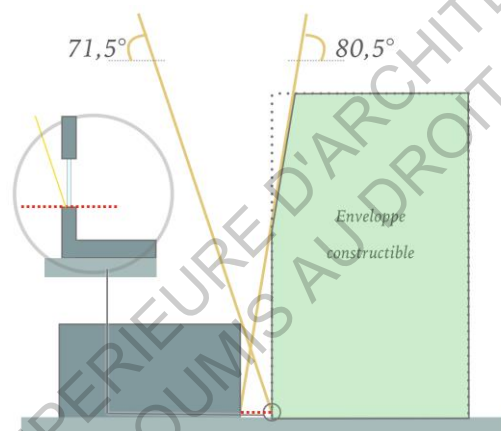


Figure 12: Règles d'obstruction à Hong Kong

Ces règles partagent le même état d'esprit que celles qu'on trouve à Milan ou Saint-Nazaire. La différence notable concerne la valeur de l'angle d'obstruction. En effet, un angle de  $83^\circ$  ne paraît pas très contraignant, il s'agit presque de la verticale. Notons néanmoins qu'il s'agit de la ville de Hong Kong, très densément peuplée, et qu'elle ne suit nécessairement pas les mêmes règles de développement que Saint-Nazaire.

Une autre règle, plus générale (section 37 de la même loi), indique qu'aucun bâtiment ne doit être érigé s'il réduit la quantité de lumière et d'air d'un autre bâtiment construit sous ces règles.

### 2.3.2.7 *Solar Ready*, en Californie

Il existe en Californie une exigence dont le but est de protéger l'accès solaire d'une « *solar zone* », afin de permettre une future installation de capteurs solaires. Celle-ci est décrite par la Commission Californienne de l'énergie, dans le « *Residential Compliance Manual* » (California Energy Commission, 2015). Cette exigence s'applique seulement aux bâtiments neufs

résidentiels de faible hauteur (« *single-family residential buildings* » et « *low-rise multi-family buildings* », définis plus précisément dans le texte). La surface considérée est généralement la toiture, mais peut aussi être un surplomb, un parking couvert construit avec le projet, etc.

La surface peut être décomposée en plusieurs sous-surfaces devant respecter des dimensions minimales (80 *square feet* pour les toitures de moins de 10 000 *square feet*, 160 pour les autres). Au total, elle doit être supérieure ou égale à 250 *square feet* (approximativement 23m<sup>2</sup>).

La *solar zone* doit être orientée entre 110° et 270° par rapport au nord si la pente est supérieure à 2/12. Pour les pentes inférieures, l'orientation n'a pas d'importance. La distance D avec les obstructions de hauteur H présentes sur le toit (comme des cheminées) doit être  $D \geq 2xH$ .

Cette règle concerne les obstructions causées par le bâtiment lui-même, pas par son entourage.

### 2.3.3 Bilan

On peut observer que les textes de loi se basent essentiellement sur les mêmes critères pour protéger l'accès à la lumière ou au soleil :

- Angles d'obstruction
- Hauteurs limites, recul
- Luminance, quantité de lumière
- Minimum d'heures d'ensoleillement

Les valeurs de chacun de ces critères varient en fonction des textes, mais les préoccupations sont les mêmes. La seconde remarque que l'on peut faire est que ces règles concernent pour la grande majorité les bâtiments. Seul le PLU de Perpignan aborde les espaces publics (création d'ombre sur les parkings). Le domaine public, même s'il n'est pas négligé lors de l'aménagement, n'est pas réglementé par rapport au droit au soleil. Enfin, beaucoup de préconisations faites au sujet de la lumière solaire le sont en fait pour un ensemble d'aspects. D'une part, nous avons les apports solaires, que l'on peut souhaiter protéger pour leur dimension lumineuse mais aussi thermique ; c'est ici l'aspect énergétique qui est intéressant. D'autre part, nous avons les préoccupations plus « hygiénistes », où l'on souhaite conserver plusieurs caractéristiques : lumière naturelle, mais aussi ventilation naturelle...

La lumière naturelle est donc un sujet qui ne se traite pas seul, mais qui est à composer à d'autres paramètres. Cette étude des réglementations nous montre que la principale préoccupation est le bâti. L'espace public est peu présent dans les textes, et n'est que très peu détaillé. Il faut maintenant déterminer les critères qui pourraient être pertinents lors de l'élaboration d'un tel règlement. Quelle zone faut-il protéger du soleil ? Dans quelle zone doit-on préserver l'accès solaire ? A quels moments de la journée ou de l'année ? Devant la difficulté de répondre à ces questions spontanément, nous choisissons de réaliser une enquête auprès des usagers. Nous cherchons donc maintenant à élaborer ce questionnaire. Pour cela, nous étudions les travaux de plusieurs personnes ayant utilisé cette méthode.

## 2.4 Enquête

Pour notre enquête, plusieurs options s'offraient à nous. Le but était de recueillir l'opinion des usagers, nous pouvions donc réaliser un questionnaire ouvert ou fermé. Nous avons choisi un questionnaire fermé, afin de mettre plus facilement en relation les différents résultats. Pour éviter des réponses dont nous ignorons la fiabilité, nous allons directement voir les usagers pour leur

poser nos questions, et évitons les formulaires en ligne. Enfin, plusieurs choix s'offrent à nous pour immerger l'utilisateur dans une situation qu'il devra juger : évaluation de photo, parcours commenté, vidéos... Nous optons pour l'évaluation de photo, support uniforme qui sera plus à même de faire des comparaisons, et facile à mettre en place. Afin de construire notre questionnaire, nous nous sommes inspiré de travaux ayant déjà traité le sujet, pour nous guider dans la marche à suivre. Le choix du questionnaire à base de photos avait été fait, nous avons donc recherché les travaux utilisant le même support. Nous avons d'abord étudié les travaux d'Anna Ponizy (2016). Celle-ci s'intéresse à la lumière naturelle, et utilise des comparaisons de photos pour évaluer l'influence des tâches solaires. Nous avons ensuite observé le rapport de Paola Moreno (2011 et 2013), sur les ambiances créées par la présence de personnages sur les supports de promotion immobilière. Enfin, pour développer notre approche des entretiens, nous avons lu « L'entretien compréhensif », de Kaufmann (1996).

### 2.4.1 Anna Ponizy : les tâches solaires

Ponizy (2016) s'intéresse à la suggestion artificielle de lumière naturelle. Autrement dit, rappeler la lumière naturelle, et ce qu'elle peut évoquer, par le biais d'un dispositif, lorsqu'on n'a pas directement accès à cette lumière. Elle s'est concentrée sur les tâches solaires (voir figure 13). Il s'agit de la projection d'une tâche lumineuse artificielle pour simuler la pénétration du jour dans la pièce.

Image 37



Image 38



Figure 13: Appartement avec et sans tâches solaires – extrait de (Ponizy, 2016)

Elle utilise un questionnaire dans sa recherche. Celui-ci demande à l'utilisateur de comparer des photos, avec et sans tâches solaires. Pour chaque photo, il doit noter sur une échelle de sept graduations un binôme d'adjectif (Par exemple : agréable/désagréable). L'utilisateur doit aussi supposer la saison à laquelle a été prise la photo.

L'enquête a été réalisée sur les bords de Loire, auprès de personnes au repos, car elles ne sont généralement pas pressées par le temps et peuvent répondre à une enquête. L'enquête est basée sur des livrets photos de format A5. Après s'être présentée rapidement, elle présentait le questionnaire et les « règles » à suivre : regarder les images une par une, ne pas comparer, ne pas revenir en arrière. Le questionnaire qu'elle a construit a été testé sur une dizaine de personnes, puis ajusté en fonction des remarques qu'elle a reçues et des observations qu'elle a pu faire.

L'enquête a été réalisée sur 102 personnes, sur 10 jours. Ayant deux groupes de photos (A et B), elle obtient 52 réponses pour le groupe A et 50 pour le groupe B.

## 2.4.2 Paola Moreno : la présence d'usagers sur les supports de promotion

Moreno (2011), quant à elle, s'intéresse à la présence de personnage sur les supports de promotion des projets. Le but est de montrer que les personnages sont indispensables pour représenter une ambiance. « S'il n'y a pas de personnage, on a une impression de désolation, quel que soit le lieu », (Christo Bakalov, graphiste et propriétaire de l'agence du même nom, interrogé par Moreno).

Pour valider ses hypothèses, Moreno a réalisé une enquête basée sur des images de promotion immobilière. Le choix des images est réfléchi, et répond à des caractéristiques précises. Chaque photo existe en version avec, et sans personnages (voir figure 14).



Image 1 (A)



Image 1 (B)

Figure 14: Images sans et avec personnages, Paola Moreno

Comme Ponizy, Moreno a utilisé des binômes d'adjectifs à évaluer sur une échelle de sept cases. Dans la présentation de son questionnaire et des règles, elle apporte la précision suivante : « Essayez de répondre le plus naturellement possible. Evitez tout recours à la réflexion. La tâche doit être effectuée le plus rapidement possible ». L'enquête a été réalisée à la sortie des agences immobilières, visant directement le public concerné par le sujet. Elle a obtenu 100 réponses : 50 pour le groupe A, 50 pour le groupe B.

## 2.4.3 Jean-Claude Kaufmann : l'entretien compréhensif

Bien que mon entretien soit très cadré, et peu orienté vers les questions ouvertes, j'ai lu l'ouvrage de Kaufmann et al. (1996) sur les entretiens compréhensifs, pour en savoir plus sur la manière de mener un entretien.

L'ouvrage se base sur d'autres ouvrages du même auteur. Kaufmann explique son point de vue, sans le poser comme une vérité absolue, sur la manière de mener un entretien. Il expose notamment que les entretiens tendent à devenir impersonnels. L'enquêteur, qui ne souhaite pas influencer le sondé, en dit le moins possible, s'exprime peu. Cette situation, si elle est justifiée,

peut néanmoins provoquer des effets non souhaités. Le sondé, face à un enquêteur distant et impersonnel, ne se confiera pas, il répondra sur un même ton neutre. Le travail de l'enquêteur est donc de s'impliquer, de montrer la valeur qu'il accorde à l'opinion du sondé, afin que celui-ci s'engage dans des réponses personnelles, et qu'il dévoile son ressenti réel, plutôt que l'image qu'il veut renvoyer. Sans être applicable à la lettre dans notre enquête, on peut néanmoins tirer de cela l'intérêt qu'il y a à ne pas paraître trop distant. Le sondé, que l'on vient solliciter pendant son temps libre, doit être mis en confiance et ne doit pas voir l'enquête comme une contrainte qu'on lui impose. Autrement, ses réponses risquent de ne pas refléter une quelconque réalité, il répondra pour être débarrassé, pas pour apporter son opinion.

« Quelle que soit la technique, l'analyse du contenu est une réduction et une interprétation du contenu, et non une restitution de son intégralité ou de sa vérité cachée. » (*ibid.*)  
C'est conscient de cette réalité que nous aborderons notre enquête. Le maximum est fait pour que nos résultats reflètent une réalité, mais ils resteront une interprétation d'une réalité plus complexe à atteindre que par le biais d'une enquête.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR



### 3 Mise en place d'un questionnaire

Le rapport est accompagné d'un Plan de Gestion de Données (PGD, en Annexe 1 : Plan de Gestion de Données). Ce PGD en annexe présente en détails la création, l'application et l'analyse de l'enquête. Nous présenterons dans le présent rapport l'essentiel de notre travail de recherche, mais il est possible de se reporter au PGD pour connaître la démarche complète.

#### 3.1 Choix méthodologiques

##### Choix de la méthode

Nous cherchons à identifier les attentes des usagers en termes d'ensoleillement sur les places urbaines. Les choix qui seront faits par la suite auront pour but de se focaliser sur cette question.

Nous choisissons comme méthode l'enquête. Comme expliqué plus haut (parties 2.3.3. et 2.4.), ce choix a été fait pour recueillir directement l'opinion de l'utilisateur, au centre du sujet. Celle-ci se base essentiellement sur l'évaluation de photos. Elle a pour but de recueillir directement l'opinion de l'utilisateur sur les questions d'ensoleillement. Des photos seront présentées aux usagers, et ceux-ci devront juger la qualité de l'ensoleillement des photos, en se projetant dans la photo. Le questionnaire aura deux supports : un livret présentant les photos, et une feuille à compléter.

##### Définition des espaces

Nous cherchons d'abord à partitionner la place en éléments constitutifs afin de déterminer les besoins de chacun d'entre eux. Ceux-ci risquent en effet d'être différents en fonction des usages. Nous nous intéressons à la fois aux espaces horizontaux et verticaux (façades). Dressons une première liste intuitive des différents espaces ou éléments qui peuvent constituer une place :

- Terrasses
- Marches
- Bancs
- Circulations piétonne
- Circulations véhicules
- Décorations
- Commerces (façades)
- Logements (façades)
- Marché
- Arbres
- Pelouse
- Stationnements

Dans notre étude, nous ne prendrons pas en compte les arbres. D'une part, leur ombre peut être perçue différemment de celle du bâti. A priori, l'ombre des arbres a tendance à être recherchée, tandis que celle du bâti est plutôt évitée. De plus, les feuillus ne produiront pas d'ombre l'hiver, tandis que les résineux en produiront toute l'année. D'autre part, notre étude concerne le bâti, non pas le végétal. L'intégrer dans notre enquête ne serait pas pertinent, et pourrait même complexifier les résultats. Nous considérons dans cette enquête les places essentiellement minérales. C'est sur les formes bâties que nous pourrions intégrer une réglementation.

Précisons aussi que lorsque nous parlons de commerces ou de logements, nous ne nous intéressons pas à la lumière qui pénètre à l'intérieur, mais uniquement de celle qui éclaire les façades. En effet, c'est la lumière que l'utilisateur de la place pourra voir directement, et qui influencera sa perception globale de l'ensoleillement de la place. Sa variation en fonction de la course du soleil est à conjuguer avec les attentes des usagers, qui peuvent elles aussi varier en fonction des moments de la journée. Notons que nous nous intéressons à la binarité « au soleil / à l'ombre ». Ce choix est fait pour rendre une traduction réglementaire plus aisée, du type enveloppe solaire.

Dans la distinction des espaces horizontaux, nous utiliserons le critère de mobilité. Nous aurons d'une part, les espaces qu'on pourra qualifier de « repos » (terrasses, marches, bancs, etc.). Ces espaces invitent l'utilisateur à un arrêt prolongé, souvent assis. Si ce n'est pas systématique, par exemple pour les marches, c'est néanmoins une affordance non négligeable, et qui nous amènera à nous questionner sur la présence ou non du soleil lors de notre choix de s'y installer. D'autre part, nous avons des espaces qu'on dira de « circulation ». Ceux-ci représentent les espaces qui n'ont pas de vocation propre. Ils sont uniquement utilisés pour aller d'un point à un autre, ils sont traversés. Il est bien sûr possible d'y avoir des arrêts, lorsque l'on rencontre quelque chose ou quelqu'un qui attire notre attention. Cependant ces arrêts sont peu fréquents et plus ponctuels. Afin de gagner en clarté et d'éviter de se disperser dans la caractérisation de trop d'éléments, nous séparons nos espaces en trois catégories :

- Espaces de repos (terrasses, marches, bancs, pelouses)
- Espaces de circulation (piéton ou véhicule)
- Eléments verticaux (façades, éléments verticaux)

Nous considérons deux plans. Le premier est défini par l'espace où se situe l'utilisateur, tandis que le second représente ce qu'il voit. Les décorations et les façades ne seront présentes que dans un second plan, elles font partie du champ de vision, mais l'utilisateur ne s'y trouvera jamais. En revanche, les deux espaces (repos et circulation) peuvent à la fois faire partie du premier et du second plan. On pourra être baigné ou non dans le soleil, mais notre perception de la place change aussi en fonction de l'ensoleillement des espaces que nous pouvons voir.

### Choix des espaces

Nous sélectionnons un échantillon de cinq places pour les photos. Ces places doivent répondre à certains critères, afin d'être homogènes et comparables. Le premier critère est leur localisation : nous choisissons des places du centre-ville Nantais, pour pouvoir nous y rendre facilement. Nous évitons les places trop ouvertes, ou trop grandes, comme la place Viarme, qui, en plus, laisse une large place aux mobilités mécanisées et contraint largement les déplacements/stations du piéton ou la place de Bretagne. Nous éliminons aussi les places trop végétales, comme le square Fleuriot de Langle. Nous supprimons la place Felix Fournier, qui est en travaux au moment de l'enquête. Nous retenons un total de cinq places, car cela nous permet d'avoir un échantillon varié, tout en évitant une dispersion trop importante. Les places retenues sont les suivantes (voir figure 15):

- Place Bouffay
- Place Graslin
- Place Commerce
- Place Royale
- Place Saint Pierre



**Figure 15: Places étudiées (Nantes)**

*Source photo : géoportail*

### Variables des photos

Notre questionnaire se basant sur l'évaluation de photos, le but est ensuite d'analyser les résultats pour justifier les différences entre les photos. Nous nous intéressons à plusieurs caractéristiques, que nous ferons varier afin de voir leur influence sur les notes (voir figure 16).

Tout d'abord : l'ombre. C'est là le centre de notre sujet. Afin de définir les préférences des usagers, nous les faisons évaluer des photos avec différents ombrages pour identifier celles qui plaisent le plus. Nous faisons varier les espaces qui sont ensoleillés (le sol ou les façades), ainsi que la situation du personnage : s'il est à l'ombre ou au soleil. Les ombres sont ajoutées informatiquement en se basant sur des simulations SketchUp, afin de rester réalistes.

Ensuite : les saisons. La notion de température étant indissociable de l'ensoleillement, nous choisissons de faire évaluer chaque photo si elle était prise en hiver, et si elle était prise en été. De cette manière, la température est un biais qui est contrôlé, puisqu'on force l'utilisateur à se projeter dans deux situations différentes.

Ce sont nos deux critères principaux, mais nous avons d'autres variables qui entrent en jeu, et qui peuvent influencer les opinions.

La visibilité du ciel sur la photo. Pour avoir des photos homogènes, nous avons réalisé des photos avec un minimum de ciel visible. Beaucoup ne présentent pas du tout de ciel, certaines laissent apparaître une petite portion de ciel. Dans tous les cas, le soleil n'est pas directement visible.

D'autres variables liées à l'espace entrent en jeu : le type de place (repos ou circulation), et la place elle-même (Bouffay, Graslin, etc...).

Enfin, d'autres variables, liées à l'environnement de la place, peuvent biaiser les résultats. Bien qu'on ne s'intéresse pas à ces variables directement, il faudra les observer pour vérifier qu'elles n'influencent pas les réponses de manière majeure. Nous listons dans ces variables la présence de

meublier urbain (qui peut encombrer une place, ou au contraire la laisser déserte), la présence de fontaine ou de végétal ainsi que le nombre de personnages sur la photo.

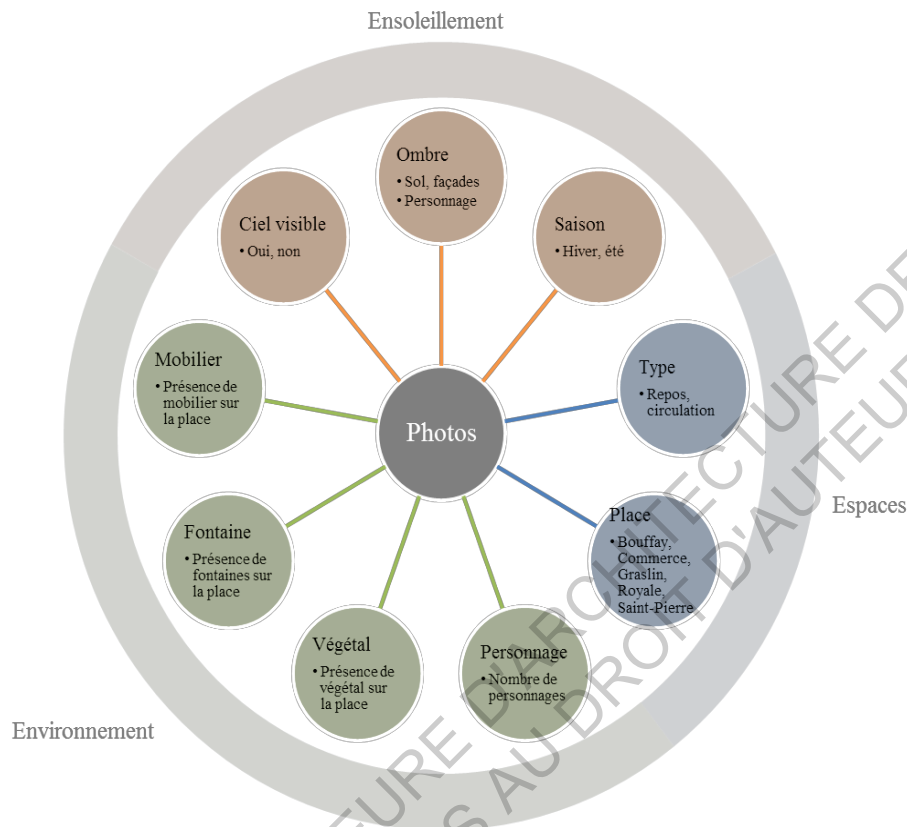


Figure 16: Variables des photos

On peut bien évidemment identifier d'autres variables, mais celles-ci sont celles qui porteront à priori le plus d'influence sur les jugements. Les caractéristiques des photos, au nombre de vingt, sont présentes dans l'Annexe 2 : Caractéristiques des photos.

### 3.2 Elaboration du questionnaire

#### Première version

Nous rédigeons un premier questionnaire « test », soumis à plusieurs personnes, pour évaluer la cohérence et la pertinence de nos questions. Celui-ci se présente ainsi :

- Introduction

Présentation rapide du contexte, en abordant la réglementation existante. Présentation de schémas sur les règles d'enveloppe constructibles.

- Première partie: sur l'importance du soleil en fonction du moment

Courte introduction, puis évaluation de 0 à 10 des trois types d'espace (consommation, repos, circulation), pour chaque créneau horaire, en été et en hiver.

- Deuxième partie: sur l'importance de ce qui est ensoleillé

Courte introduction, puis évaluation de 0 à 10 de l'importance accordée à être au soleil / voir le soleil (pour les 3 espaces, en hiver et en été).

- Troisième partie: Evaluation de l'ensoleillement par simulations  
Courte introduction, puis présentation d'images basiques issues de simulations SketchUp, avec des ombres portées. L'utilisateur doit noter les images de 0 à 10 pour l'hiver et l'été.
- Quatrième partie: Evaluation de l'ensoleillement par photos  
Courte introduction, puis présentation de photos avec des fausses ombres portées. L'utilisateur doit noter les images de 0 à 10 pour l'hiver et l'été. Un espace est laissé pour commenter.

## Retours et corrections

Une fois le premier questionnaire construit, nous réalisons plusieurs tests avec des membres du CRENAU pour observer sa validité et l'améliorer. Beaucoup de modifications ont été apportées pour arriver à notre version finale (voir en Annexe 3 : Questionnaire A1 et en Annexe 4 : Livret A1). Nous présentons ici sa forme finale, ainsi que les principaux choix qui ont été faits depuis le questionnaire initial.

### Partie 0 :

Quel usager êtes-vous ? Le but de cette partie est d'identifier la personne ayant rempli le questionnaire, afin d'observer s'il existe des corrélations entre certaines catégories d'utilisateurs et les réponses données dans les questionnaires.

Les renseignements demandés sont les suivants : âge, sexe, mode de transport, fréquentation du centre-ville nantais, lieu d'habitation.

### Partie 1 :

A quels moments de la journée pouvez-vous chercher le soleil sur une place ? Ici, on souhaite déterminer les créneaux horaires qui seraient à protéger dans le cadre d'une éventuelle réglementation. On distingue l'hiver de l'été, et les espaces de circulation de ceux de repos.

### Partie 2 et 3 :

Mettez-vous dans la peau du personnage. Comment jugez-vous l'ensoleillement ? C'est la partie d'évaluation des photos. Nous demandons en partie 2 d'évaluer les photos seules, alors qu'en partie 3 les photos sont présentées par paires (deux scènes identiques, avec deux ombrages différents). On demande à l'utilisateur de noter quinze photos (cinq en partie 2 et dix en partie 3), en distinguant l'hiver de l'été. L'échelle a quatre valeurs : très désagréable, désagréable, agréable et très agréable.

Voici maintenant la justification de certains des choix qui ont été faits :

### L'échelle de notation :

Initialement partis sur une échelle de notation de 0 à 10, nous avons réduit ce nombre, jugé trop important lors des tests. Une échelle de Likert nous a paru pertinente pour un nombre plus restreint, et après avoir hésité entre quatre et cinq valeurs, nous avons opté pour quatre, « à choix forcé ». Le jugement de l'ensoleillement n'étant pas forcément aisé, la valeur médiane peut être vue comme une solution de facilité. Nous décidons de « forcer » l'utilisateur à faire un choix.

### Les simulations :

L'option d'intégrer des simulations, basiques ou réalistes, a été écartée. Les simulations ne permettent pas aux « testeurs » de se projeter, il leur est difficile de s'imaginer dans la place. Des simulations plus travaillées, encore plus réalistes, l'auraient peut-être permis, mais elles ne

présentent pas beaucoup plus d'intérêt que les photos, tout en étant plus longues à réaliser. C'est pourquoi nous nous concentrons sur les photos.

Le nombre de photos :

Lors des tests, il a été indiqué qu'au-delà de dix photos, le questionnaire pouvait devenir long. Afin de pallier ce problème, nous avons créé la partie 3, où nous évaluons deux photos à la fois. Nous pouvons donc en présenter quinze par questionnaire. Le test a été fait avec les quinze photos, et n'a pas semblé trop long. Afin de conserver un échantillon de photos suffisant (nous avons opté pour vingt), nous réalisons quatre questionnaires différents, en changeant les photos et leur ordre d'apparition.

C'est donc avec ce questionnaire que nous avons commencé à réaliser nos enquêtes.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

## 4 Réalisation de l'enquête

### 4.1 Conditions de l'enquête

Les enquêtes se déroulent au mois de Juin 2017, à Nantes. Huit sessions sont réalisées. Elles ont lieu l'après-midi, entre 14 h et 17h. Les lieux de l'enquête sont les suivants (voir figure 17):

- La terrasse des vents
- Le quai Turenne
- Le Jardin des Plantes
- Le cours Cambronne
- Le miroir d'eau
- Le jardin des berges



**Figure 17: Lieux de l'enquête (Nantes)**

*Source photo : géoportail*

Ces espaces (sauf le Jardin des Plantes et le cours Cambronne) ont été choisis pour leurs similarités avec les plages urbaines (concept étudié par En-nejjari, 2017). Leurs occupants sont en effet plutôt dans une attitude de repos, et sont donc plus à même de nous accorder du temps pour notre enquête. Les personnes sont approchées sans distinction. Nous avons considéré qu'en sélectionnant les personnes de manière aléatoire, l'échantillon obtenu serait suffisamment hétérogène (hypothèse qui s'est révélée fautive par la suite – voir explication en section n° 4.2. – Diversification de l'échantillon).

### 4.2 Affinement de la démarche

Notre enquête, bien qu'elle soit construite à l'aide de retours d'expérience de différents collègues mis en situation de test, est affinée en cours d'expérience avec les nouvelles remarques que nous pouvons recueillir lors de nos entretiens. Les modifications ne sont pas majeures, pour que l'ensemble reste cohérent, mais nous ajustons quelques points sur la démarche et la formulation afin d'obtenir des résultats plus intéressants.

## Retours des premiers entretiens

Lors des premiers questionnaires sur des usagers « réels » (et non des membres du CRENAU, comme précédemment), nous leur demandons des retours sur l'enquête. « Est-ce que les questions sont claires ? », « Ce n'est pas trop long ? »... L'ensemble des sondés répond de manière positive : le questionnaire est clair, et n'est pas trop long. Ces réponses sont cependant à nuancer, d'une part car la population interrogée jusque-là est majoritairement composée de jeunes étudiants (nous avons vu par la suite que les personnes plus âgées pouvaient être moins patientes et peu réceptives à notre questionnaire), et d'autre part parce que nous avons obtenu plusieurs fois des lieux en réponse à des questions de date ou d'heure en partie 1 (« - A quel moment pouvez-vous chercher le soleil ? – Hôtel Dieu»). Nous précisons maintenant oralement qu'il faut répondre à la partie 1 par un créneau horaire (« 10h-12h »), ou une indication temporelle plus vague (« le matin »).

## Diversification de l'échantillon

Après avoir réalisé trois sessions, nous observons que notre échantillon est très homogène. En effet, nos lieux d'enquête, ainsi que les heures auxquelles nous les réalisons, nous amènent à interroger un public majoritairement jeune et étudiant. Nous décidons donc de diversifier nos lieux d'enquêtes, en ajoutant le Jardin des Plantes et le Cours Cambronne à nos sessions suivantes. Ces espaces sont fréquentés par un public plus âgé et nous permettent de rendre notre échantillon plus hétérogène.

## Questions ouvertes

Après une première observation des résultats, nous décidons d'ajouter des questions plus ouvertes à la fin de notre entretien. Si nous voulions initialement poser des questions très larges, du type « comment qualifieriez-vous l'ensoleillement de cette place ? », nous nous réorientons sur des questions plus simples : « sur quels critères vous êtes-vous basés pour juger les photos ? ». Le but de ces questions est d'apporter des informations supplémentaires sur ce que les usagers cherchent. Nous évitons de nous lancer dans des entretiens ouverts, car leur mise en place et leur analyse seraient trop chronophages pour obtenir des résultats pertinents.

## 4.3 Retours sur la démarche

### Points positifs

La démarche adoptée a plusieurs points positifs. Le questionnaire est largement accepté. Très peu d'usagers ont refusé d'y répondre par manque de temps. Il est aussi clair et concis. Avec les précisions que nous apportons à l'oral, les usagers comprennent de quoi il est question, et n'ont pas de mal à y répondre.

### Limites

Notre enquête présente plusieurs biais. Les entretiens sont tous réalisés en été, en début d'après-midi, sur le même type d'espace. Les résultats que nous obtenons traduisent donc des préférences pour les personnes fréquentant ces espaces pendant cette période. On peut imaginer que les usagers fréquentant les places les matins d'hiver aient des opinions différentes, soit à cause des



conditions extérieures qui varient, soit parce que ce ne sont pas les même catégories de personnes. De plus, nous n'interrogeons pas les personnes sur les places urbaines. Le choix est délibéré, puisque nous voulons que l'usager se projette dans une situation, et qu'il se détache de celle dans laquelle il se trouve. Interroger un usager sur une place risquerait aussi d'avoir une influence différente sur le jugement de la place même où il se trouve.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

## 5 Analyse des résultats

### 5.1 Présentation des résultats

Pour plus de clarté, la plupart des graphiques sont ajoutés dans l'Annexe 5 : Graphiques. Nous y faisons référence en indiquant leur numéro.

#### 5.1.1 Profil des usagers

##### Age et sexe (*Graphique 1*)

Tout d'abord, regardons la population des sondés, en fonction de leur âge et de leur sexe, en figure 18:

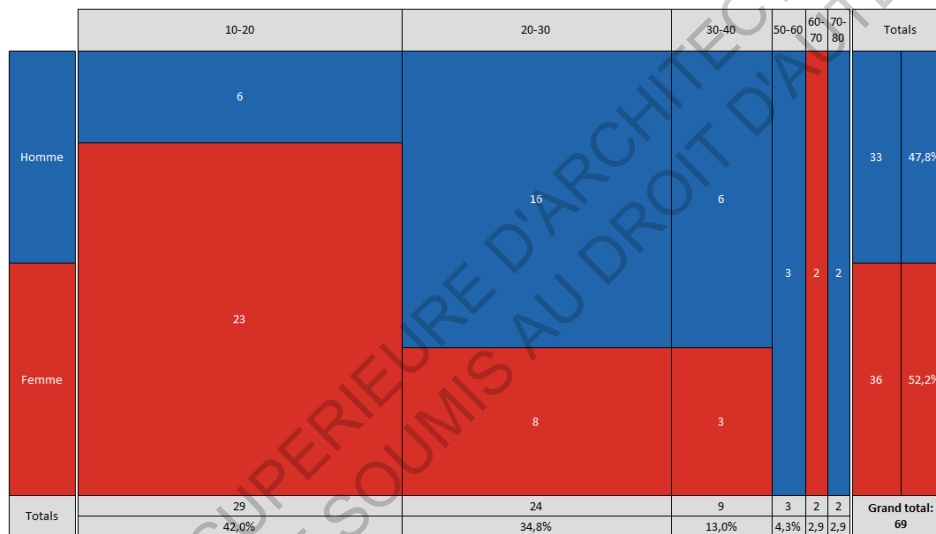


Figure 18: Mosaic Plots représentant le sexe et l'âge des sondés

Le choix des lieux d'enquête explique la distribution des âges des sondés. Ayant d'abord privilégié les espaces de type « plage urbaine », la population est essentiellement constituée de jeunes étudiants. C'est pourquoi nous avons 75% de notre échantillon dans la tranche 16-25 ans. Afin de diversifier cet échantillon, nous avons varié nos lieux d'enquête. Nous avons donc 10% de l'échantillon âgé de plus de 50 ans. Il existe cependant une absence de données pour la tranche 38-55 ans. La répartition des sexes est globalement équitable (52% de femmes interrogées, contre 48% d'hommes).

##### Fréquentation des places du centre-ville nantais (*Graphique 2*)

Les personnes évaluent leur fréquentation des places du centre-ville Nantais ainsi:

- 1/6 (17,4%) s'y rendent rarement,
- 1/3 (33,3%) de temps en temps,
- 1/3 (33%) régulièrement,
- 1/6 (17,4%) souvent.

### Modes de déplacement (Graphique 3)

Une majorité des sondés utilise les transports en communs (20%), la marche (30%), ou les deux (29%) comme moyen de transport principal. 21% utilisent la voiture.

### Lieu de résidence (Graphique 4)

Plus de la moitié (57%) des sondés habite en ville, 26% en périphérie et seulement 17% à la campagne.

## 5.1.2 Horaires d'ensoleillement recherchés

La partie 1 de notre questionnaire demande à l'utilisateur d'indiquer les heures auxquelles il peut rechercher l'ensoleillement sur les places urbaines. Il lui est possible de répondre par un créneau horaire ou une indication temporelle, comme expliqué précédemment. Afin de pouvoir recouper ces résultats, nous avons établi arbitrairement un tableau d'équivalence (figure 19) entre les réponses chiffrées et les réponses plus subjectives :

7	30	8	30	9	30	10	30	11	30	12	30	13	30	14	30	15	30	16	30	17	30	18	30	19	30	20	30	21	30										
Début de matinée		Matin				Midi				Début d'après-midi				Après-midi				Soir																					
								Déjeuner												Fin d'après-midi																			
								Vers midi																															
								La journée vers le midi																															
								Toute la journée																															

Figure 19: Equivalences créneaux/expressions

### Espace de repos

#### - Hiver (Graphique 5)

Ici, le soleil est recherché entre 11h et 19h, avec un pic de 20 réponses le midi (entre 12h et 13h).

#### - Eté (Graphique 6)

Ici, c'est plutôt entre 10h et 20h qu'on recherche le soleil, avec une légère hausse le matin (10h-11h30) et le soir (plus de 20 réponses entre 17h-19h30).

### Espace de circulation

#### - Hiver (Graphique 7)

Les usagers recherchent le soleil entre 9h et 20h, mais de manière moins marquée (presque toujours moins de 14 réponses par créneaux)

- Eté (*Graphique 8*)

Là encore, le soleil est recherché entre 9h et 20h, avec un intérêt plus important entre 10h et 11h ainsi qu'entre 17h et 18h (26 réponses).

D'après ces réponses, on voit que le soleil n'est pas très recherché avant 10h et après 20h. En été, il est particulièrement apprécié le matin et le soir, alors que les réponses sont plus constantes en hiver (sauf sur les espaces de repos, où le midi semble important).

### 5.1.3 Les notations des photos

L'ensemble des résultats obtenus est réuni dans un tableau Excel (voir en annexe 1 : Plan de Gestion de Données, en partie 3, pour tous les détails sur le tableau). Nous réunissons les résultats des quatre questionnaires. Nous traduisons les réponses ainsi :

- 1 pour Très désagréable
- 2 pour Désagréable
- 3 pour Agréable
- 4 pour Très agréable

Nous obtenons, par photo, les moyennes suivantes:

Photo	Partie 2 – Hiver	Partie 2 – Eté	Partie 3 – Hiver	Partie 3 – Eté
PBCA	2,69	2,88	2,15	3,15
PBCB	3,06	2,94	3,34	2,68
PBRA	2,56	2,78	2,68	3,32
PBRB	3,38	2,63	3,26	2,82
PCCA	2,56	2,94	2,62	2,94
PCCB	2,88	2,94	2,97	2,74
PCRA	2,71	3,18	2,70	3,33
PCRB	3,24	2,94	3,27	2,64
PGCA	2,82	3,00	2,59	3,18
PGCB	3,06	3,53	3,46	2,82
PGRA	2,88	3,25	2,39	2,94
PGRB	3,11	2,89	3,35	2,91
PRCA	2,88	2,76	2,41	2,94
PRCB	3,39	3,17	3,29	2,82
PRRA	2,53	2,94	2,44	3,18
PRRB	3,00	2,75	3,15	2,71
PSCA	2,88	3,00	2,46	3,20
PSCB	3,06	3,00	3,18	2,53
PSRA	2,56	3,11	2,18	2,82
PSRB	2,88	2,82	3,03	2,62

Figure 20: Moyennes par photo

Les notes vont de 2,15 à 3,53. L'écart-type des notes de chaque photo est relativement important, puisqu'il est en moyenne de 0,84. Il s'explique par le caractère discret des notes, et le nombre de choix possibles (quatre).

## 5.2 Analyse des résultats

Afin d'analyser les résultats obtenus, nous tentons d'utiliser le test du Khi 2. Ce test permet de montrer ou non une dépendance entre plusieurs données. Nous l'utilisons pour tester la dépendance des réponses au genre des sondés. Nous réalisons donc les tableaux suivants :

T	1	2	3	4	Total
Hommes	23	77	143	87	330
Femmes	21	72	151	108	352
Total	44	149	294	195	682

T_0	1	2	3	4	Total
Hommes	21,29	72,10	142,26	94,35	330
Femmes	22,71	76,90	151,74	100,65	352
Total	44	149	294	195	682

R	1	2	3	4
Hommes	1,71	4,90	0,74	-7,35
Femmes	-1,71	-4,90	-0,74	7,35

R <sup>2</sup>	1	2	3	4
Hommes	2,92	24,04	0,55	54,09
Femmes	2,92	24,04	0,55	54,09

R <sup>2</sup> /T_0	1	2	3	4	Total
Hommes	0,14	0,33	0,00	0,57	1,05
Femmes	0,13	0,31	0,00	0,54	0,98
Total	0,27	0,65	0,01	1,11	2,03

Degrés de lib	3	2,03>1,21	(table de Karl Pearson)
0,750	<	p-value	<
			0,5

Par convention, on accepte l'hypothèse d'indépendance si le p-value est supérieur à 5%

Ici, notre p-value est supérieure à 5%

L'hypothèse d'indépendance est **acceptée**

T	1	2	3	4	Total
Hommes	48	198	250	161	657
Femmes	45	158	275	218	696
Total	93	356	525	379	1353

T_0	1	2	3	4	Total
Hommes	45,16	172,87	254,93	184,04	657
Femmes	47,84	183,13	270,07	194,96	696
Total	93	356	525	379	1353

R	1	2	3	4
Hommes	2,84	25,13	-4,93	-23,04
Femmes	-2,84	-25,13	4,93	23,04

R <sup>2</sup>	1	2	3	4
Hommes	8,07	631,56	24,34	530,74
Femmes	8,07	631,56	24,34	530,74

R <sup>2</sup> /T_0	1	2	3	4	Total
Hommes	0,18	3,65	0,10	2,88	6,81
Femmes	0,17	3,45	0,09	2,72	6,43
Total	0,35	7,10	0,19	5,61	13,24

Degrés de lib	3	13,24>12,8	(table de Karl Pearson)
0,005	<	p-value	<
			/

Par convention, on accepte l'hypothèse d'indépendance si le p-value est supérieur à 5%

Ici, notre p-value est inférieure à 5%

L'hypothèse d'indépendance est **rejetée**

Figure 21: Test du Khi2 appliqué au genre

Le test nous indique que dans la partie 2, les réponses sont indépendantes du genre, tandis que dans la partie 3, elles en dépendent. Notons avant tout que si le test du Khi2 souligne la dépendance, cela n'implique pas nécessairement une causalité. Le résultat signifierait donc que dans le cas de comparaison, les réponses dépendraient du genre. Ce qui n'est pas le cas lors de la notation de photos seules. Ce résultat semble étrange, et même s'il n'est pas impossible, il nous pousse à nous interroger sur la validité du test. Le test du Khi2 s'applique généralement sur des statistiques du type réponse à une question, en fonction de paramètres des usagers. Ces applications peuvent être bien sûr plus vastes, mais l'idée est la même, et il existe une différence importante avec notre approche : la même question est posée à tous les usagers. Or, si nous posons aussi une seule question (comment jugez-vous l'ensoleillement ?), nous la posons pour plusieurs photos. Le test du Khi2 est-il encore valable dans ce cas ? Nous pourrions réaliser le test pour chaque photo individuellement, mais les résultats seraient moins intéressants. La note

est liée au genre sur telle photo, mais pas sur telle autre... Les informations que l'on en tirerait ne seraient pas forcément pertinentes.

Nous adoptons alors une approche différente. Nous séparons les notes en fonction de nos différentes variables (les variables liées aux photos, comme vu partie 3.1., mais aussi celles liées à l'utilisateur). Notre but étant l'élaboration de règles pour protéger l'accès solaire, plusieurs aspects nous intéressent. Les zones à protéger du soleil, ou dont il faut préserver l'accès solaire, sont notre préoccupation majeure. Nos deux principales variables étaient l'ombre et les saisons.

En analysant nos résultats, nous faisons le constat suivant : l'utilisateur recherche l'ombre en été, et le soleil en hiver. Cette réponse, qui peut paraître évidente, est néanmoins intéressante, car la question n'est pas posée directement. Les photographies où la silhouette est à l'ombre obtiennent des meilleures notes en été, tandis que celles où la silhouette est au soleil obtiennent de meilleures notes en hiver. Ce résultat est quasiment systématique, comme on peut l'observer sur les figures 21 et 22 :

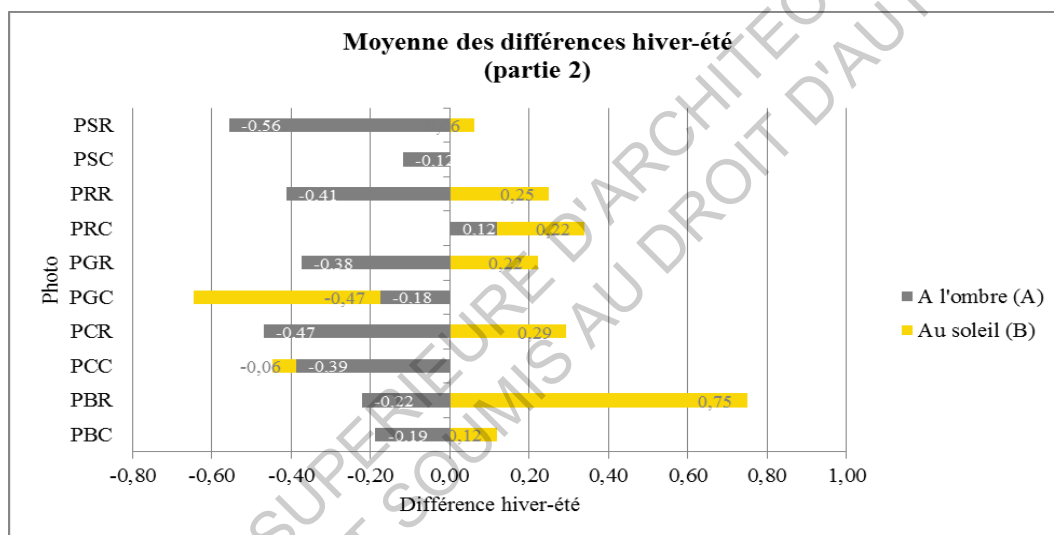


Figure 22: Moyenne des différences hiver-été (partie 2)

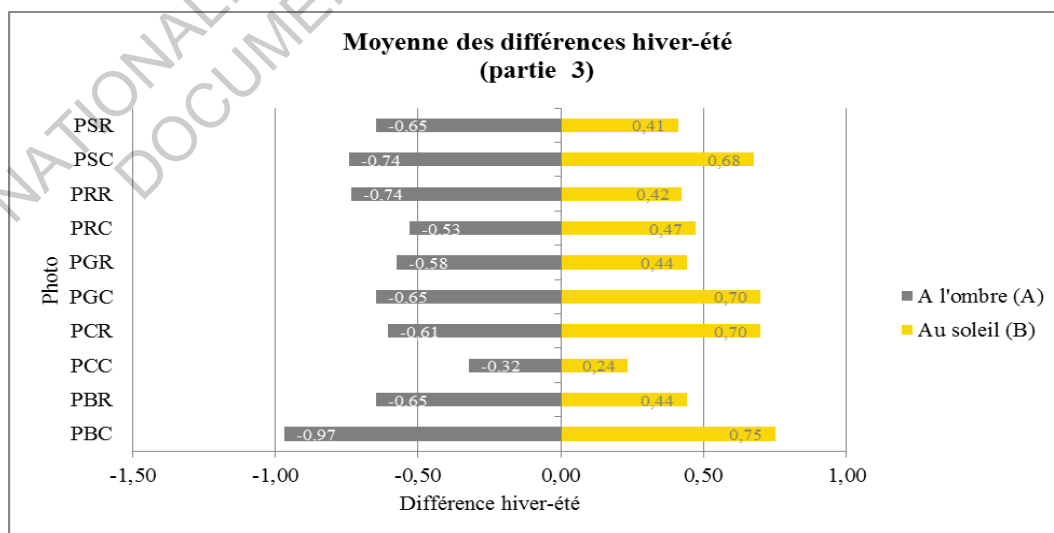


Figure 23: Moyenne des différences hiver-été (partie 3)

L'utilisateur, plus que d'autres paramètres, est influencé par sa position par rapport au soleil. Cette préférence est liée à la dimension thermique plus qu'à la dimension lumineuse du soleil, comme le montrent les commentaires recueillis (voir le PGD en annexe 1). Même si la dimension thermique n'est qu'au second plan de cette recherche, une traduction réglementaire ne devra pas ignorer ces résultats. Une réglementation devrait donc viser à protéger l'utilisateur du soleil en été, et lui offrir un accès au soleil en hiver. Les ombres portées par les bâtiments étant plus importantes en été qu'en hiver, il faudrait définir des priorités. Si on agit sur le bâti seul, il sera difficile d'avoir de l'ombre en été là où il y a du soleil en hiver. On pourrait donc, en fonction des espaces, décider de ce qui est le plus important : le soleil l'hiver ou l'ombre l'été. Le tout en sachant qu'il est possible d'ajouter des éléments modulables pour s'adapter. Prenons pour exemple une terrasse de café, il sera plus intéressant de préserver son accès au soleil l'hiver, puisqu'en été il suffit de mettre un parasol pour que l'utilisateur ne soit pas au soleil. L'inverse est plus compliqué : la terrasse à l'ombre en été a peu de chances de recevoir le soleil en hiver, à moins de mettre en place des solutions plus complexes (à base de miroirs ?). Dans ce cas, le choix est assez facile, mais il peut s'avérer plus compliqué pour d'autres espaces. Les espaces de circulation, où l'utilisateur est mobile, se prêtent moins à l'utilisation d'un parasol.

Notre deuxième constat concerne les zones ensoleillées, mais cette fois-ci visibles par l'utilisateur. Une fois la position de l'utilisateur par rapport au soleil écartée, il semble que l'utilisateur favorise les images où la façade est plus ensoleillée. Nous avons calculé les ratios suivants : (% de façade ensoleillée / % sol ensoleillé) pour chaque photo, et nous l'avons relié à leur note. On obtient les résultats exposés sur les graphiques 9 à 12. On observe que les notes augmentent lorsque notre ratio augmente, à l'exception des photos où l'utilisateur est au soleil, en partie 2 (exception causée par la photo PBRB, qui ne suit pas la tendance). L'intérêt de l'utilisateur est donc porté sur l'ensoleillement des façades plus que sur celui du sol. C'est donc principalement le bâti dont l'accès solaire doit être préservé. Cependant, cette information est à nuancer, car il a été indiqué à deux reprises qu'un contraste trop élevé pouvait être désagréable. Une place avec un sol sombre à l'ombre et des bâtiments clairs ensoleillés serait par exemple désagréable pour les yeux.

Les autres variables ne semblent pas avoir influencé, en tout cas de manière notable, nos résultats. On peut voir sur le graphique 13 que les notes ne sont pas liées à la part de ciel visible.

### 5.3 Limites

Nos travaux présentent plusieurs limites qu'il est important de reconnaître.

Notons d'abord que le nombre d'utilisateurs est assez restreint. Si certaines tendances apparaissent, il faut néanmoins les pondérer, et accepter qu'elles ne représentent pas forcément vérité absolue. Elles traduisent néanmoins une certaine réalité, mais ne sont pas à considérer comme acquises.

Notre mode d'enquête n'est pas irréprochable. La formulation de la question (comment jugez-vous l'ensoleillement – réponse à quatre choix) permet de mettre sur une même échelle des opinions complexes et variées. Cependant, ce choix linéarise beaucoup les réponses, et supprime beaucoup d'informations qui auraient pu aider à la compréhension. Le choix a été fait sciemment, pour des raisons pratiques, mais nous reconnaissons que les résultats qui en ressortent ne sont pas infaillibles.

Notre enquête dispose aussi de biais importants. En effet, le fait de demander à l'utilisateur de « juger l'ensoleillement », même si nous avons supposé que la question était claire, reste complexe. Lorsque l'utilisateur doit choisir si la place est agréable ou non, il juge aussi, consciemment ou non, d'autres paramètres. Une « jolie » photo sera peut-être plus appréciée, même si l'ensoleillement serait en réalité déplaisant.

Enfin, les résultats que nous obtenons ne sont pas toujours explicites. La multiplicité de nos paramètres fait qu'il est difficile d'affirmer avec certitude lequel a de l'influence. Corrélation ne signifie pas causalité : si les notes augmentent avec un paramètre, ce n'est peut-être pas ce paramètre qui en est la cause, même s'il est lié.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR



## 6 Conclusion

### 6.1 Conclusion

Le but de cette recherche était de mettre en avant les critères pris en compte par les usagers dans leur jugement de l'ensoleillement des places urbaines, afin de les traduire en réglementations. Deux critères ont été identifiés à l'aide de l'enquête que nous avons mis en place :

- L'ensoleillement de l'usager : il recherche l'ombre en été et le soleil en hiver
- L'ensoleillement des façades : l'usager semble préférer lorsque les façades sont plus ensoleillées

Si le premier critère peut paraître évident, il est néanmoins intéressant de noter qu'il a été mis en avant de manière indirecte (la question n'a pas été posée directement). Quant au second, moins évident, il montre que l'usager s'intéresse plus à l'ensoleillement des façades que du sol, et impliquerait donc une réglementation qui protège les bâtiments, et pas seulement l'espace public. Les critères identifiés ne sont pas une surprise, ils ne seraient sans doute pas applicables partout dans le monde, mais se justifient dans un pays tempéré comme la France. Malgré tout, on peut remarquer que les traductions réglementaires allant dans ce sens restent discrètes. Le bâti est au centre de la réglementation, leur construction est contrainte pour protéger les autres bâtiments, mais peu de choses apparaissent au sujet des espaces qui les entourent, en tout cas de manière explicite.

### 6.2 Discussion

La construction de notre recherche nous a amené à faire des choix. Notre tentative d'objectiver un concept aussi complexe que l'appréciation de l'ensoleillement, en le traduisant sur une échelle de quatre valeurs, peut paraître ambitieuse. Nous avons voulu utiliser une approche scientifique sur un sujet relevant du sensible. Cette décision a sans doute énormément lissé les résultats, en laissant peu de place à l'usager pour nous expliquer ce qu'il ressentait réellement. Le forcer à répondre sur une si petite échelle l'a probablement bridé, et l'a empêché de s'exprimer pleinement. Cependant, il est important de préciser que ce choix a été fait consciemment : d'une part parce que dans le laps de temps qui nous était imparti, et souhaitant un nombre de réponses convenable, nous devions conserver un entretien simple. D'autre part, parce qu'en bridant l'usager, nous l'avons surtout amené à répondre sur la même base que les autres. De telle manière que tous les résultats obtenus sont comparables, et ont la même valeur lors de l'analyse. Nous ne ratons pas d'information parce qu'un usager n'est pas bavard, leurs réponses ne sont pas influencées par leur humeur... Ce qu'elles perdent en sensible, nos réponses les gagnent en objectivité. C'est ce qui nous a permis de les analyser.

Le support utilisé est le deuxième aspect qu'on peut mettre en doute. Les photos impliquent en effet de nombreux biais (comme présentés plus haut). Là encore, ce choix nous a permis d'uniformiser les réponses : tous les sondés sont partis sur la même base ; chose qu'un autres support, comme une visite commentée, n'aurait pas permis. De même, la démarche employée (se rendre sur les espaces publics pour interroger les usagers) est critiquable. Une démarche plus cadrée, par exemple en reproduisant exactement les conditions dans lesquelles sont interrogés les usagers (projection des photos dans une salle définie plutôt que dans un espace public), limiterait les biais. Cette méthode reste néanmoins complexe à mettre en œuvre, et a elle-même d'autres

faillies. Le cadre trop formel pourrait influencer l'utilisateur, et le pousser à donner les réponses qu'il pense qu'on attend de lui, plutôt que celles qu'il croit justes.

Enfin, ce travail est aussi limité par l'échantillon d'utilisateurs. Celui-ci est en effet assez restreint, et probablement trop homogène. Il est suffisant pour nous permettre d'obtenir des résultats, qui sont d'ailleurs logiques et justifiables. Cependant, il n'est pas assez conséquent pour affirmer que ces résultats traduisent une situation proche de la réalité. Ils nous permettent d'identifier des tendances.

### 6.3 Perspectives

Ce travail se veut une base pour l'élaboration de réglementation sur l'ensoleillement de l'espace urbain. La méthode, si elle est perfectible, est en tout cas reproductible grâce au Plan de Gestion de Données réalisé en parallèle. On peut se poser les mêmes questionnements sur d'autres types d'espaces publics, comme les rues, ou les parcs. Mais une continuation de ce travail serait intéressante, car le sujet mérite d'être développé. Ce stage de six mois a permis d'identifier deux critères de jugement des utilisateurs, mais il en existe probablement d'autres. Ceux-ci sont peut-être aussi importants que ceux que nous avons mis en lumière, mais nécessiteraient une approche différente pour les identifier. Une fois les critères convenablement définis, il faudrait les traduire en règles tangibles. Nous avons proposé une idée de ce que pourrait donner la traduction de nos critères, mais le sujet reste à compléter. Il faut aussi se demander si ces règles doivent prendre une forme stricte, avec des indications précises sur le bâti, ou s'il s'agit seulement d'indiquer des recommandations. Le but n'est en effet pas de brider le concepteur dans la création ou la modification des places. Son point de vue serait aussi à étudier, car si nous avons choisi de ne pas le prendre en compte dans notre travail, il pourrait apporter des éléments nouveaux, notamment sur les contraintes de réalisation de certains critères. Il est fort possible qu'il existe un décalage entre le souhait des utilisateurs et leur faisabilité. Il peut être pertinent d'analyser les critères définis et les traductions qui en découlent avec des professionnels (urbanistes, constructeurs, services de la ville, etc.).

## 7 Bibliographie

Arantes, L., Marry, S., Baverel, O., Quenard, D.

**Efficacité énergétique et formes urbaines : élaboration d'un outil d'optimisation morpho-énergétique**

Article publié dans la revue *Cybergeo European Journal Geography* en avril 2016.

*doi:10.4000/cybergeo.27584*

Belkaid, A., Raboudi, K.

**Morphose numérique du volume englobant solaire**

Papier présenté au Séminaire de Conception Architecturale Numérique à l'ENSA Paris La Villette en 2012.

Bigorne, J.

**Les îlots de chaleur urbains à Paris – Cahier n°1**

Etude réalisée par l'APUR en 2012.

Bigorne, J., L'Hénaff, F.

**Réhabilitation des bâtiments construits à Paris entre 1945 et 1974 – Pratiques actuelles, nouveaux enjeux**

Etude réalisée par l'APUR en 2016.

California Energy Commission

**Residential compliance manual for the 2016 building energy efficiency standards**

Réglementation de l'état de Californie rédigée en 2015.

Capeluto, I.G., Shaviv, E.

**On the use of "solar volume" for determining the urban fabric**

Article publié dans la revue *Solar Energy* Volume 70, numéro 3, pp275–280, en février 2001.

*doi:10.1016/S0038-092X(00)00088-8*

Chelkoff, G., Thibaud, J.-P.

**Les mises en vue de l'espace public : les formes sensibles de l'espace public**

Rapport de recherche N°23 réalisé par le CRESSON en 1992.

City of New York, Board of estimate and apportionment

**Building Zone Resolution**

Réglementation de la ville de New York adoptée en 1916.

Comune di Milano

**Regolamento Edilizio**

Réglementation de la ville de Milan mise à jour en 2016.

Dunlap, D.W.

**Zoning Arrived 100 Years Ago. It Changed New York City Forever**

Article publié dans le *N.Y. Times* le 26 Juillet 2016

En-nejjari, M.

**Les nouvelles plages urbaines**

Rapport de recherche de Master réalisé au CRENAU en 2017 (en cours de réalisation au moment de l'écriture de cette recherche).

Francis, A.

**Right of lights ahead!**

Article publié dans la revue Journal of Building Appraisal volume 4, numéro 1, pp5–13, en mars 2008.

doi:10.1057/jba.2008.18

Hong Kong Legal Information Institute

**CAP 123F Building (Planning) Regulations**

Site internet consulté le 4 Juillet 2017.

URL <http://www.hklit.org/eng/hk/legis/reg/123F/>

Jachet, I.

**La notion d'effet: de la recherche de sa genèse vers sa généralisation**

Rapport de DEA réalisé au CERMA et au CRESSON en 1999.

Jungmann, J.-P.

**Ombres et lumières: un manuel de tracé et de rendu qui considère l'architecture comme une machine optique, Savoir-faire pour l'architecture**

Ouvrage publié aux éditions La Villette, en 1995.

Kaufmann, J.-C., De Singly, F.

**L'Entretien compréhensif**

Ouvrage publié aux éditions Nathan en 1996.

Kerr, R.

**On Ancient Lights: And the Evidence of Surveyors Thereon: with Tables for the Measurement of Obstructions**

Ouvrage publié par l'éditeur J. Murray en 1865.

Knowles, R.

**The solar envelope: its meaning for energy and buildings**

Article publié dans la revue Energy and Buildings volume 35, numéro 1, pp15-25, en janvier 2003.

doi:10.1016/S0378-7788(02)00076-2

Larousse

**Définitions : phénomène - Dictionnaire de français Larousse**

Site internet consulté le 31 mars 2017.

URL <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/ph%C3%A9nom%C3%A8ne/60204>

Littlefair, P.

**Passive solar urban design: ensuring the penetration of solar energy into the city**

Article publié dans la revue Renewable and Sustainable Energy Reviews volume 2, pp303-326, en Septembre 1998.

Morello, E., Ratti, C.

**Sunscapes: "Solar envelopes" and the analysis of urban DEMs**

Article publié dans la revue Computers, Environment and Urban Systems volume 33, numéro 1, pp26–34, en janvier 2009.

doi:10.1016/j.compenvurbsys.2008.09.005

Moreno, P.

**La représentation des ambiances architecturales et urbaines dans les supports de promotion des projets : Analyse du rôle des personnages.**

Rapport de recherche de Master réalisé au CERMA en 2011.

Moreno, P., Simonnot, N., Siret, D.

**Ambiances à vendre: la représentation des personnages dans les supports de promotion des projets immobiliers.**

Article publié dans les Cahiers thématiques N°12 de l'Ecole d'architecture de Lille, pp121-129 en 2013.

Nivet, M.-L.

**De Visu: un logiciel pour la prise en compte de l'accessibilité visuelle dans le projet architectural, urbain et paysager**

Rapport de thèse réalisé au CERMA en 1999.

Ng, E.

**Dense cities in the tropical zone, in: Solar Energy at Urban Scale**

Chapitre 12 de l'ouvrage Solar Energy at Urban Scale publié aux éditions ISTE en 2012.

Urbanisme avenir

**Paris Projet N°13-14**

Ouvrage publié par l'éditeur ISTE en 1975.

Petit, A., Siret, D., Simonnot, N.

**Effets chromatiques et méthodes d'approche de la couleur dans la démarche de projet architectural et urbain**

Rapport de thèse réalisé à l'UNAM en 2015.

Ponizy, A.

**Suggestion de la lumière naturelle par des techniques d'éclairage artificiel : Etat des lieux et prospective**

Rapport de recherche de Master réalisé au CRENAU en 2016.

Ribault, C., Brun, A., Roux, J.-J., Wurtz, E., Rusaouën, G.

**Simulation et optimisation énergétiques à l'échelle quartier**

Papier présenté à l'IBPSA à Marne-la-Vallée en 2016.

Siret, D.

**Les enveloppes solaires de Ralph Knowles, ou les ambivalences d'un modèle de régulation des formes urbaines**

Article publié dans la revue Lieux Communs, Cahiers du LAUA, pp195-206, en Novembre 2011.

Sorensen, A., Okata, J., Fujii, S.

**Urban Renaissance as Intensification: Building Regulation and the Rescaling of Place Governance in Tokyo's High-rise Manshon Boom**

Article publié dans la revue Urban Studies volume 47, numéro 3, pp556-583 en mars 2010.

doi:10.1177/0042098009349775

Steele, J.

**Sustainable Architecture: Principles, Paradigms, and Case Studies**

Ouvrage publié aux éditions Mcgraw-Hill en 1997.

Vermeulen, T.

**Optimisation de formes urbaines soumises au rayonnement solaire**

Rapport de thèse réalisé à l'Université de Technologie de Compiègne en 2014.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

## 8 Annexes

Annexe 1 : Plan de Gestion de Données .....	37 pages
Annexe 2 : Caractéristiques des photos .....	01 page
Annexe 3 : Questionnaire A1 .....	01 page
Annexe 4 : Livret A1 .....	13 pages
Annexe 5 : Graphiques .....	07 pages

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

**Annexe 1 : Plan de Gestion de Données**

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR



## **PLAN DE GESTION DE DONNEES**

**MASTER SCIENCES ET TECHNIQUES DES ENVIRONNEMENTS URBAINS**

**SPECIALITE AMBIANCES ET FORMES URBAINES**

**Année 2016/2017**

**Thèse de Master STEU**

**Diplôme cohabilité :**

**École Centrale de Nantes**

**Ecole Nationale Supérieure des Mines de Nantes**

**Ecole Supérieure d'Architecture de Nantes**

Présentée et soutenue par :

BASTIEN BIGNON

le 28/08/2017

à l'Ecole Centrale de Nantes

**TITRE**

**DEFINITION DES ATTENTES DES USAGERS DES PLACES URBAINES EN TERMES D'ENSOLEILLEMENT**

## Résumé

Ce document détaille le mode opératoire de recueil de données mis en œuvre dans le cadre de la recherche « Définition des attentes des usagers des places urbaines en termes d'ensoleillement » (Bignon, 2017). Cette recherche a utilisé l'enquête comme moyen d'identifier les attentes des usagers. La création, l'application et l'analyse de cette enquête seront présentées ici, avec pour objectif leur reproductibilité (partielle ou totale) à d'autres fins de recherche.

Nous présenterons d'abord comment les données ont été recueillies, puis la manière dont elles ont été stockées, avant de présenter et lister les données de la recherche que nous en avons dérivées.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

## Sommaire

Résumé .....	1
Sommaire .....	2
1 Recueil des données .....	3
1.1 La création des photos .....	3
1.2 Le support d'enquête .....	10
1.3 La démarche d'enquête .....	12
2 Conservation des données .....	13
2.1 Le suivi des enquêtes : .....	13
2.2 Le tableau Excel .....	14
2.3 Arborescence des dossiers .....	16
3 L'ensemble des données .....	17
3.1 Détail des sessions d'enquête – exposé des conditions et commentaires recueillis .....	17
3.1.1 Session 1 – 02/06/17 .....	17
3.1.2 Session 2 – 06/06/17 .....	17
3.1.3 Session 3 – 07/06/17 .....	18
3.1.4 Session 4 – 09/06/17 .....	18
3.1.5 Session 5 – 20/06/17 .....	19
3.1.6 Session 6 – 22/06/17 .....	19
3.1.7 Session 7 – 23/06/17 .....	19
3.1.8 Session 8 – 28/06/17 .....	20
3.2 Résultats du questionnaire A1 .....	21
3.2.1 Résultats questionnaire A1 - partie 0 .....	21
3.2.2 Résultats questionnaire A1 - partie 1 .....	22
3.2.3 Résultats questionnaire A1 - parties 2 et 3 .....	23
3.3 Résultats du questionnaire A2 .....	24
3.3.1 Résultats questionnaire A2 - partie 0 .....	24
3.3.2 Résultats questionnaire A2 - partie 1 .....	25
3.3.3 Résultats questionnaire A2 - parties 2 et 3 .....	26
3.4 Résultats du questionnaire B1 .....	27
3.4.1 Résultats questionnaire B1 - partie 0 .....	27
3.4.2 Résultats questionnaire B1 - partie 1 .....	28
3.4.3 Résultats questionnaire B1 - parties 2 et 3 .....	29
3.5 Résultats du questionnaire B2 .....	30
3.5.1 Résultats questionnaire B2 - partie 0 .....	30
3.5.2 Résultats questionnaire B2 - partie 1 .....	31
3.5.3 Résultats questionnaire B2 - parties 2 et 3 .....	32
3.6 Photographies utilisées pour l'enquête .....	33
3.6.1 Photographies (1/4) .....	33
3.6.2 Photographies (2/4) .....	34
3.6.3 Photographies (3/4) .....	35
3.6.4 Photographies (4/4) .....	36

# 1 Recueil des données

## 1.1 La création des photos

L'enquête se base essentiellement sur le jugement de photos en fonction de leur exposition à l'éclairage solaire direct. Nous expliquons ici comment nous avons obtenu ces photos.

### Prise des photos :

Pour les besoins de la recherche, un certain nombre de critères ont été identifiés qui permettent une homogénéité des configurations au regard de l'objet d'étude. Ces critères sont les suivants :

- Places du centre-ville Nantais
- Essentiellement minérales
- Plutôt fermées (bordées de bâtiments sur au moins trois côtés, de taille assez réduite)
- Pas trop de ciel visible
- La moitié des photos doit présenter des espaces de circulation, l'autre moitié des espaces de repos (ces deux notions qui s'entendent au sens du piéton, sont définies plus précisément dans le mémoire de recherche de Bignon, 2017<sup>1</sup>)

Plusieurs places nantaises satisfont l'ensemble des critères susmentionnés. Pour des raisons de commodité expérimentale, les 5 suivantes sont sélectionnées (voir figure 1):

- Bouffay
- Commerce
- Graslin
- Royale
- Saint-Pierre

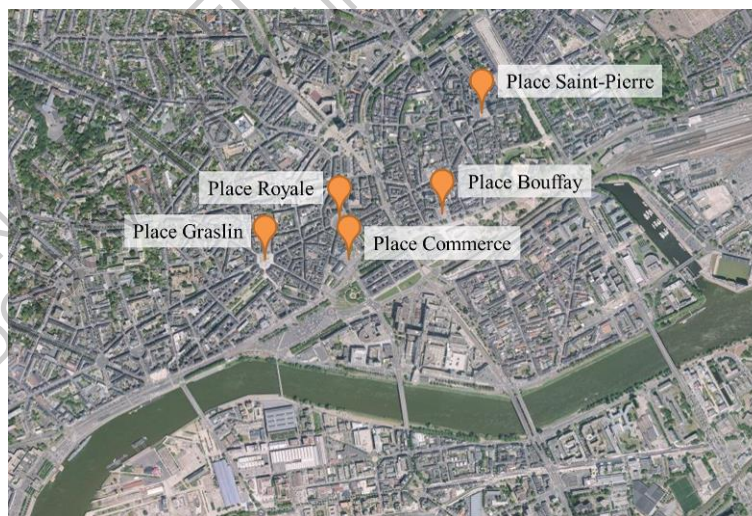


Figure 1: Places étudiées (Nantes)

Source photo : géoportail

Nous nous rendons sur chacune de ces places pour prendre des photos, en début d'après-midi, le 15 mai 2017. Nous y allons lorsque le ciel est dégagé, et pas trop tard dans l'après-midi, afin

<sup>1</sup> B. Bignon, "Définition des attentes des usagers des places urbaines en termes d'ensoleillement", p32, Août 2017.

d'avoir les places ensoleillées, avec peu d'ombres portées. Après avoir récupéré une quinzaine de photos par place, nous les trions de manière empirique pour utiliser celles qui représentent le mieux un espace de repos et un espace de circulation sur chaque place.

Ce processus de sélection nous conduit à ne retenir que 10 clichés, soit 2 points de vue par place pour chacune des 5 places nantaises sélectionnées préalablement (voir la figure 2 en exemple).



Figure 2: Photo d'un espace de circulation - Bouffay

### Suppression des ombres :

Nous supprimons ensuite les ombres de ces images.

En premier lieu, nous utilisons le logiciel PowerPoint (2010). Nous superposons la photo sur deux calques. Au premier plan, nous supprimons les zones ensoleillées, pour ne conserver que celles à l'ombre, à l'aide de l'outil « Supprimer l'arrière-plan ». Cela nous permet de modifier la luminosité et le contraste de ces zones seules. Ainsi, on peut rapprocher leurs teintes de celles de la photo en arrière-plan, donnant l'impression qu'il n'y a plus d'ombre.

Ensuite, nous procédons à des modifications de détails avec le logiciel Adobe Photoshop (7.0.1), et plus particulièrement avec l'outil « Tampon de duplication », qui nous sert à reproduire les teintes des textures ensoleillées.

Nous obtenons donc 10 images, maintenant sans ombre (voir la figure 3 en exemple).



Figure 3: Suppression des ombres

### Ajout d'une silhouette :

Afin de permettre à l'utilisateur de mieux se projeter dans la photo<sup>2</sup>, nous ajoutons une silhouette (voir figure 4), qui sert de point de repère. Nous demanderons à chacun de juger de l'ensoleillement « comme s'il était à la place de la silhouette ».

Nous avons pour cela recherché des silhouettes de personnage sur internet. Celles-ci sont noires sur fond blanc. Nous supprimons le fond avec l'outil « alpha instantané » du logiciel KeyNote (version 6.6.2). Sur le même logiciel, nous ajoutons une bordure blanche (de 2pt d'épaisseur). Les silhouettes sont assises pour les espaces de repos, et debout pour les espaces de circulation. Afin de ne pas trop masquer la photo, nous réduisons l'opacité des silhouettes à 50%.



Figure 4: Ajout d'une silhouette

### Définition des nouvelles ombres :

Nous devons ensuite ajouter des ombres informatiquement. Afin de créer des ombres réalistes, correspondant aux bâtiments environnants et à des dates réelles, nous produisons une maquette numérique de chacune des 5 places à l'aide du logiciel SketchUp (version 17.2.2554), comme on peut le voir figure 5.



Figure 5: Simulation des ombres par traitement d'image reproduisant les ombres portées du logiciel SketchUp aux dates sélectionnées

<sup>2</sup> B. Bignon, "Définition des attentes des usagers des places urbaines en termes d'ensoleillement", p31, Août 2017.

Pour se faire, nous déterminons d'abord les coordonnées géographiques de nos places.

A l'aide du logiciel IGNMap (version 2), dans lequel nous chargeons les limites communales de Nantes (donnée DGFIP 2016 transmise via les services de Nantes Métropole), nous identifions les coordonnées des extrémités choisies pour modéliser nos places. Le périmètre est élargi à plusieurs dizaines de mètres afin d'englober l'ensemble des bâtiments susceptibles de porter ombre aux diverses places sélectionnées.

Nous obtenons pour chacune des places les coordonnées (des points inférieurs gauches et supérieurs droits) :

Place Bouffay : (355482.70 ; 6689360.86) - (355675.87 ; 6689221.01)

Place Commerce : (355112.73 ; 6689262.64) - (355365.30 ; 6689071.81)

Place Graslin : (354770.36 ; 6689286.03) - (355018.72 ; 6689074.15)

Place Royale : (355086.54 ; 6689379.57) - (355298.41 ; 6689246.27)

Place Saint Pierre : (355638.45 ; 6689775.26) - (355934.52 ; 6689620.45)

Nous récupérons ensuite les fichiers Shape (.shp) de la BD TOPO® correspondant à ces 5 zones (par dérivation de la donnée IGN 2016). Ces fichiers représentent les empreintes des bâtiments, et leur associe un attribut d'élévation à la gouttière. Pour les importer, nous utilisons T4SU<sup>3</sup> (extension pour SketchUp), téléchargé sur SourceSup. Pour activer l'extension, il faut la charger dans le contexte de l'interpréteur Ruby embarqué dans l'outil SketchUp via la commande suivante à écrire en console :

```
Sketchup::require('/Applications/Sketchup2017/t4su_201610177.rbs')
```

Une fois l'extension activée, on importe les fichiers Shape sur SketchUp. L'altimétrie des sites étant relativement constante, nous alignons les formes sur Z=0 (Option d'importation : Constrain Z coordinates to 0 : yes). Nous extrudons ensuite les formes avec T4SU (FootprintExtruder - Upward). Nous ajoutons un sol plat en dessinant un rectangle englobant l'ensemble des formes. Puis, nous créons des « scènes » correspondant autant que possible aux angles de vue de nos photos. Nous affichons les ombres dans SketchUp, et pour chaque place nous définissons deux couples date/heure (voir Figure 6) correspondant aux cas suivants :

A : Sol essentiellement à l'ombre, façade essentiellement au soleil

B : Sol essentiellement au soleil, façade essentiellement à l'ombre

N°	Place	Type	Ombre	Heure ombre	Date ombre
1	Bouffay	Circulation	A	09:00	27-févr
2	Bouffay	Circulation	B	13:00	27-févr
3	Bouffay	Repos	A	08:30	10-avr
4	Bouffay	Repos	B	13:30	01-janv
5	Commerce	Circulation	A	08:30	19-févr
6	Commerce	Circulation	B	12:30	16-déc
7	Commerce	Repos	A	17:00	07-juil
8	Commerce	Repos	B	08:00	01-juil
9	Graslin	Circulation	A	10:30	11-févr
10	Graslin	Circulation	B	17:00	13-juil

<sup>3</sup> K. Hartwell and T. Leduc, "T4SU : analyses et représentations des vues du ciel, du soleil et des saillances paysagères dans le contexte d'un outil de CAO," in SAGEO 2016, Nice, France, 2016.

N°	Place	Type	Ombre	Heure ombre	Date ombre
11	Graslin	Repos	A	08:30	17-août
12	Graslin	Repos	B	13:30	21-août
13	Royale	Circulation	A	07:30	04-mai
14	Royale	Circulation	B	14:00	01-mars
15	Royale	Repos	A	11:00	15-janv
16	Royale	Repos	B	15:30	25-juin
17	Saint Pierre	Circulation	A	17:30	15-mai
18	Saint Pierre	Circulation	B	11:00	18-juin
19	Saint Pierre	Repos	A	16:00	08-avr
20	Saint Pierre	Repos	B	11:00	28-juin

**Figure 6: Date et heure des ombres simulées**

### Report des ombres sur les photos :

Maintenant que nous localisons les tracés d'ombres, il nous faut les reporter sur les photos. Le processus ici n'est pas parfaitement réaliste, puisque le but est d'avoir une ombre vraisemblable, pas forcément de représenter l'ombre portée à une heure précise. Nous reportons donc les ombres sur nos photos à l'aide du logiciel KeyNote (version 6.6.2). Nous redessinons les formes de zones ombragées de la simulation sur les photos avec l'outil Figure – Dessiner. Nous remplissons ces formes avec la couleur noire (RVB : 0 ; 0 ; 0), avec une opacité définie arbitrairement à 30% (ce taux est arrêté empiriquement), qui nous produit une ombre crédible.

En créant les deux ombrages A et B pour chaque photo, nous produisons ainsi 20 images différentes (voir la figure 7 en exemple).



**Figure 7: Ajout des ombres**

### Identifiants des photos :

Nos photos sont nommées selon une « codification » précise : elles portent un identifiant de quatre lettres, du type « PGCB ». Ces lettres suivent la logique suivante :



- La première : distingue les photos (P) des simulations (S). Initialement, il était prévu de présenter des simulations, mais cette option ayant été écartée, toutes les images commenceront par « P ».
- La deuxième : correspond à la place : B pour Bouffay, C pour Commerce, G pour Graslin, R pour Royale, S pour Saint-Pierre.
- La troisième : distingue les espaces de circulation (C) des espaces de repos (R).
- La quatrième : distingue les photos où le sol est essentiellement à l'ombre (A) de celles où ce sont les façades qui sont à l'ombre (B).

Avec cette logique, l'image PGCB correspond donc à la photo d'un espace de circulation place Bouffay, où les façades sont principalement à l'ombre.

### Calcul des ratios de pixels :

Nous calculons ensuite les différents ratios de pixels. Le but est de mettre en évidence une éventuelle relation entre les surfaces ensoleillées et l'appréciation que l'on a de l'ensoleillement. Nous séparons donc les photos en cinq groupes bien distincts :

- Le sol à l'ombre
- Les façades à l'ombre
- Le ciel
- Le sol au soleil
- Les façades au soleil

On intègre les éléments verticaux (type candélabres) dans les façades. Pour calculer la part de pixel correspondant à ces éléments, nous utilisons d'abord le logiciel KeyNote (6.6.2), afin de créer des formes correspondant aux cinq groupes identifiés précédemment. Chaque partie de l'image (ou groupement de pixels) est représentée d'une couleur différente (voir figure 8) :

- Orange foncé pour le sol à l'ombre
- Gris foncé pour les façades à l'ombre
- Bleu pour le ciel
- Orange clair pour le sol au soleil
- Gris clair pour les façades au soleil

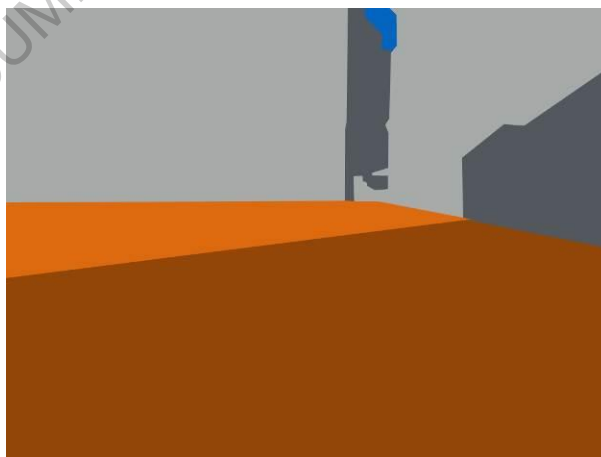


Figure 8: Partitionnement de la photo

A l'aide du logiciel ImageJ (1.51k), nous pouvons calculer le nombre de pixel de chaque couleur de nos images. Pour cela, nous utilisons la commande Analyze > Histogram. Nous cliquons ensuite sur le bouton « List », qui nous donne le nombre de pixels pour chacune des couleurs (chaque couleur étant associée à un numéro) : 75 (pour l'orange foncé), 88 (pour le gris foncé), 99 (pour le bleu), 114 (pour l'orange clair), 168 (pour le gris clair).

Nous obtenons pour chaque photo le nombre de pixels de chaque couleur, que l'on convertit ensuite en pourcentage.

Ce travail préalable de traitement des images support à l'enquête ayant été présenté, nous pouvons maintenant introduire le processus d'enquête lui-même.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

## 1.2 Le support d'enquête

L'enquête est réalisée à l'aide de deux supports : un questionnaire et un livret.

Le questionnaire se divise en quatre parties :

**Partie 0** : Quel usager êtes-vous ? (voir figure 9)

L'utilisateur donne ici des informations sur lui-même, et sur sa fréquentation des places. L'objectif ici est de recueillir des métadonnées relatives à la personne enquêtée.

Age:	Sexe: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	Domaine professionnel:	
De manière générale, quel mode de transport privilégiez-vous?			
<input type="checkbox"/> Marche à pied	<input type="checkbox"/> Vélo	<input type="checkbox"/> Transport en commun	<input type="checkbox"/> Voiture
Fréquentez-vous souvent les places du centre-ville Nantais?			
<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> De temps en temps	<input type="checkbox"/> Régulièrement	<input type="checkbox"/> Souvent
Habitez vous...			
<input type="checkbox"/> En ville?	<input type="checkbox"/> En périphérie?	<input type="checkbox"/> A la campagne?	

Figure 9: Trame partie 0

**Partie 1** : A quels moments de la journée pouvez-vous chercher le soleil ? (voir figure 10)

Ici, un tableau est à remplir. L'utilisateur indique les créneaux pendant lesquels il recherche le soleil sur les places urbaines. Il peut préciser des créneaux horaires (17h-20h), ou donner des indications plus vagues (après-midi). Il doit indiquer ses préférences pour quatre cas :

- Sur un espace de circulation, l'hiver
- Sur un espace de circulation, l'été
- Sur un espace de repos, l'hiver
- Sur un espace de repos, l'été

	Espace de repos	Espace de circulation
En hiver		
En été		

Figure 10: Trame partie 1

La différenciation entre les espaces de repos et de circulation est indiquée dans le livret.

**Partie 2** : Mettez-vous dans la peau du personnage. Comment jugez-vous l'ensoleillement? (voir figure 11)

Nous demandons maintenant de juger individuellement quelques photos sur une échelle de jugement en 4 points (très désagréable, désagréable, agréable, très agréable). L'explicitation de l'échelle, ainsi que les photos, sont présentes dans le livret. On différencie le cas de l'hiver de l'été.

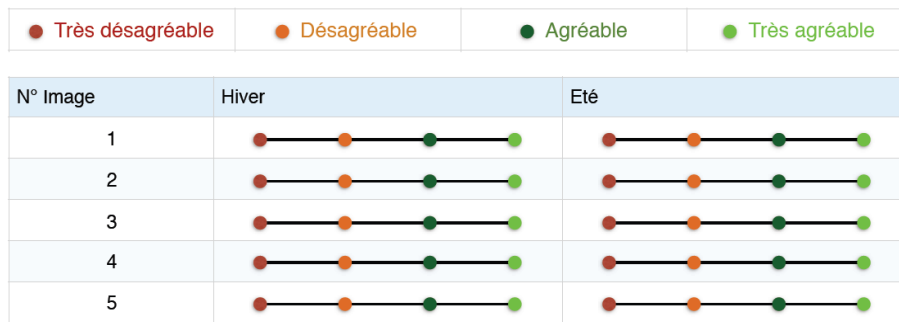


Figure 11: Trame partie 2

**Partie 3 :** Mettez-vous dans la peau du personnage. Comment jugez-vous l'ensoleillement ? (voir figure 12)

Comme précédemment, sauf que le livret présente ici les photos par « paires » (deux photos identiques, mais les ombrages diffèrent). Le numéro des images correspond à leur ordre d'apparition dans le livret, mais n'a pas de rapport avec leur identifiant. La correspondance est expliquée plus bas.

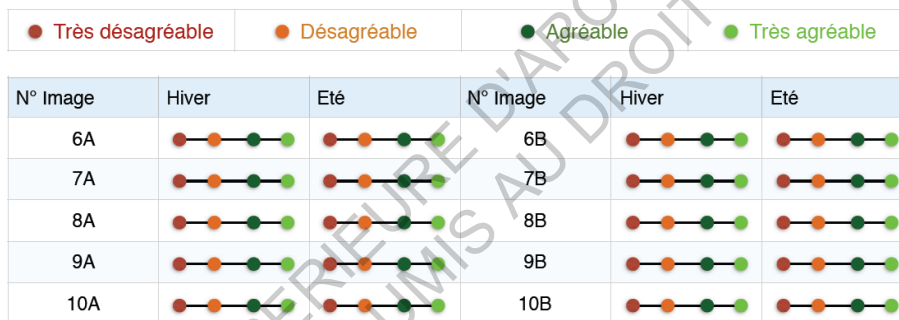


Figure 12: Trame partie 3

Le livret suit le questionnaire. La partie 0 ne nécessite pas d'informations particulières, et n'est donc pas développée dans le livret. On indique pour la partie 1 la différence entre espace de repos et espace de circulation (court texte et photo pour illustrer). Pour les parties 2 et 3, on présente l'échelle de jugement ainsi que les photos.

Pour que l'entretien soit le plus court possible, cinq photos individuelles sont présentées dans la partie 2, et cinq paires de photos sont présentées dans la partie 3. Pour que les vingt photos aient une probabilité identique d'être présentées, nous utilisons quatre livrets et questionnaires différents (A1, A2, B1, B2). Ceux-ci présentent respectivement les photos indiquées dans la figure 13 :

	1	2	3	4	5	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B
A1	PRRB	PBCA	PGCA	PCRB	PSCA	PRCB	PRCA	PGRA	PGRB	PSRB	PSRA	PCCA	PCCB	PBRB	PBRA
A2	PGCB	PRRA	PSCB	PCRA	PBCB	PRCB	PRCA	PGRA	PGRB	PSRB	PSRA	PCCA	PCCB	PBRB	PBRA
B1	PSRB	PBRB	PGRA	PCCB	PRCA	PRRA	PRRB	PGCB	PGCA	PCRA	PCRB	PSCB	PSCA	PBCA	PBCB
B2	PSRA	PGRB	PCCA	PCRB	PBRA	PRRA	PRRB	PGCB	PGCA	PCRA	PCRB	PSCB	PSCA	PBCA	PBCB

Figure 13: Répartition des photos dans les questionnaires

Chaque questionnaire présente des photos différentes pour la partie 2, mais pour la partie 3, le questionnaire A1 (resp. B1) présente les mêmes photos que le questionnaire A2 (resp. B2).

### 1.3 La démarche d'enquête

Pour la réalisation de l'enquête, nous nous rendons sur plusieurs espaces de Nantes, hors des cinq places étudiées dans le cadre du processus (voir figure 14) :

- La terrasse des vents
- Le quai Turenne
- Le Jardin des Plantes
- Le cours Cambronne
- Le miroir d'eau
- Le jardin des berges



**Figure 14: Lieux de l'enquête (Nantes)**

Source photo : géoportail

Ces espaces ont en commun le fait que les personnes peuvent s'y rendre pour se reposer. C'est-à-dire qu'on y trouvera des personnes posées, assises, plutôt passives. Ces personnes sont donc potentiellement plus aptes à répondre à notre questionnaire (l'éventualité d'interroger des personnes circulant dans la rue a été écartée, le questionnaire risquant d'être trop long pour ce type d'interpellation). Les personnes ne sont pas sélectionnées, mais choisies au hasard : nous interrogeons une première personne (ou groupe, les usagers étant rarement seuls sur ces espaces), puis nous passons à la suivante. Nous distribuons le livret et le questionnaire, et nous les laissons compléter le questionnaire en autonomie. Nous suivons leur avancement et les guidons oralement à la demande.

L'enquête est réalisée sur huit après-midi (les 2, 6, 7, 9, 20, 22, 23 et 28 Juin 2017). Les conditions d'enquête sont consignées.

## 2 Conservation des données

### 2.1 Le suivi des enquêtes :

Afin d'organiser nos données, nous utilisons une feuille de suivi. On remplit dans celle-ci les informations relatives à la session d'enquête réalisée, et ce pour chacune des 8 sessions. Les informations sont les suivantes :

- Numéro de la session
- Heure
- Date
- Météo
- Lieu(x)

Sous ces informations, nous ajoutons deux tableaux :

- Un premier dans lequel sont indiqués les numéros des questionnaires réalisés à la date du jour
- Un deuxième dans lequel sont précisés l'heure, le lieu et les commentaires de chaque personne ou groupes interrogés lors de cette session

Un modèle de notre feuille de suivi est présenté figure 15 :

Fiche de suivi

Session:	Heure:	Date:																								
Météo:																										
Zone d'enquête:																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
A1																										
A2																										
B1																										
B2																										
Grp	Heure	Lieu	Commentaires																							

**Figure 15: Modèle de fiche de suivi**

## 2.2 Le tableau Excel

Toutes les informations sont recueillies sur papier. Afin de rendre les données plus pérennes, elles sont stockées dans un classeur Excel, divisé en onglets :

### Sommaire :

Cet onglet présente brièvement les différents onglets, ainsi que le nombre de réponses obtenues pour chaque questionnaire.

### Infos photos :

Ici sont présentées l'ensemble des informations liées à chaque photo :

- Identification
  - o Numéro (1 à 20)
  - o Support (photo uniquement, puisque les simulations ont été supprimées)
  - o Place (Bouffay/Commerce/Graslin/Royale/Saint-Pierre)
  - o Type (repos/circulation)
  - o Ombre (A/B, correspondant à ombre au sol/ombre sur les façades)
  - o Identifiant (quatre lettres suivant la logique expliquée page 7, Recueil des données)
- Informations générales de l'image
  - o Heure UTC 0:00 (heure de l'ombre simulée sur SketchUp)
  - o Date de l'ombre (date de l'ombre simulée sur SketchUp)
  - o Orientation (angle de vue de la photo rapporté au nord géographique)
- Rapports de surfaces
  - o % pixels sol à l'ombre
  - o % pixels façade à l'ombre
  - o % pixels ciel
  - o % pixels sol au soleil
  - o % pixels façade au soleil
- Présence dans les questionnaires
  - o A1 (est indiqué P2 si la photo est présente dans la partie 2 et P3 si elle est présente dans la partie 3)
  - o A2
  - o B1
  - o B2
- Présence d'ombre sur la silhouette (oui/non)

### A1-A4 :

Sont reportées dans ces onglets tous les résultats obtenus lors de l'enquête. Les colonnes correspondent aux personnes interrogées, et les lignes correspondent aux informations du questionnaire :

- Contexte : les informations présentes dans la fiche de suivi (numéro de la session, lieu, date, heure, météo, température, commentaires)
- Partie 0 : questions sur l'utilisateur
- Partie 1 : questions sur les heures d'ensoleillement recherchées

- Partie 2 : évaluation des photos de la partie 2
- Partie 3 : évaluation des photos de la partie 3

Pour les évaluations, nous les traduisons en chiffres de 1 à 4, correspondant respectivement à Très désagréable (1), Désagréable (2), Agréable (3), Très agréable (4).

### **Global :**

Nous réunissons dans cet onglet les résultats des 4 questionnaires dans un tableau bilan. Ce tableau nous donne les informations présentes dans les onglets A1 à B2, avec, en plus, les informations liées aux photos (informations générales de l'image et rapports de pixels).

### **Onglets analyse :**

Pour analyser les formulaires d'enquête, nous créons plusieurs onglets dans lesquels nous produisons des données à caractère statistique.

### **Onglets pixels :**

Ce sont les onglets utilisés pour stocker les ratios de pixels évoqués.

### **Graph :**

Ces onglets présentent les différents graphiques dérivés des onglets analyse.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR



## 2.3 Arborescence des dossiers

Les fichiers sont archivés selon l'arborescence suivante :

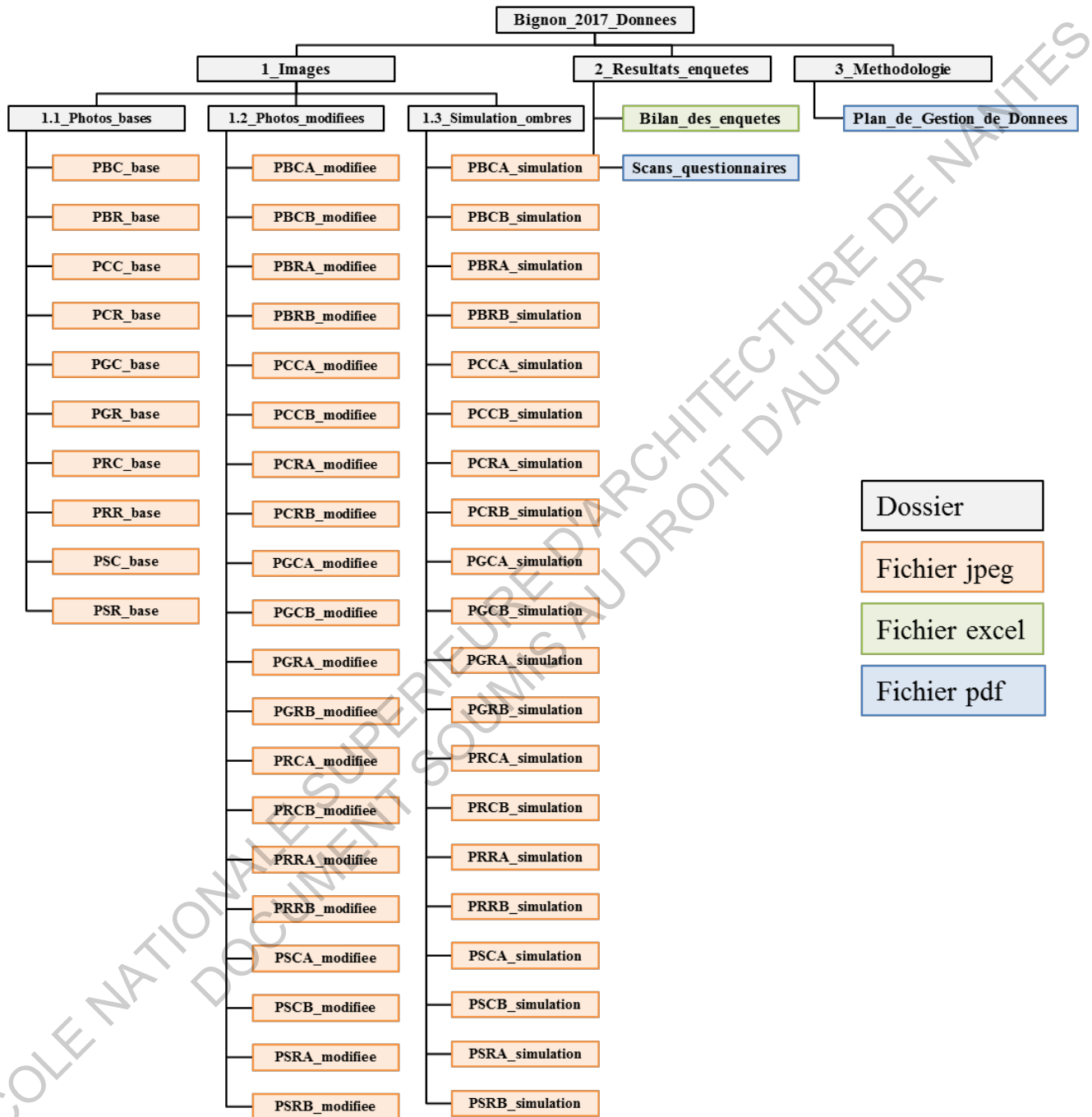


Figure 16: arborescence des fichiers stockés

### 3 L'ensemble des données

#### 3.1 Détail des sessions d'enquête – exposé des conditions et commentaires recueillis

##### 3.1.1 Session 1 – 02/06/17

Ensoleillé, 27°

N°	Heure	Lieu	Commentaire
A1.01	14h20	Jardin des Berges, à l'ombre	« Je suis capable de changer de trottoir [pour être à l'ombre/au soleil] ».
B2.01			
B1.01	14h40	Terrasse des Vents, à l'ombre	NR
A1.02			
B2.02			
A2.01	15h00	Terrasse des Vents, au soleil	Réfléchissait sur l'heure de la photo en partie 3.
A1.03			
B1.02			
B1.03			
B2.03			

##### 3.1.2 Session 2 – 06/06/17

Nuageux, 17°

N°	Heure	Lieu	Commentaire
A1.04	15h30	Plage Feydeau, au soleil	« L'ombre, c'est fait exprès ou c'est l'impression » (PRCA, partie 3).
A2.02			
B1.04			
A1.05	15h45	Plage Feydeau, au soleil	« D'autres critères rentrent en compte » ; « tu me montres des places hyper polluées » ; « La place Saint Pierre est désagréable tout le temps » ; « L'ombre de la place Bouffay est fausse ».
B2.04			
A2.03	16h00	Plage Feydeau, au soleil	NR
A2.04	16h10	Plage Feydeau, au soleil	NR
B2.05			

**3.1.3 Session 3 – 07/06/17**

Ensoleillé, 19°

N°	Heure	Lieu	Commentaire
A2.05 B2.06	14h45	Quai Turenne, au soleil	« Ca dépend des moments, des fois on aime bien être à l'ombre ».
B1.05 21.06 A2.06 B2.07	15h00	Quai Turenne, au soleil	NR
A1.07 A1.08 A2.07 A2.08 B1.06 B2.08 B2.10	15h15	Quai Turenne, au soleil	NR
A1.09 B1.08	15h30	Quai Turenne, au soleil	NR
A2.09 B2.09	15h45	Quai Turenne, au soleil	NR

**3.1.4 Session 4 – 09/06/17**

Ensoleillé, 22°

N°	Heure	Lieu	Commentaire
B2.11	14h30	Jardin des Plantes, au soleil	NR
B1.07	14h45	Jardin des Plantes, à l'ombre	NR
A1.10	14h55	Jardin des Plantes, à l'ombre	NR
A2.11 B1.10 B2.13	15h30	Miroir d'eau, à l'ombre	NR
A1.12 A2.12 B1.11 B2.14	15h45	Miroir d'eau, au soleil	NR
A1.13 A1.14 B2.13 B2.14 B2.15 B2.16	16h00	Miroir d'eau, au soleil	NR
A2.15 B2.17	16h15	Miroir d'eau, au soleil	NR

**3.1.5 Session 5 – 20/06/17**

Ensoleillé, 33°

N°	Heure	Lieu	Commentaire
B1.09	14h50	Cours Cambronne, à l'ombre	Connaît bien les places, juge par expérience.

**3.1.6 Session 6 – 22/06/17**

Ensoleillé, 29°

N°	Heure	Lieu	Commentaire
B1.12 B2.12	15h30	Jardin des Plantes, à l'ombre	Connaissent les places. Réfléchissent à la température en été et en hiver. Lorsque le personnage est à l'ombre, et la façade au soleil, c'est « désagréable » pour les yeux (PRRA).
A2.10	15h45	Jardin des Plantes, à l'ombre	Juge par rapport à la température imaginée.
A1.11	16h00	Jardin des Plantes, à l'ombre	Juge par connaissance des places, par rapport à la température, et surtout par rapport à la position du personnage (à l'ombre/au soleil).

**3.1.7 Session 7 – 23/06/17**

Nuageux, 24°

N°	Heure	Lieu	Commentaire
B1.13	15h00	Jardin des Plantes, nuageux	Juge par rapport à la lumière. N'est pas de Nantes.
A1.15 B1.14 B2.A8	15h15	Jardin des Plantes, nuageux	B1.14 : de Nantes (pas les autres). « C'est un peu bête ce que je fais, je mets une bonne note si c'est au soleil l'hiver... ». Après réflexion, juge aussi le positionnement de l'ombre, l'éblouissement, le contraste.
A2.16	15h30	Jardin des Plantes, nuageux	Juge la luminosité générale, les ombres.

**3.1.8 Session 8 – 28/06/17**

Ensoleillé, 23°

N°	Heure	Lieu	Commentaire
A2.17	15h45	Miroir d'eau, au soleil	Recherche le soleil en hiver. L'été, recherche l'ombre parce qu'il fait chaud aujourd'hui, mais le soleil est agréable généralement.
B1.15	16h00	Miroir d'eau, au soleil	Recherche le soleil en hiver parce qu'il fait froid. En été, on ne recherche pas toujours l'ombre. Sur la place de la cathédrale, le soleil est toujours un plus. N'est pas de Nantes.
B1.16	16h15	Miroir d'eau, au soleil	Apprécie la présence d'un parasol place Graslin.
A1.16	16h45	Jardin des Plantes, au soleil	Influencé par la position assise/debout de la silhouette, un peu par la position à l'ombre/au soleil du personnage.
B1.17			
A1.17	17h00	Jardin des Plantes, au soleil	NR

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE



## 3.2.2 Résultats questionnaire A1 - partie 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Circulation été																	
Jamais, sauf s'il fait moins de 25°	19	NR	12-18	Fin d'après-midi	Parc, maison	Fin d'après-midi - soir	8-9; 17-20	12h30-18	Matin	Le matin	16-20	NR	10-12; 16-19	Toutes les heures	Matin	Matin-soir	NR
Repos été	19	NR	12-18	Soirée	Toute la journée	14h / début d'après-midi	12-16	9-12	Après-midi	Le matin	18-20	Soirée	10-12; 16-19	11-12 ou 12-15	7-9	Matin-soir	16:00
Circulation hiver	Tout le temps	14-16	12-14	Midi	A la maison	NR	8-9; 17-18	14-16	Toute la journée	Le matin	10-20	NR	11-13; 15-16	NR	Après-midi	Matin-soir	NR
Repos hiver	Déjeuner + Fin de journée	NR	12-14	Fin d'après-midi	Toute la journée	NR	12h30-13h30	10-12	Toute la journée	Le matin	12-16	Midi	11-13; 15-16	NR	13-14	Après-midi	16:00

## 3.2.3 Résultats questionnaire A1 - parties 2 et 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
PRRB2H	3	2	4	3	2	3	3	3	3	2	2	3	4	4	3	4	3
PRRB2E	1	3	3	4	2	4	3	2	3	2	3	3	3	3	N	R	2
PBCA2H	4	2	3	2	2	3	3	1	2	3	2	4	4	4	N	R	1
PBCA2E	2	3	4	2	3	3	2	4	3	3	4	2	3	4	3	3	1
PGCA2H	4	3	3	2	3	3	3	1	2	3	4	4	4	4	4	3	1
PGCA2E	3	4	3	2	2	3	2	4	3	3	2	4	4	4	4	3	1
PCRB2H	4	2	3	3	1	4	4	4	4	2	4	3	4	4	3	3	3
PCRB2E	1	4	4	4	1	4	4	2	3	2	1	3	4	4	2	4	3
PSCA2H	3	2	4	3	1	3	4	2	2	3	3	4	4	4	3	3	2
PSCA2E	3	3	3	3	1	3	4	3	3	3	4	2	4	4	2	4	2
PRCB3H	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	1
PRCB3E	2	4	2	4	1	3	2	2	2	2	2	4	3	3	3	2	1
PRCA3H	3	2	3	2	1	3	2	2	3	2	3	2	4	4	2	2	2
PRCA3E	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	2	3	4	3	4	3	2
PGRA3H	2	2	4	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2
PGRA3E	3	3	4	3	2	3	4	3	4	3	3	2	2	1	3	4	2
PGRB3H	4	2	4	4	2	4	4	3	4	2	4	3	4	3	3	4	3
PGRB3E	1	4	2	4	2	3	2	2	3	2	1	3	4	3	3	2	3
PSRB3H	3	2	3	4	1	3	4	3	3	3	3	3	1	4	3	3	3
PSRB3E	1	3	3	4	1	3	1	2	2	3	2	3	3	4	2	2	3
PSRA3H	2	1	4	2	1	3	2	2	2	2	2	2	4	3	2	2	2
PSRA3E	3	3	4	2	1	3	3	3	2	2	3	2	4	2	4	4	2
PCCA3H	2	2	3	2	1	4	1	2	4	3	4	3	4	4	3	3	2
PCCA3E	3	3	3	3	1	4	4	3	3	3	2	3	4	4	2	3	2
PCCB3H	3	3	4	3	1	4	4	3	3	2	3	3	4	4	3	3	3
PCCB3E	1	4	4	4	3	4	1	2	4	2	2	4	4	3	2	3	3
PBRB3H	4	3	4	3	3	4	4	3	4	2	2	3	4	3	2	4	3
PBRB3E	1	4	4	4	3	3	1	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3
PBRA3H	3	2	3	2	3	3	1	2	3	2	2	3	4	4	2	3	2
PBRA3E	3	3	3	3	3	4	4	3	4	2	3	4	4	4	3	3	2

\*NR signifie que l'utilisateur n'a pas donné de réponse



### 3.3 Résultats du questionnaire A2

#### 3.3.1 Résultats questionnaire A2 - partie 0

Habitat	Fréquentation places	Mode de transport	Milieu	Sexe	Age
Ville	Régulièrement	Marche; TC	Tourisme	F	20
Ville En périphérie	Régulièrement	TC; voiture	Langues	M	19
Ville	Rarement	TC	Restauration Auxiliaire de Puériculture	F	24
Ville	Régulièrement	Marche; TC		F	19
Campagne	De temps en temps	Voiture	Etudiant	M	24
Ville	De temps en temps	Vélo	Etudiant	M	19
Ville	Régulièrement	Marche	Médecine	F	21
Ville	Régulièrement	Marche; TC	Médecine	M	19
Périphérie	De temps en temps	Marche; TC	Lycée	F	18
Ville	Régulièrement	Vélo	Médico-social	M	30
Campagne	De temps en temps	Voiture	Lycée	F	16
Périphérie	De temps en temps	TC	Etudiant	F	16
Campagne	De temps en temps	Marche; TC	Lycée	F	16
Campagne	De temps en temps	TC	Lycée	F	16
Ville	De temps en temps	Marche; TC	Employé	M	30
Périphérie	De temps en temps	TC	Employé	M	35
Ville	Régulièrement	Marche	Etudiant design graphique	M	20

## 3.3.2 Résultats questionnaire A2 - partie 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Circulation été	NR	Matin	NR	Toute la journée	14-15	NR	NR	11-20	NR	Après-midi + soirée	Tôt le matin	Parc	NR	15-16	NR	Après-midi	Matinée - Après-midi
Repos été	En fin d'après-midi	Après-midi et soirée	Hotel Dieu	12-21	15-16	17-20	16	14-18	Le midi	Après-midi + soirée	11-12 ou vers 15	18-20	Parc	16-18	NR	Le matin	Matinée - Après-midi
Circulation hiver	NR	Matin	NR	16-17h30	13-14	NR	NR	NR	Tôt le matin, soir	Après-midi (14-17)	Tôt le matin	Bar	NR	11-12	NR	17-18	Après-midi
Repos hiver	NR	Début d'après-midi	Place Bouffay	11-14	Jamais	14-16	NR	NR	Toute la journée	Après-midi (14-17)	12h	Midi	Bar	Jamais	NR	12-13	Début d'après-midi

### 3.3.3 Résultats questionnaire A2 - parties 2 et 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
PGCB2H	2	3	2	4	4	4	4	3	4	4	3	4	2	2	1	3	3
PGCB2E	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	2	3	4
PRRA2H	2	2	2	2	2	4	3	3	4	2	3	2	3	1	2	3	3
PRRA2E	3	3	4	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3
PSCB2H	2	2	4	4	3	4	4	3	3	3	3	NR	2	3	4	2	3
PSCB2E	3	3	2	4	3	4	3	4	2	3	3	2	2	4	3	2	4
PCRA2H	3	3	1	4	1	4	4	4	4	1	3	1	3	2	1	3	4
PCRA2E	4	4	1	4	4	4	3	4	2	3	3	3	3	4	2	2	4
PBCB2H	3	2	4	4	3	4	4	3	4	3	3	1	3	2	2	3	4
PBCB2E	4	4	4	3	3	4	2	2	2	3	3	1	3	4	2	2	4
PRCB3H	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	2	2	3	3
PRCB3E	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	1	3	3
PRCA3H	1	3	2	2	1	4	2	2	3	2	4	1	3	2	3	3	2
PRCA3E	3	3	2	3	2	4	4	4	2	2	4	1	3	4	2	3	3
PGRA3H	2	3	4	2	1	3	2	2	2	2	3	1	3	2	NR	3	2
PGRA3E	3	4	4	3	3	3	4	4	1	3	3	2	3	3	2	2	4
PGRB3H	4	4	4	4	3	4	3	4	3	2	4	4	3	3	1	3	4
PGRB3E	3	3	4	3	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	3	2	3
PSRB3H	4	4	4	4	3	4	3	3	4	2	3	3	3	3	2	3	2
PSRB3E	3	3	4	3	1	4	2	2	3	2	3	3	3	3	1	2	3
PSRA3H	1	3	2	2	1	3	2	2	1	1	4	2	3	2	2	3	2
PSRA3E	3	4	2	4	3	3	3	3	1	3	4	3	3	4	1	2	3
PCCA3H	2	3	1	2	2	3	3	3	2	2	4	4	2	2	2	3	2
PCCA3E	3	4	1	3	3	3	4	4	2	3	4	2	3	4	1	3	3
PCCB3H	4	4	1	4	3	4	4	3	4	2	3	1	2	3	1	3	3
PCCB3E	3	4	1	3	3	4	4	3	4	2	3	1	3	3	1	2	3
PBRB3H	4	4	4	4	2	3	4	4	4	3	3	2	3	3	4	3	2
PBRB3E	4	4	4	3	2	3	3	3	3	3	3	2	4	4	1	3	3
PBRA3H	3	3	4	2	3	4	2	2	1	2	4	2	4	2	4	3	2
PBRA3E	4	4	4	3	3	4	4	4	1	3	4	3	4	4	2	3	4

\*NR signifie que l'utilisateur n'a pas donné de réponse

### 3.4 Résultats du questionnaire B1

#### 3.4.1 Résultats questionnaire B1 - partie 0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Habitat																	
Campagne	Souvent	Régulièrement	Régulièrement	De temps en temps	Rarement	Régulièrement	Rarement	Régulièrement	Souvent	De temps en temps	De temps en temps	Rarement	Rarement	Régulièrement	Souvent	De temps en temps	Souvent
	Voiture	Marche, TC	Marche, TC	TC	TC	Marche	Voiture	Marche; TC	Marche; Voiture	TC	TC	Voiture	Transports en communs	Marche; Vélo	Marche; TC	Vélo; TC	TC
	NR	Etudiant	Intérim	Prépa BL (langues et sciences)	Médecine	Etudiant	Postier	Design	Logistique	Lycée	Lycée	Retraite	Retraite	Architecte	Etudiant	Manutentionnaire	Maintenance industrielle
	M	F	M	F	F	F	M	M	M	F	F	F	M	F	M	M	M
	25	20	20	19	17	19	32	23	56	16	16	66	75	30	22	23	17

## 3.4.2 Résultats questionnaire B1 - partie 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Circulation été	NR	Toute la journée	12-18	Promenades en ville	Après-midi (15h)	17-18	Toute la journée	Toute la journée	Toujours	10-11	Parc, plage	Matin	9-10h30	Le matin	12-18	NR	Matin-Soir
Repos été	NR	Toute la journée	Après -midi	Terrasse en soirée; Pelouses; Parc	Soirée (20h)	14-15	13	15-16, 18	18-20	10-11	Tôt le matin et soir	Matin	9-10h30	Tôt le matin	12-18	14-18	Matin-Après-midi-Soir
Circulation hiver	14-16	17-19	15-17	Promenades en ville	NR	12-14	NR	NR	14-17	Vers midi	En terrasse	Après-midi	9-10h30	Toute la journée	Après-midi	NR	Soir
Repos hiver	NR	17-19	Après-midi	Terrasse	NR	17-18	NR	15-16	11-12	Vers midi	11-13	Après-midi	9-10h30	Après-midi	14-16	12-15	Après-midi

## 3.4.3 Résultats questionnaire B1 - parties 2 et 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
PSRB2H	3	4	4	3	1	2	2	2	3	3	3	N	R	3	3	3	4
PSRB2E	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	4	3
PBRB2H	2	4	4	3	3	3	3	4	2	4	4	N	R	3	4	4	4
PBRB2E	3	2	2	3	4	3	3	4	1	1	2	N	R	3	2	2	4
PGRA2H	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	1	N	R	3	2	4	4
PGRA2E	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	1	N	R	3	4	4	4
PCCB2H	1	4	4	3	4	3	1	3	3	4	3	2	2	2	3	3	4
PCCB2E	3	3	4	2	4	2	3	3	3	1	3	4	2	2	3	3	4
PRCA2H	4	4	4	3	3	4	1	2	2	4	3	2	2	2	2	3	4
PRCA2E	3	4	3	2	3	3	2	2	3	1	3	3	2	2	3	4	4
PRRA3H	3	2	2	2	2	2	1	1	2	1	3	N	R	3	3	4	2
PRRA3E	2	4	3	3	3	4	2	2	3	3	4	N	R	3	2	4	3
PRRB3H	2	4	4	4	4	3	1	3	4	2	3	N	R	3	3	4	4
PRRB3E	3	3	3	2	4	3	3	4	4	2	1	2	3	2	3	4	3
PGCB3H	3	4	3	4	3	3	2	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4
PGCB3E	3	3	2	1	4	3	2	4	3	1	2	N	R	4	2	4	3
PGCA3H	2	2	4	2	2	2	2	2	2	1	4	4	4	2	3	1	4
PGCA3E	3	4	2	3	4	3	3	3	3	4	4	N	R	2	2	4	4
PCRA3H	3	2	3	1	3	2	3	2	3	3	N	R	3	2	2	4	4
PCRA3E	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	N	R	N	2	3	2	2
PCRB3H	3	4	3	3	4	4	3	3	2	3	N	R	N	2	3	4	4
PCRB3E	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	N	R	4	2	3	4	2
PSCB3H	2	4	4	3	3	4	1	3	2	3	3	N	R	3	2	2	4
PSCB3E	2	3	3	2	3	1	2	3	3	2	2	4	4	2	3	2	3
PSCA3H	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1	3	4	4	3	3	1	2
PSCA3E	3	4	4	3	4	4	2	2	4	4	4	4	4	2	3	2	3
PBCA3H	2	2	2	1	3	2	1	2	2	1	2	3	2	2	2	3	2
PBCA3E	3	4	3	3	4	3	2	3	4	4	4	N	R	2	2	2	4
PBCB3H	3	2	4	3	4	3	3	3	4	4	4	N	R	2	3	3	4
PBCB3E	2	3	2	2	3	2	3	4	3	1	4	4	4	2	3	2	2

\*NR signifie que l'utilisateur n'a pas donné de réponse

### 3.5 Résultats du questionnaire B2

#### 3.5.1 Résultats questionnaire B2 - partie 0

Habitat	Fréquentation places	Mode de transport	Milieu	Sexe	Age
Ville	Régulièrement	Marche; TC	Etudiant	F	22
Ville	Souvent	Marche	NR	M	25
Ville	Souvent	Marche; TC	Restauration	M	20
Ville	Souvent	Marche; TC	Aviation	M	23
Périphérie	Régulièrement	Marche; TC	BTS	F	19
Ville	Régulièrement	Marche; Vélo	Etudiant	F	24
Ville	Régulièrement	Voiture	Etudiant	M	19
En ville	Régulièrement	Marche	Etudiant	F	19
Campagne	Rarement	Marche; Voiture	Lycée	F	18
Ville	Régulièrement	Marche	Etudiant	M	20
Campagne	Rarement	Marche; Voiture	Social	M	58
Ville	Rarement	Voiture	Retraite (agroalimentaire)	M	71
Ville	De temps en temps	TC	Lycée	F	16
Périphérie	De temps en temps	TC	Lycée	F	17
Périphérie	De temps en temps	Marche; TC	Lycée	F	16
Ville	De temps en temps	TC	Lycée	F	16
Ville	Souvent	TC; Voiture	Bâtiment	M	30
A la campagne	Rarement	Voiture	Hôpitaux	F	37





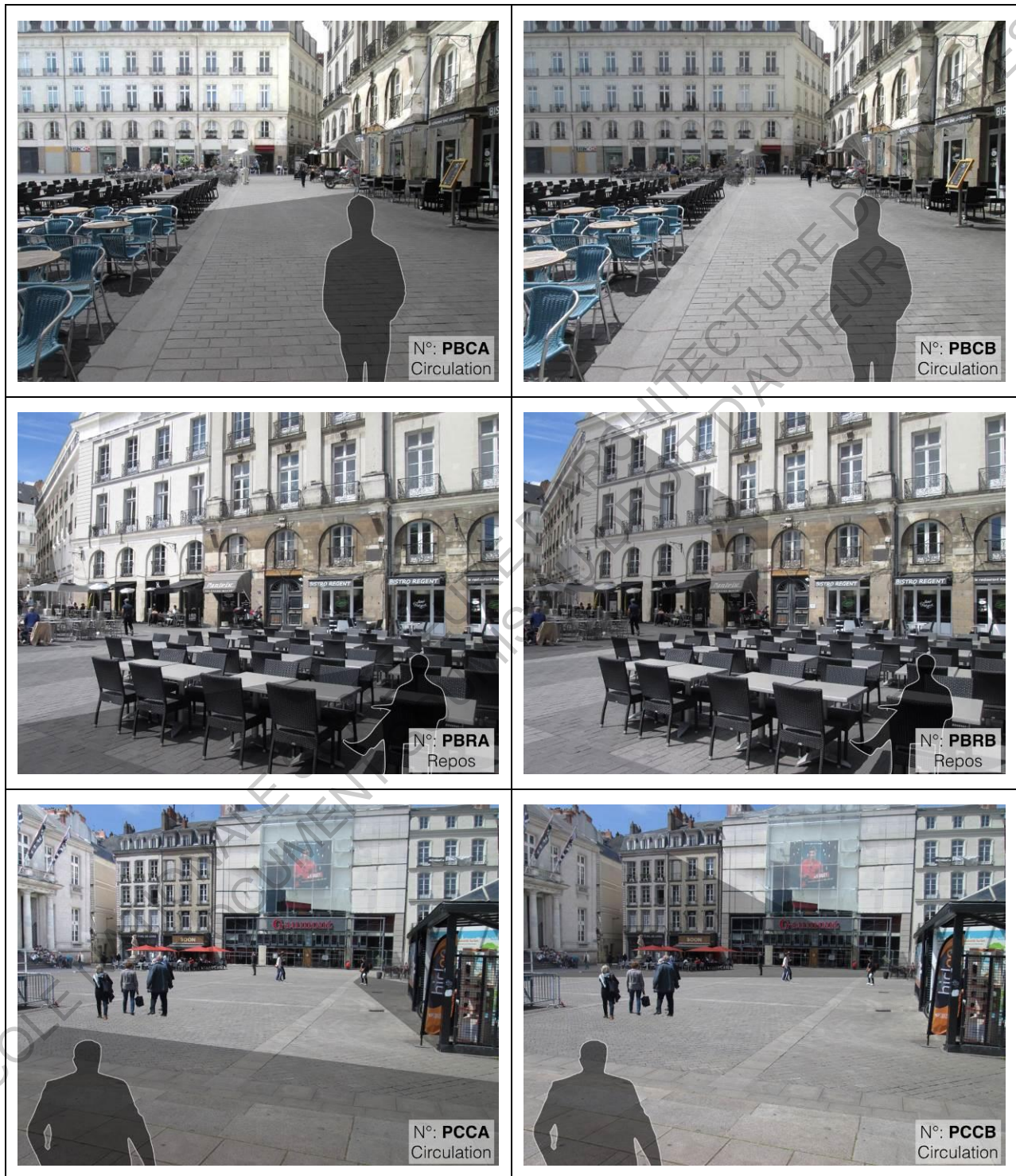
## 3.5.3 Résultats questionnaire B2 - parties 2 et 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
PSRA2H	2	2	2	3	2	3	4	2	4	2	2	2	2	2	3	3	4	2
PSRA2E	4	2	2	2	3	2	3	3	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3
PGRB2H	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4	2	1	3	3
PGRB2E	2	3	4	4	1	3	3	2	3	3	4	3	3	2	4	4	2	2
PCCA2H	3	3	2	1	2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	4	2
PCCA2E	2	3	3	2	3	3	3	3	2	4	3	3	4	4	3	2	3	3
PRCB2H	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3
PRCB2E	2	3	4	4	3	4	3	3	2	3	4	3	3	3	4	3	4	2
PBRA2H	2	1	2	1	3	2	3	3	4	2	1	3	4	3	1	4	4	3
PBRA2E	3	1	3	2	3	1	2	3	2	3	2	3	4	4	4	4	4	3
PRRA3H	2	2	2	4	3	3	3	2	4	2	3	2	3	2	2	3	4	2
PRRA3E	3	2	3	4	3	3	2	3	4	4	4	2	4	4	4	4	3	4
PRRB3H	4	2	1	2	3	4	4	4	3	2	3	3	3	4	2	N	R	4
PRRB3E	1	3	2	2	3	4	4	4	3	2	1	3	2	2	4	N	R	1
PGCB3H	3	4	2	4	3	4	4	4	2	4	3	3	4	3	3	4	4	3
PGCB3E	1	4	3	2	3	4	4	3	N	2	4	2	2	3	3	4	3	2
PGCA3H	3	3	2	1	2	2	3	3	N	2	2	3	3	3	4	4	4	2
PGCA3E	4	3	3	3	3	1	2	3	2	4	3	3	4	4	4	4	3	4
PCRA3H	2	3	2	4	3	4	3	2	N	4	1	3	3	2	4	3	4	2
PCRA3E	4	3	3	4	2	4	2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4
PCRB3H	4	2	3	3	3	4	4	3	2	4	3	2	4	4	3	3	4	4
PCRB3E	1	2	4	1	2	4	4	2	N	2	4	2	2	2	2	4	4	2
PSCB3H	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	2	4	4	3	2	4	4
PSCB3E	1	3	3	4	1	3	3	2	N	2	2	2	3	3	3	2	3	2
PSCA3H	2	4	2	4	3	1	3	3	3	2	2	3	3	4	4	3	4	2
PSCA3E	3	4	3	4	3	2	2	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3
PBCA3H	3	2	3	2	3	1	3	3	N	2	2	3	3	2	1	3	2	2
PBCA3E	3	2	4	4	3	2	3	4	3	3	3	4	4	4	N	4	2	4
PBCB3H	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	1	3	4	3	N	4	N	4
PBCB3E	1	4	2	2	2	4	4	2	3	2	3	3	2	2	4	4	N	2

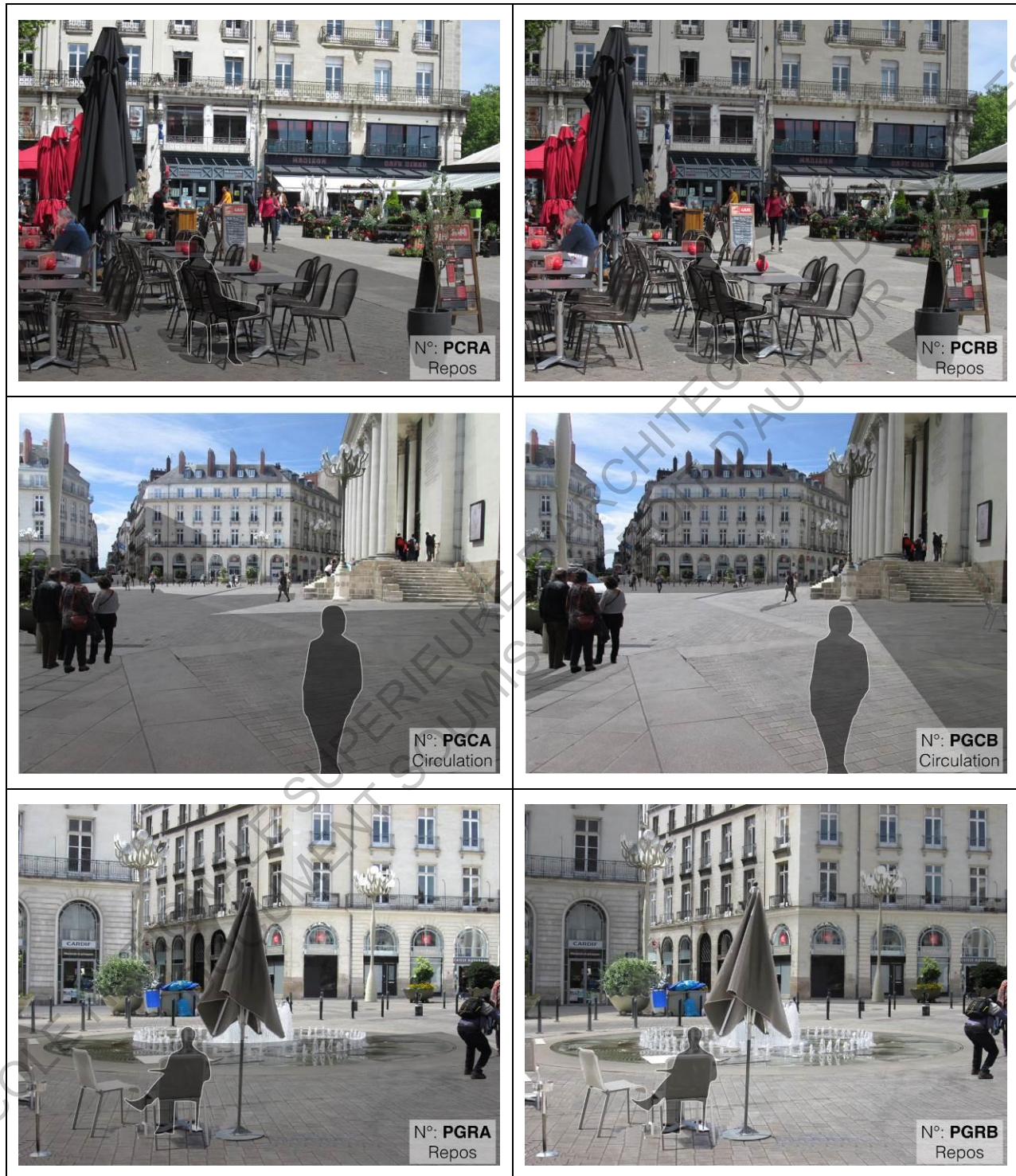
\*NR signifie que l'utilisateur n'a pas donné de réponse

### 3.6 Photographies utilisées pour l'enquête

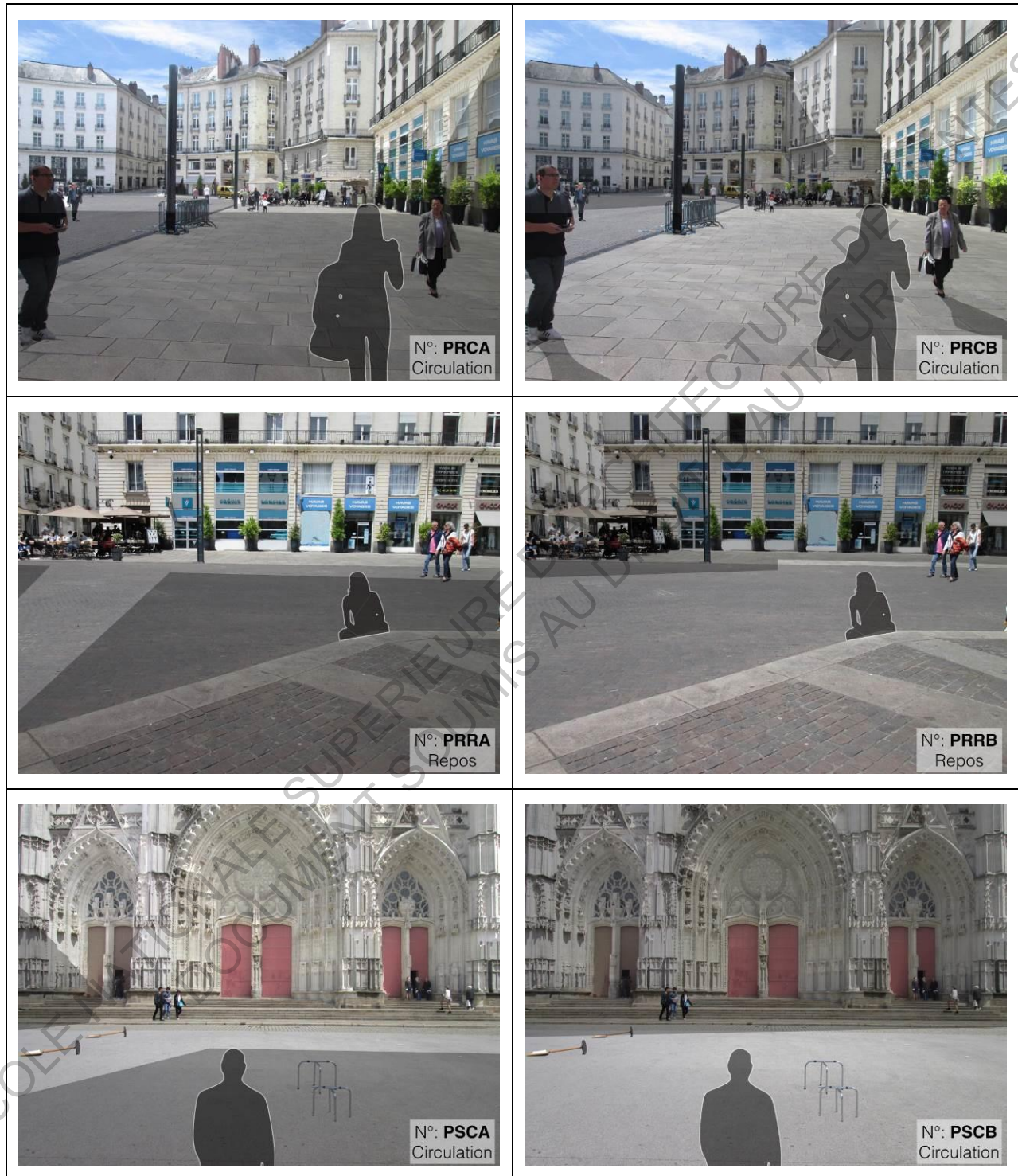
#### 3.6.1 Photographies (1/4)



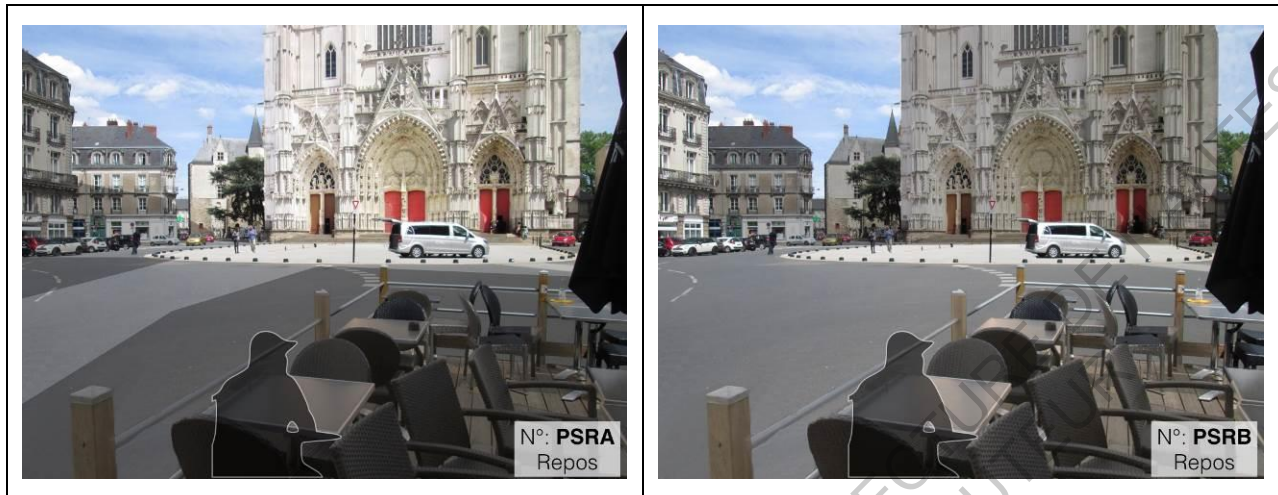
### 3.6.2 Photographies (2/4)



### 3.6.3 Photographies (3/4)



### 3.6.4 Photographies (4/4)



ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTRES

## Annexe 2 : Caractéristiques des photos

Identification						Informations générales de l'image			Qualification ombre
N°	Support	Place	Type	Ombre	Identifiant	Heure UTC 0:00 de l'ombre	Date de l'ombre	Orientation de la photo (/Nord)	Le personnage est à l'ombre
1	Photo	Bouffay	Circulation	A	PBCA	09:00	27-févr	-105	Oui
2	Photo	Bouffay	Circulation	B	PBCB	13:00	27-févr	-105	Non
3	Photo	Bouffay	Repos	A	PBRA	08:30	10-avr	-45	Oui
4	Photo	Bouffay	Repos	B	PBRB	13:30	01-janv	-45	Non
5	Photo	Commerce	Circulation	A	PCCA	08:30	19-févr	-62	Oui
6	Photo	Commerce	Circulation	B	PCCB	12:30	16-déc	-62	Non
7	Photo	Commerce	Repos	A	PCRA	17:00	07-juil	60	Oui
8	Photo	Commerce	Repos	B	PCRB	08:00	01-juil	60	Non
9	Photo	Graslin	Circulation	A	PGCA	10:30	11-févr	-105	Oui
10	Photo	Graslin	Circulation	B	PGCB	17:00	13-juil	-105	Non
11	Photo	Graslin	Repos	A	PGRA	08:30	17-août	-87	Oui
12	Photo	Graslin	Repos	B	PGRB	13:30	21-août	-87	Non
13	Photo	Royale	Circulation	A	PRCA	07:30	04-mai	-130	Oui
14	Photo	Royale	Circulation	B	PRCB	14:00	01-mars	-130	Non
15	Photo	Royale	Repos	A	PRRA	11:00	15-janv	-28	Oui
16	Photo	Royale	Repos	B	PRRB	15:30	25-juin	-28	Non
17	Photo	Saint Pierre	Circulation	A	PSCA	17:30	15-mai	75	Oui
18	Photo	Saint Pierre	Circulation	B	PSCB	11:00	18-juin	75	Non
19	Photo	Saint Pierre	Repos	A	PSRA	16:00	08-avr	53	Oui
20	Photo	Saint Pierre	Repos	B	PSRB	11:00	28-juin	53	Non

Id	Rapports de surfaces (pixels)					Présence dans les questionnaires				
	N°	% pixel sol ombré	% pixel façade ombrée	% pixel ciel	% pixel sol ensoleillé	% pixel façade ensoleillée	A1	A2	B1	B2
1		48,0	9,0	0,3	7,5	35,2	P2	/	P3	P3
2		0,4	28,4	0,3	55,0	15,9	/	P2	P3	P3
3		24,7	0,9	1,8	14,6	57,9	P3	P3	/	P2
4		3,0	21,5	1,9	37,9	35,7	P3	P3	P2	/
5		32,6	2,2	1,7	18,7	44,8	P3	P3	/	P2
6		2,0	18,6	1,7	49,1	28,6	P3	P3	P2	/
7		34,8	6,0	1,7	4,5	53,0	/	P2	P3	P3
8		0,8	50,7	1,6	37,3	9,7	P2	/	P3	P3
9		45,3	12,2	10,9	4,2	27,5	P2	/	P3	P3
10		10,4	39,8	10,9	36,6	2,3	/	P2	P3	P3
11		35,0	7,9	0,0	7,6	49,5	P3	P3	P2	/
12		0,9	35,8	0,0	41,6	21,7	P3	P3	/	P2
13		44,1	11,0	7,9	2,7	34,3	P3	P3	P2	/
14		3,1	29,6	7,9	42,9	16,4	P3	P3	/	P2
15		49,5	5,3	0,0	12,8	32,4	/	P2	P3	P3
16		4,2	38,9	0,0	56,9	0,0	P2	/	P3	P3
17		30,7	2,3	0,0	14,5	52,6	P2	/	P3	P3
18		9,4	53,6	0,0	37,0	0,0	/	P2	P3	P3
19		41,6	5,6	10,0	9,6	33,2	P3	P3	/	P2
20		0,8	31,0	10,0	50,2	8,0	P3	P3	P2	/

**Annexe 3 : Questionnaire A1**

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

**Partie 0:** Quel usager êtes-vous?

Age:	Sexe: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	Domaine professionnel:	
De manière générale, quel mode de transport privilégiez-vous?			
<input type="checkbox"/> Marche à pied	<input type="checkbox"/> Vélo	<input type="checkbox"/> Transport en commun	<input type="checkbox"/> Voiture
Fréquentez-vous souvent les places du centre-ville Nantais?			
<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> De temps en temps	<input type="checkbox"/> Régulièrement	<input type="checkbox"/> Souvent
Habitez vous...			
<input type="checkbox"/> En ville?	<input type="checkbox"/> En périphérie?	<input type="checkbox"/> A la campagne?	

**Partie 1:** A quels moments de la journée pouvez-vous rechercher le soleil sur une place? (exemple: 11h-12h; « tôt le matin »...)

	Espace de repos	Espace de circulation
En hiver		
En été		

**Partie 2:** Mettez-vous dans la peau du personnage. Comment jugez-vous l'ensoleillement?\*

Très désagréable    
  Désagréable    
  Agréable    
  Très agréable

N° Image	Hiver	Eté
1		
2		
3		
4		
5		

**Partie 3:** Mettez-vous dans la peau du personnage. Comment jugez-vous l'ensoleillement?\*

Très désagréable    
  Désagréable    
  Agréable    
  Très agréable

N° Image	Hiver	Eté	N° Image	Hiver	Eté
6A			6B		
7A			7B		
8A			8B		
9A			9B		
10A			10B		

\*Si l'ensoleillement d'une photo vous est indifférent, indiquez-le moi et passez à la photo suivante



**Annexe 4 : Livret A1**

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

# Enquête sur l'ensoleillement des places publiques

Livret A1

## Différenciation des espaces

Espaces de repos



Où l'on s'arrête, une terrasse, un banc, une pelouse...

Espaces de circulation



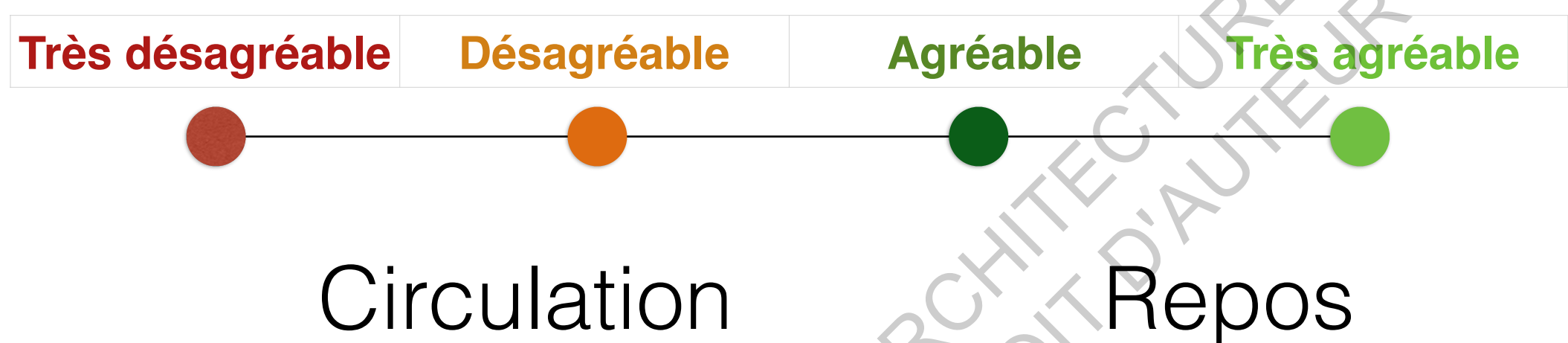
Où l'on se déplace, les arrêts ne sont que très ponctuels.

## Partie 2

*Mettez-vous dans la peau du personnage. Comment jugez-vous l'ensoleillement?*

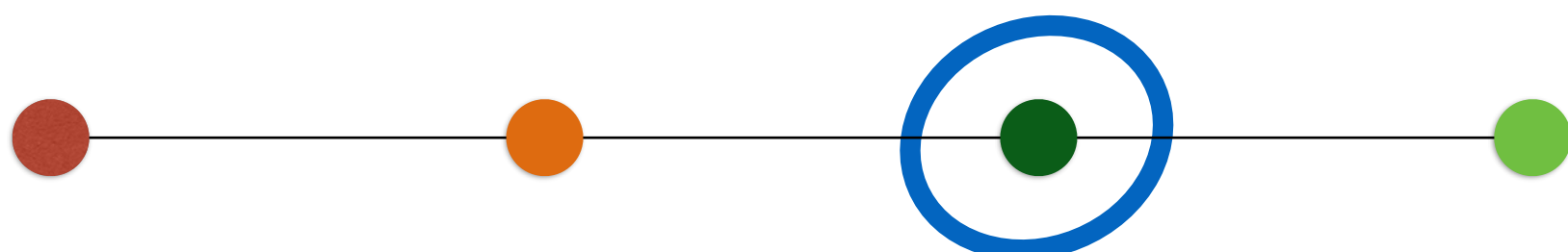
Nous allons ici vous présenter des photos auxquelles nous avons ajouté des ombres. Nous allons vous demander d'évaluer la qualité de l'ensoleillement de l'espace en vous mettant à la place du personnage. Ne cherchez pas à analyser l'image, nous voulons recueillir votre impression rapide.

L'échelle utilisée est la suivante:



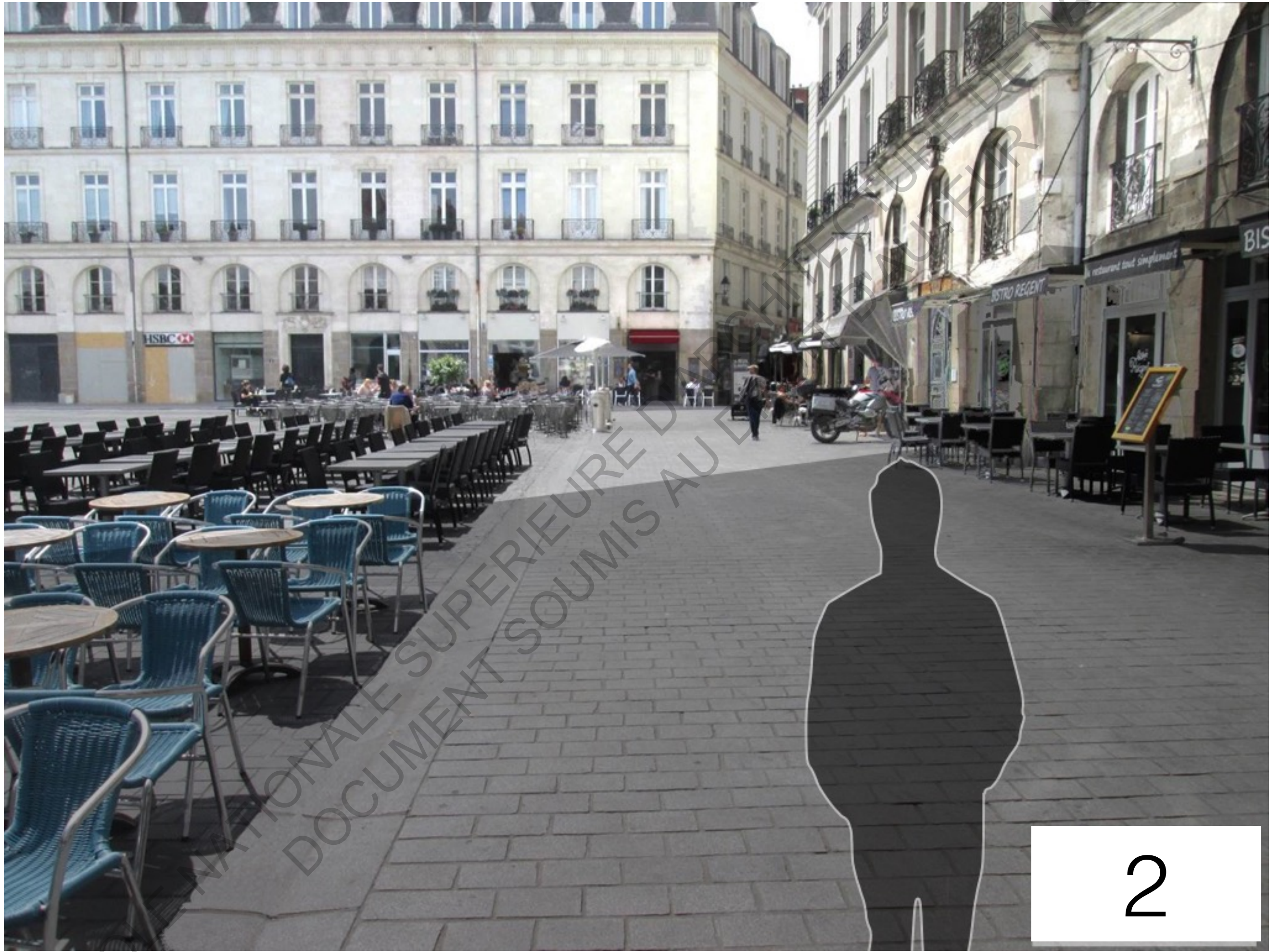
●	L'ensoleillement est très désagréable, je vais prendre un autre chemin	L'ensoleillement est très désagréable, je vais partir d'ici
●	L'ensoleillement est désagréable, j'aurais préféré éviter ce chemin	L'ensoleillement est désagréable, je ne vais pas rester longtemps ici
●	L'ensoleillement est agréable, j'apprécie de passer par ici	L'ensoleillement est agréable, je peux rester encore un peu ici
●	L'ensoleillement est très agréable, je passe par ici exprès pour en profiter	L'ensoleillement est très agréable, je compte rester ici pour en profiter

Entourez la réponse de votre choix.



Si l'ensoleillement d'une photo vous est indifférent, indiquez-le moi et passez à la photo suivante.



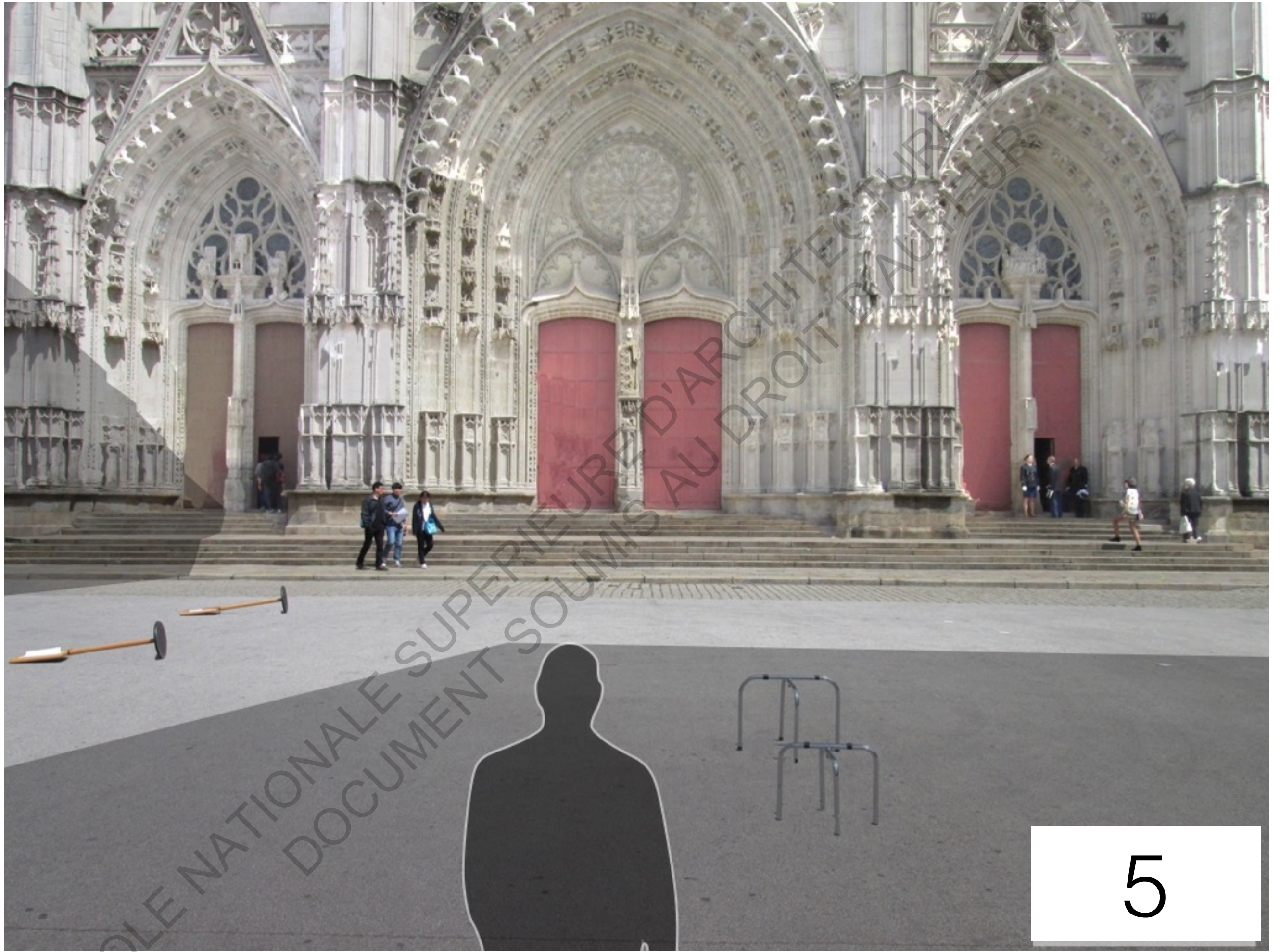




3



4



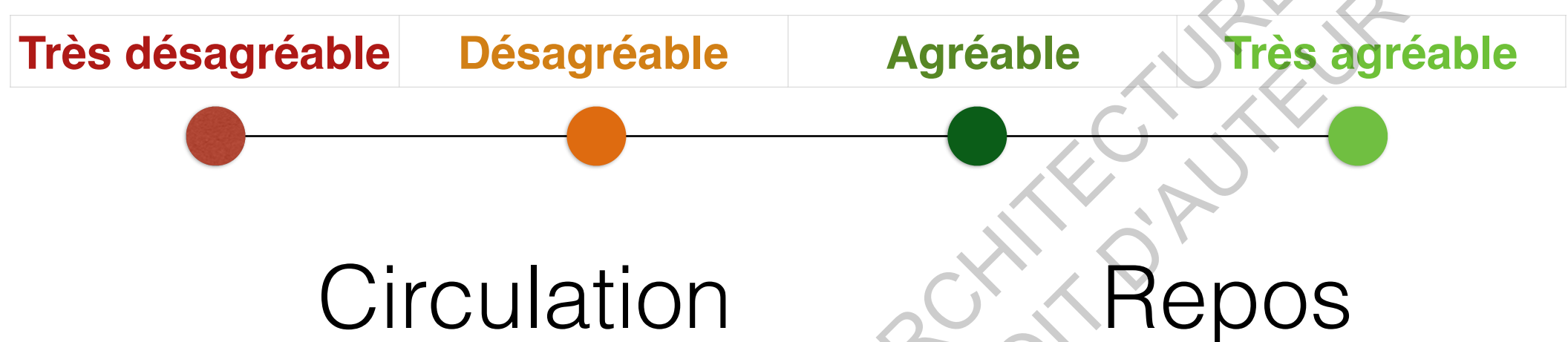


### Partie 3

Mettez-vous dans la peau du personnage. Comment jugez-vous l'ensoleillement?

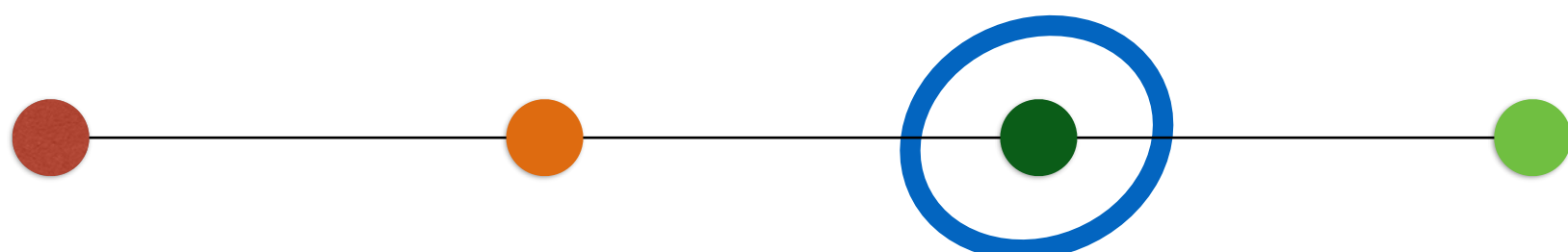
Les consignes sont les mêmes que précédemment, mais cette fois-ci, vous pourrez comparer la même photo avec deux ombrages différents.

L'échelle utilisée est la suivante:

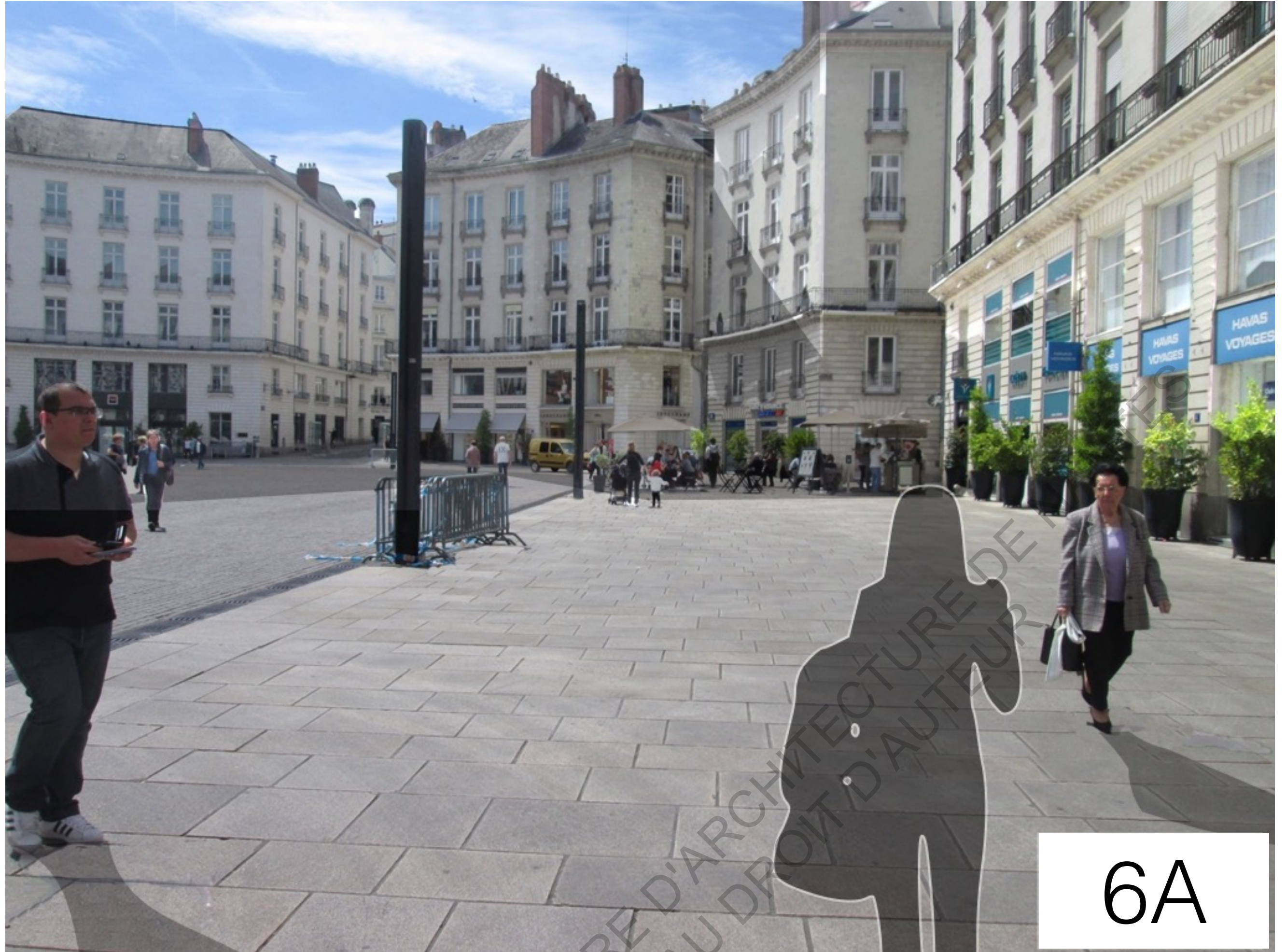


●	L'ensoleillement est très désagréable, je vais prendre un autre chemin	L'ensoleillement est très désagréable, je vais partir d'ici
●	L'ensoleillement est désagréable, j'aurais préféré éviter ce chemin	L'ensoleillement est désagréable, je ne vais pas rester longtemps ici
●	L'ensoleillement est agréable, j'apprécie de passer par ici	L'ensoleillement est agréable, je peux rester encore un peu ici
●	L'ensoleillement est très agréable, je passe par ici exprès pour en profiter	L'ensoleillement est très agréable, je compte rester ici pour en profiter

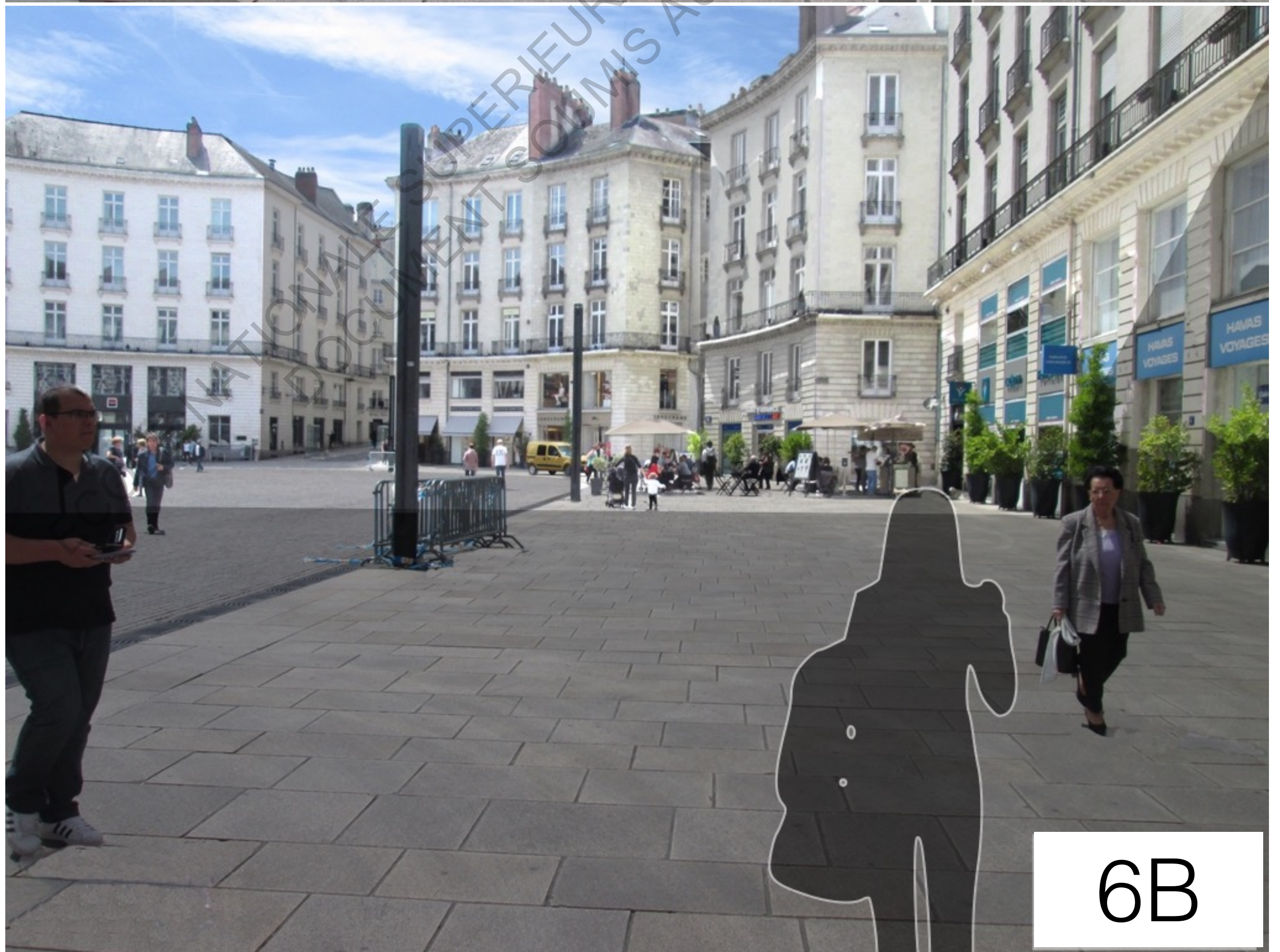
Entourez la réponse de votre choix.



Si l'ensoleillement d'une photo vous est indifférent, indiquez-le moi et passez à la photo suivante.



6A



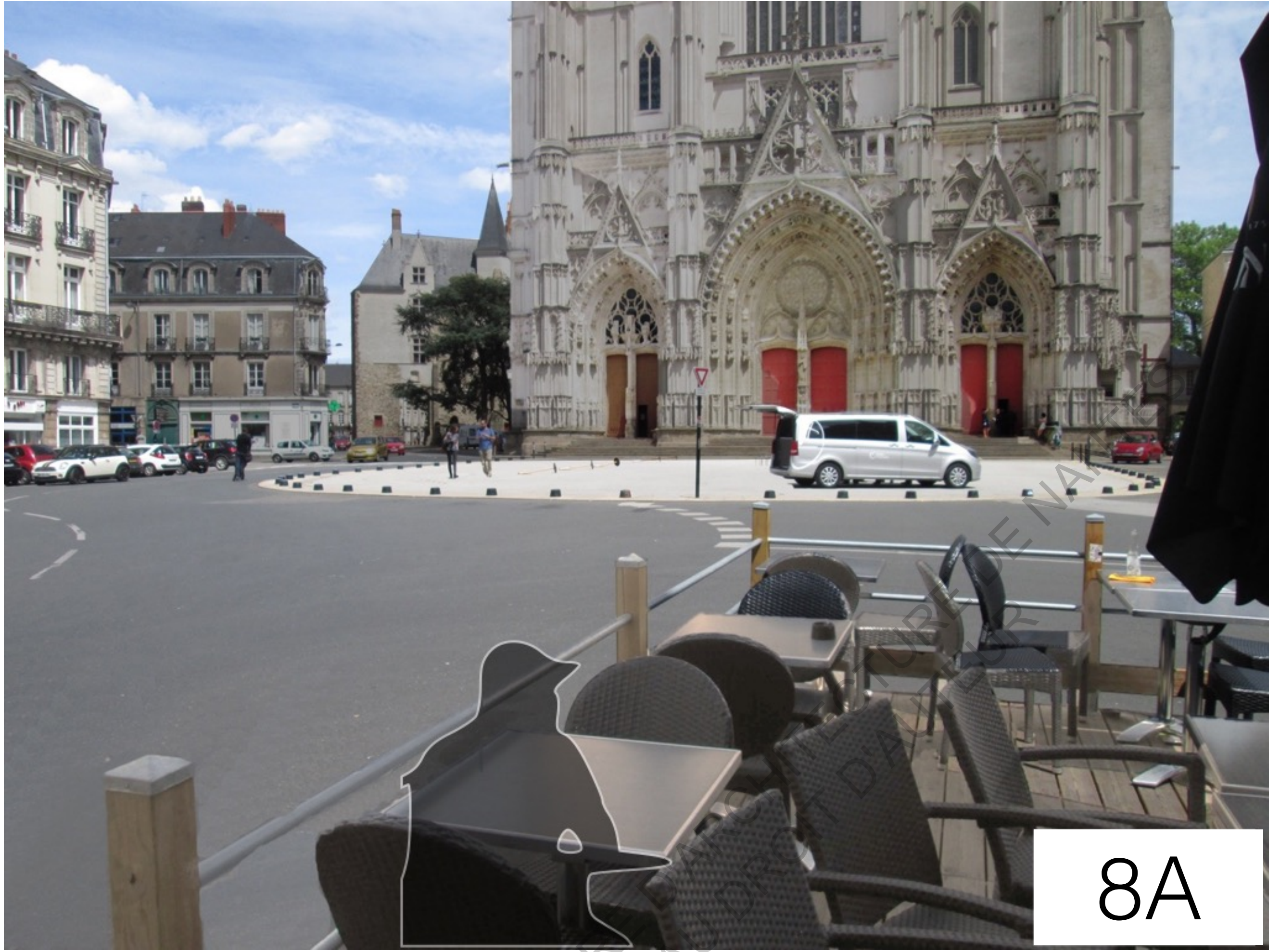
6B



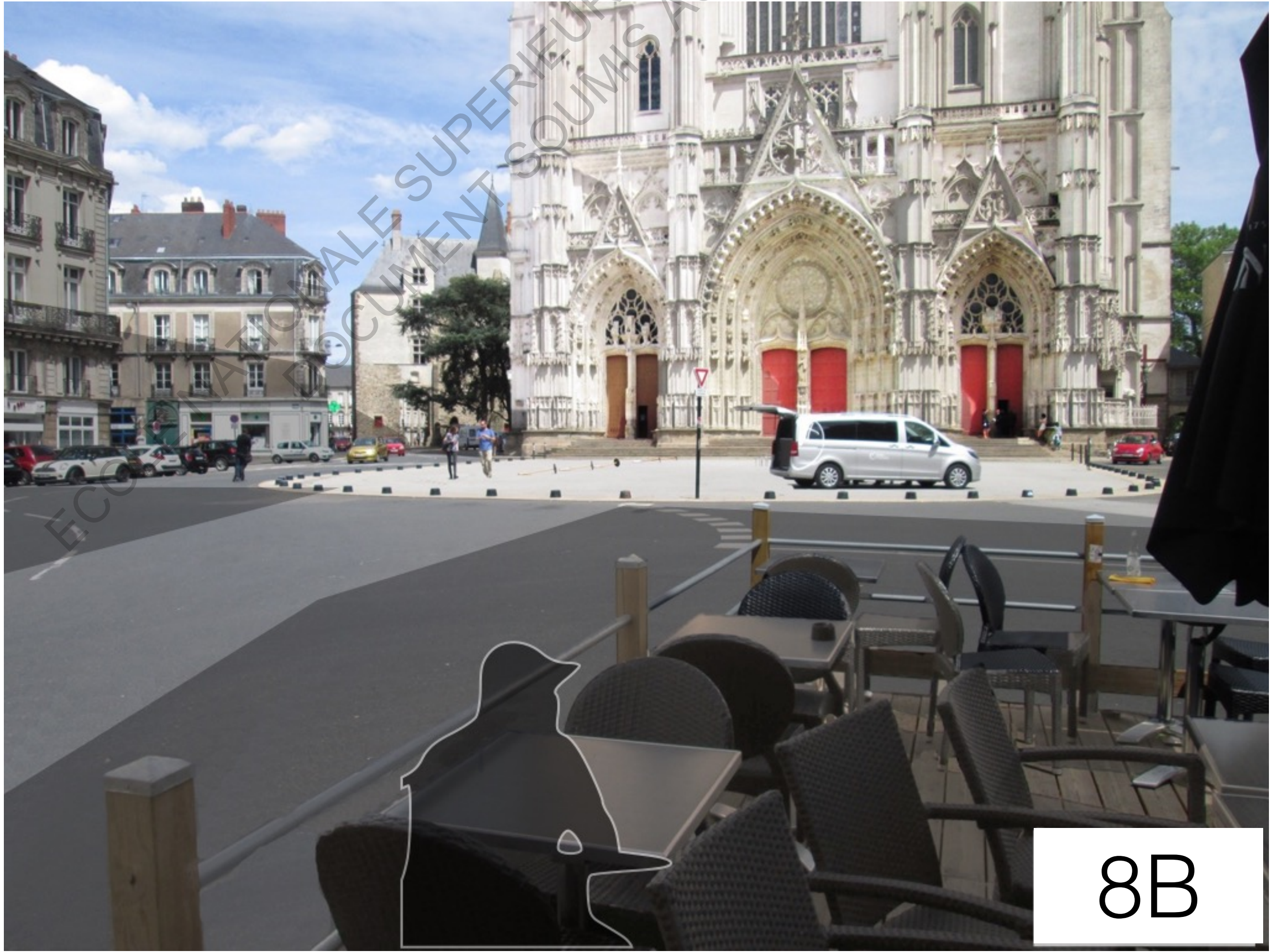
7A



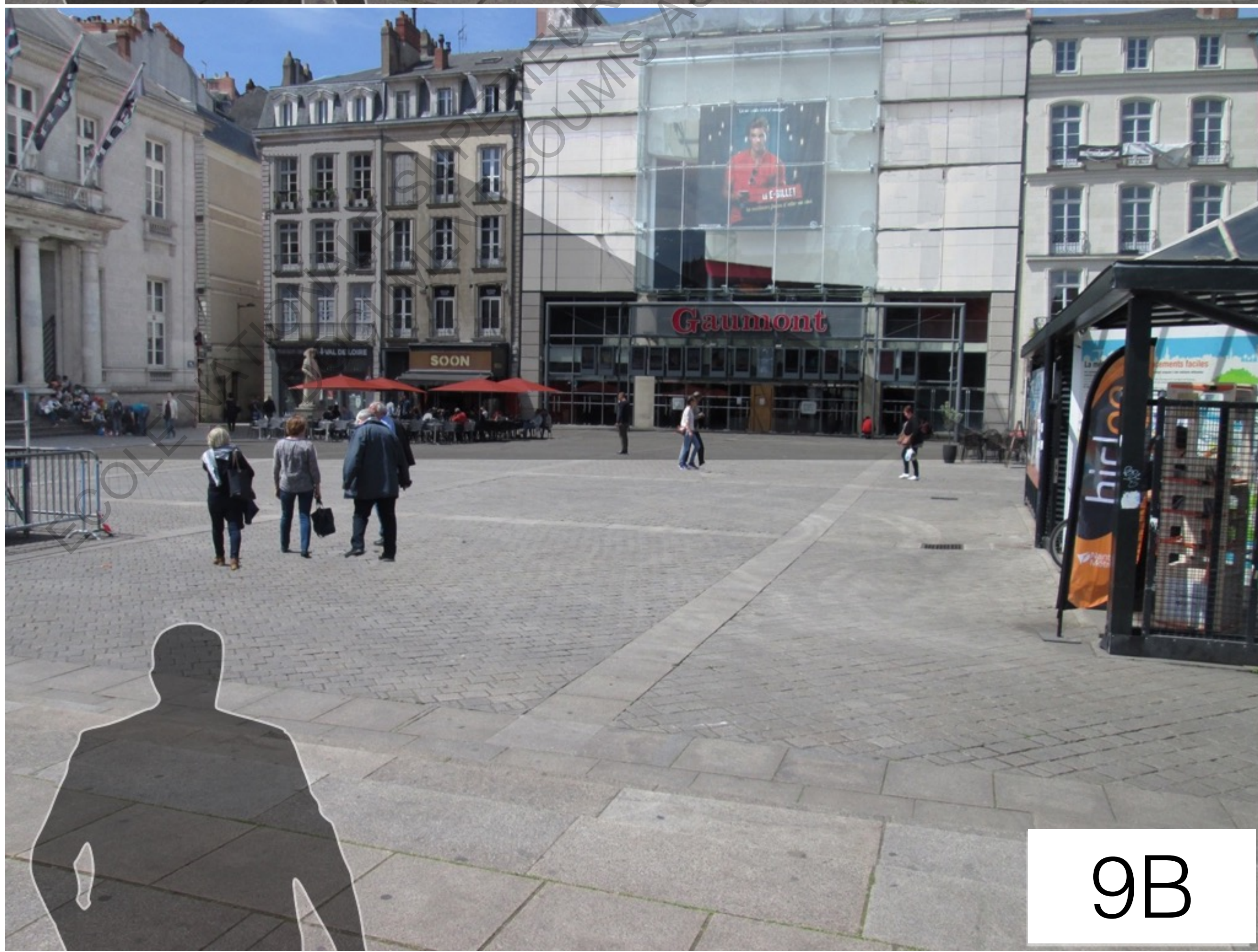
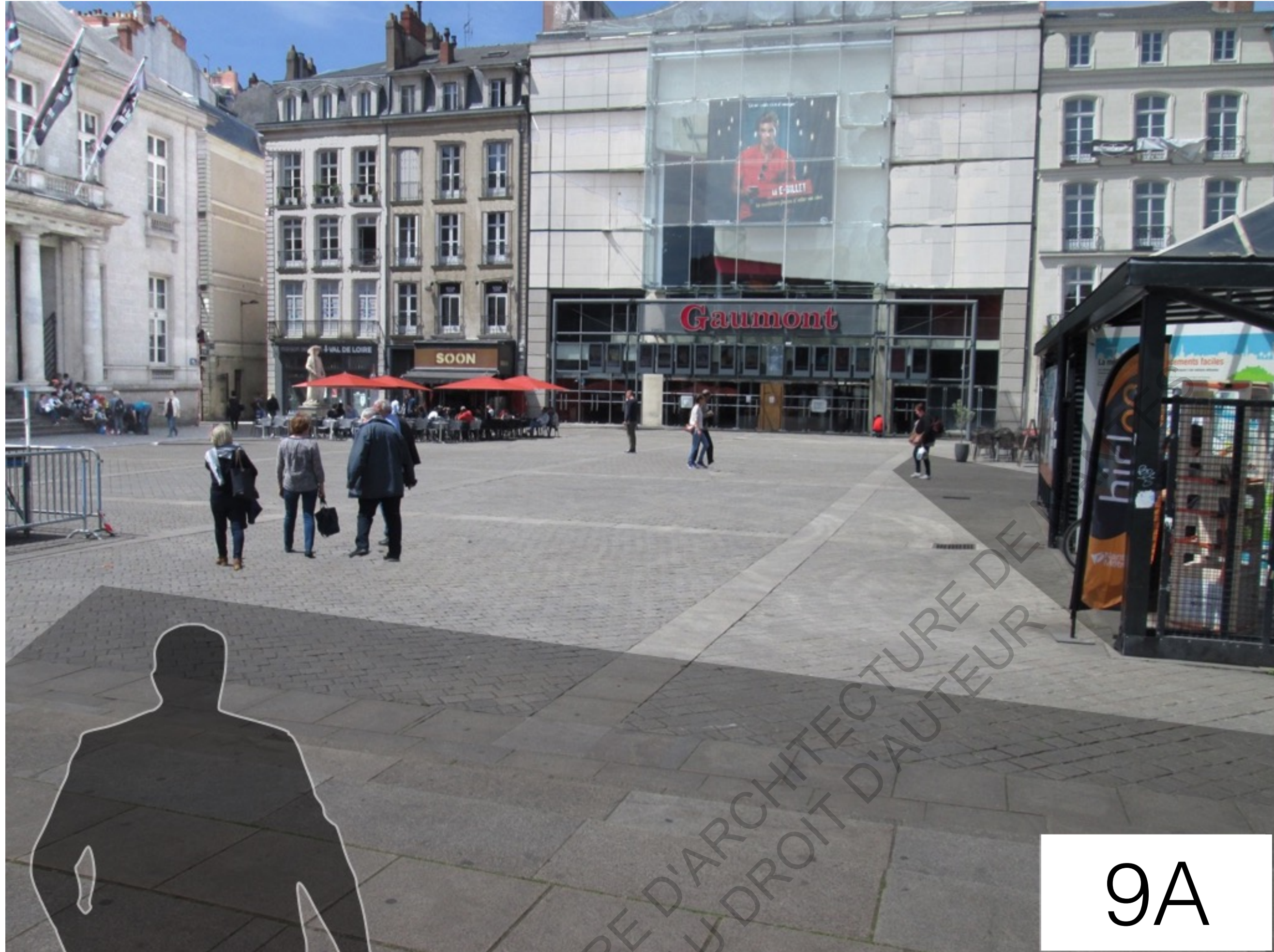
7B



8A



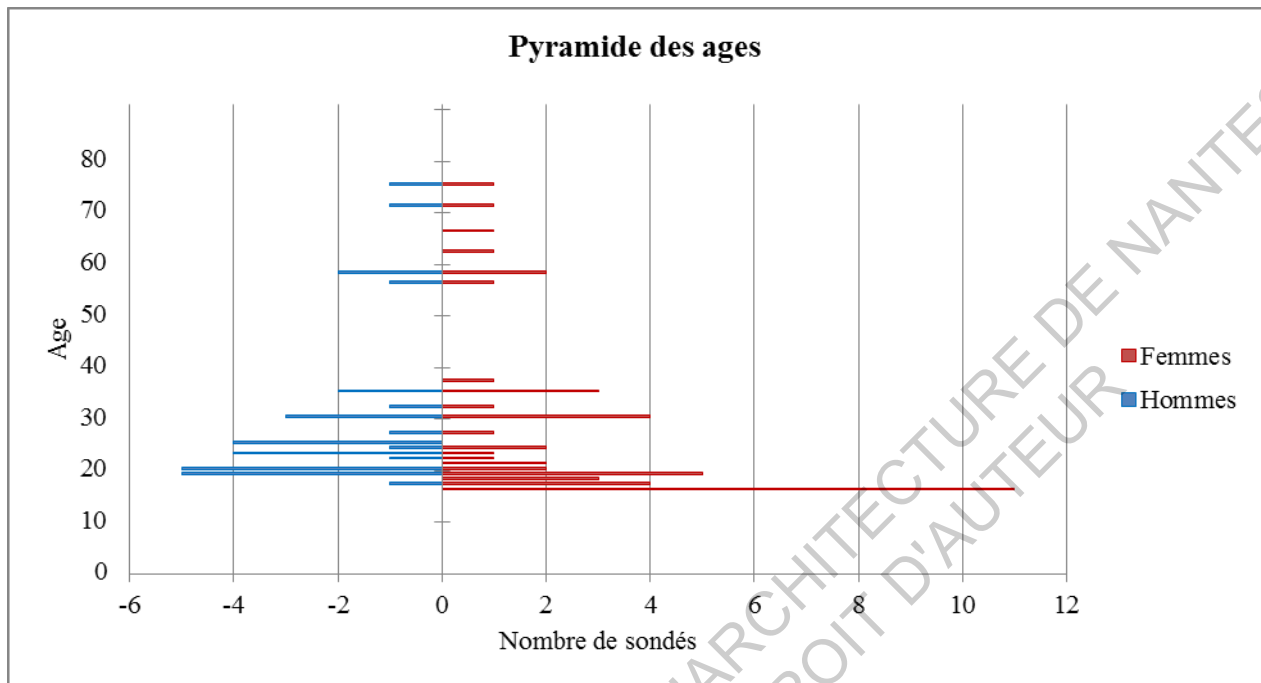
8B



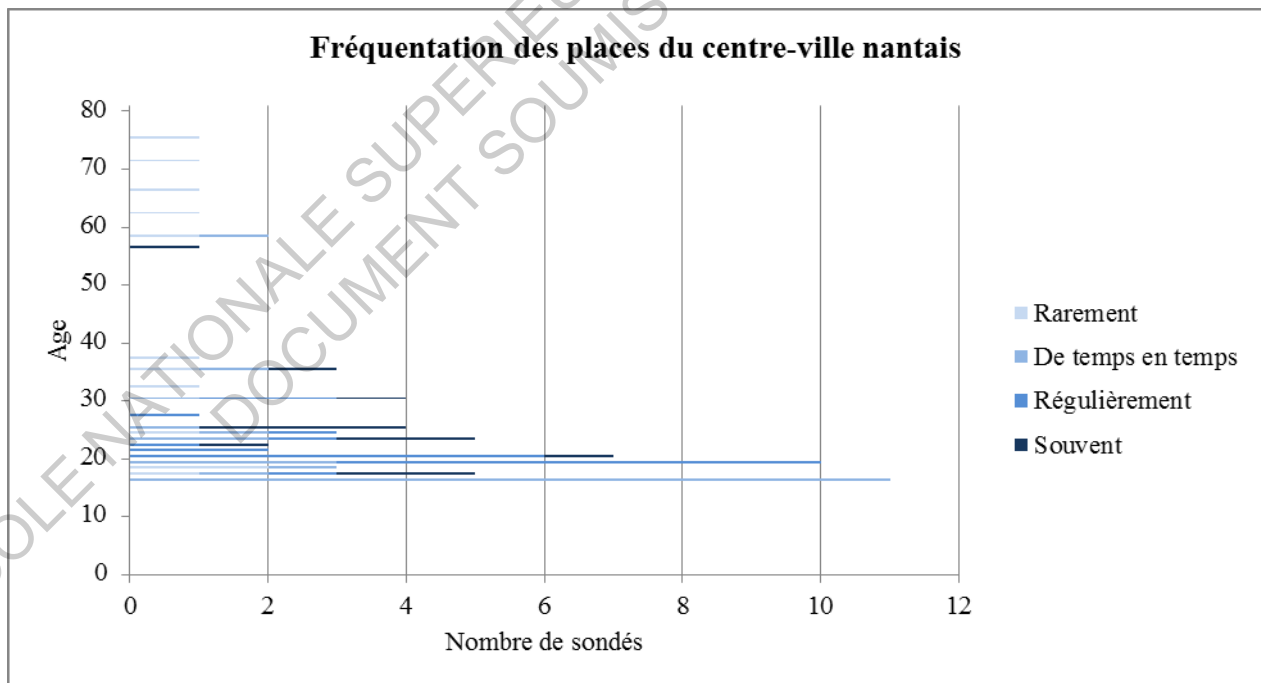


## Annexe 5 : Graphiques

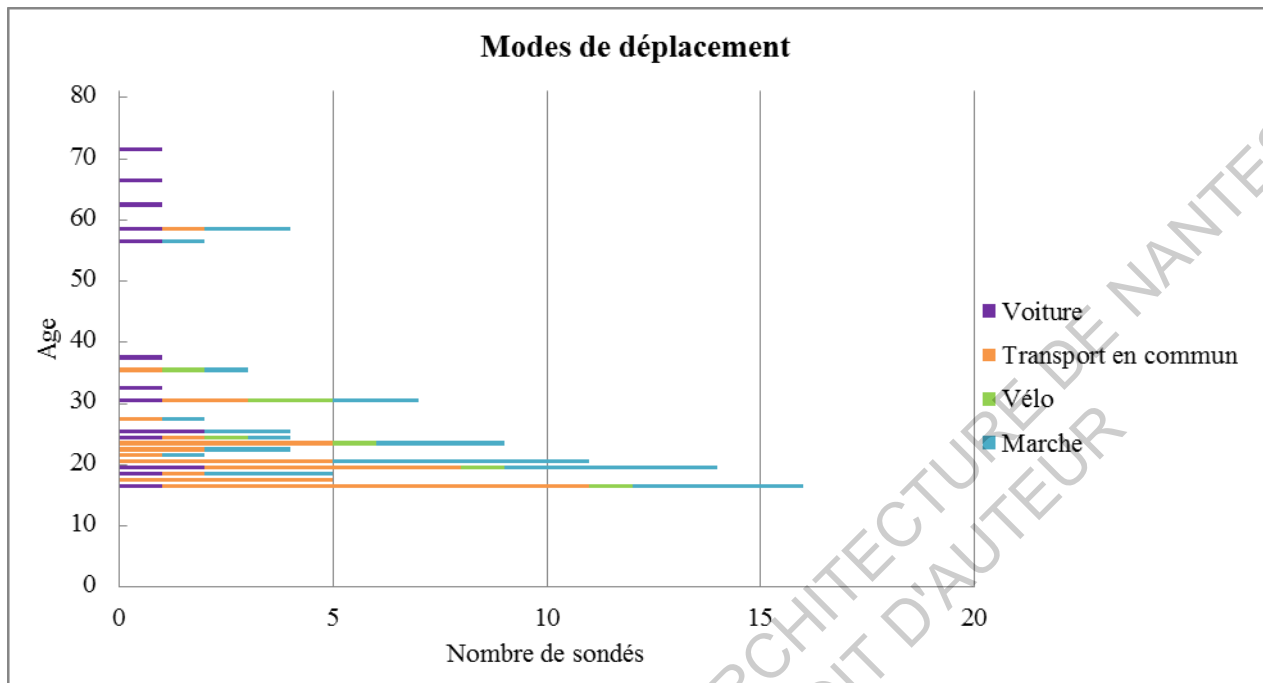
### Graphique 1 : Pyramide des âges



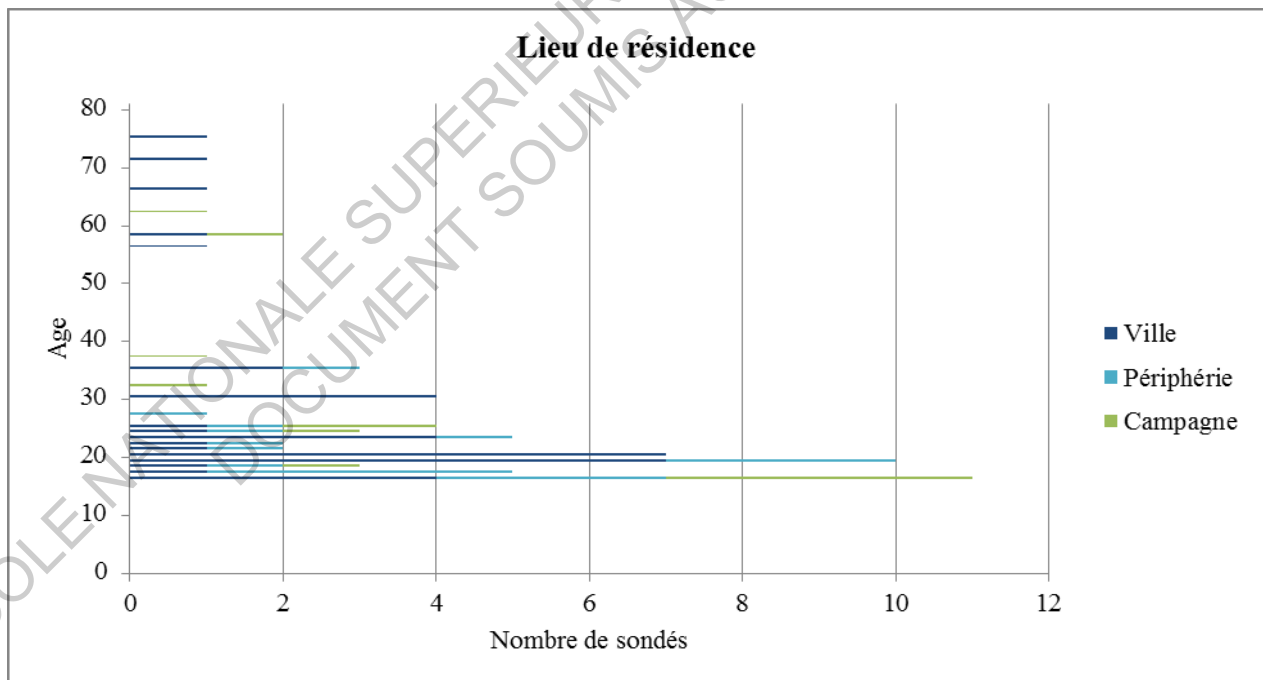
### Graphique 2 : Fréquentation du centre-ville nantais



**Graphique 3 : Mode de déplacement**

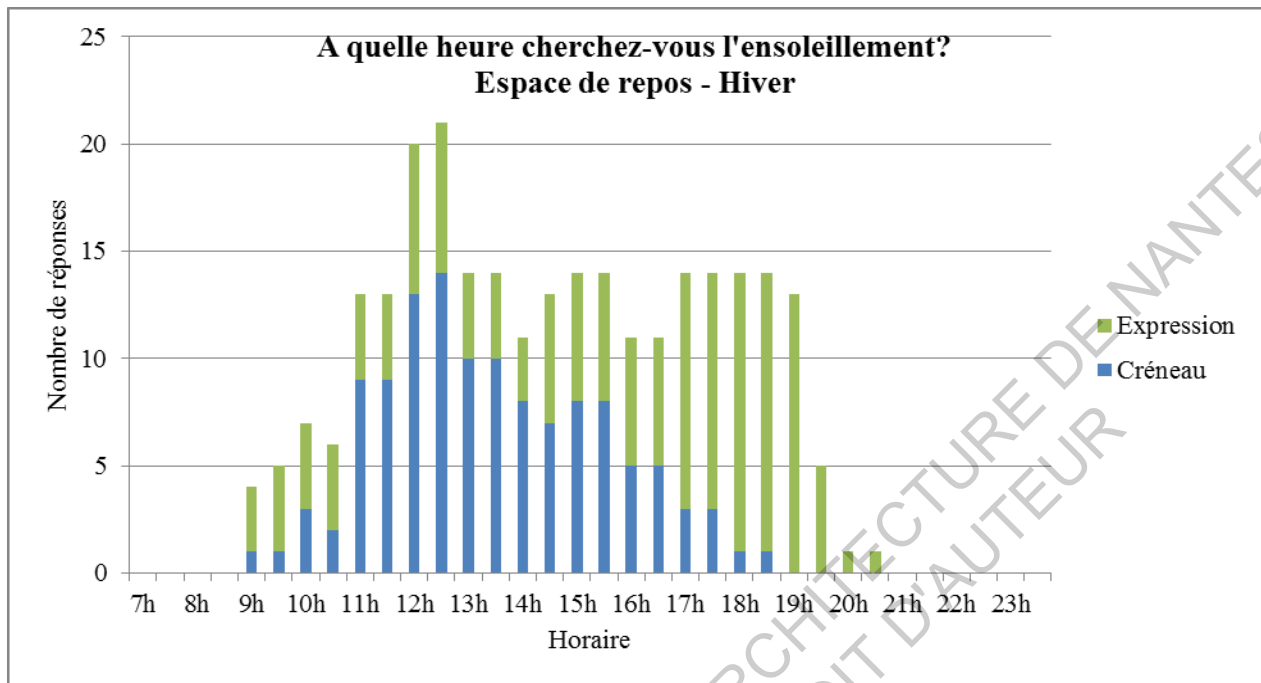


**Graphique 4 : Lieu de résidence**

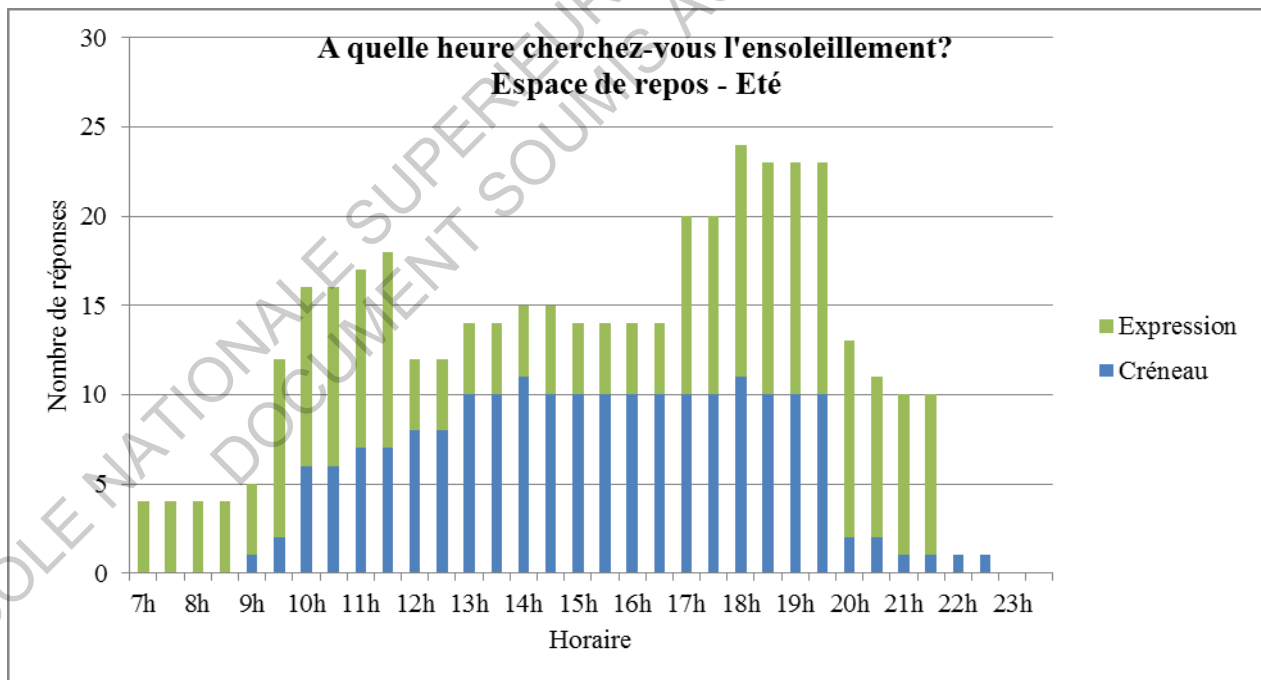




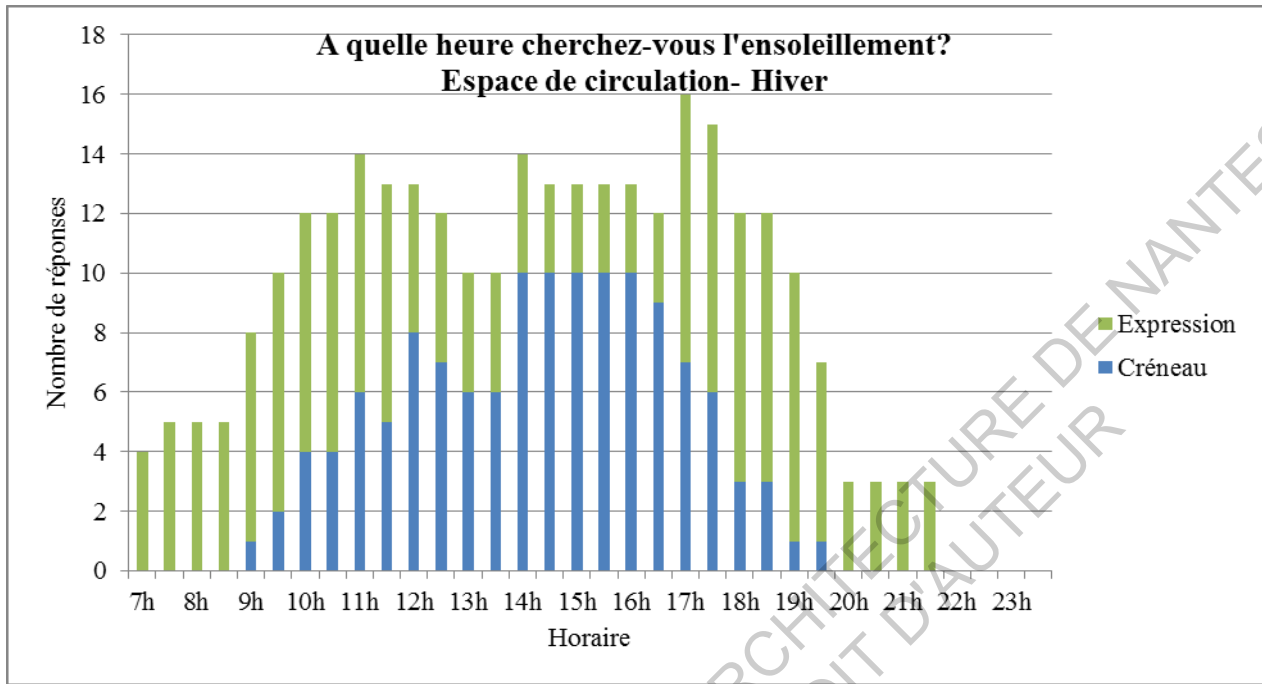
**Graphique 5 : Horaires d'ensoleillement recherchés (1/4)**



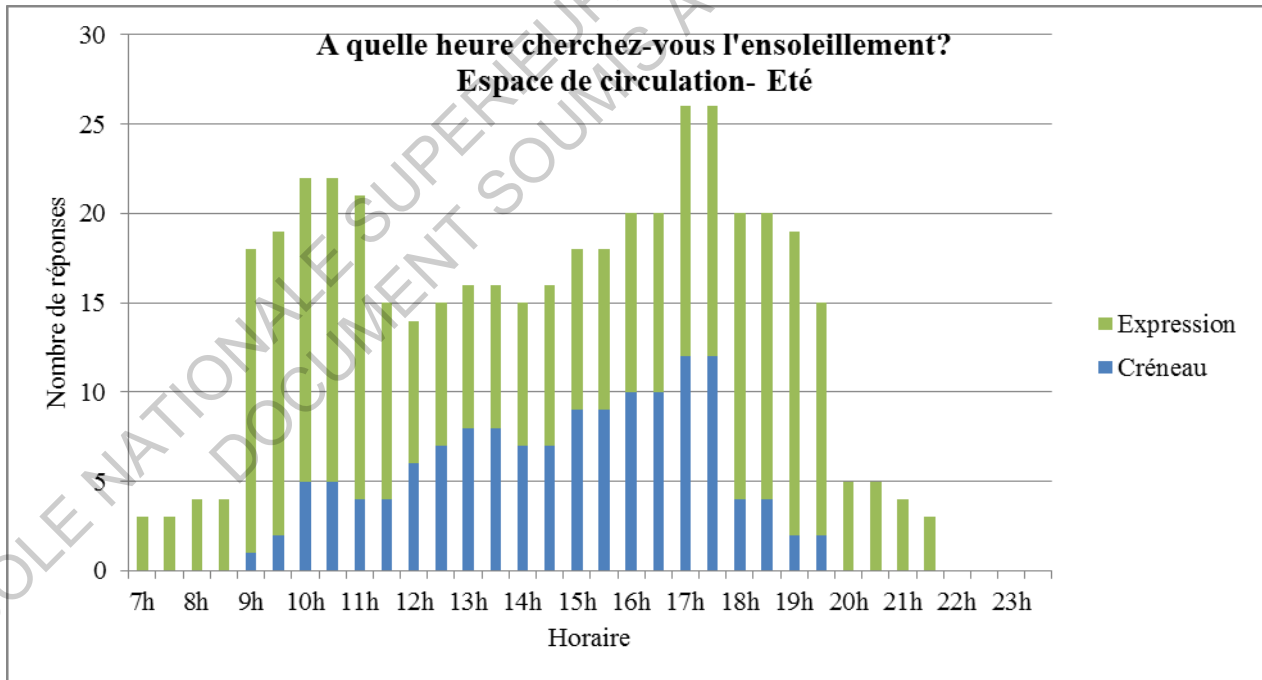
**Graphique 6 : Horaires d'ensoleillement recherchés (2/4)**



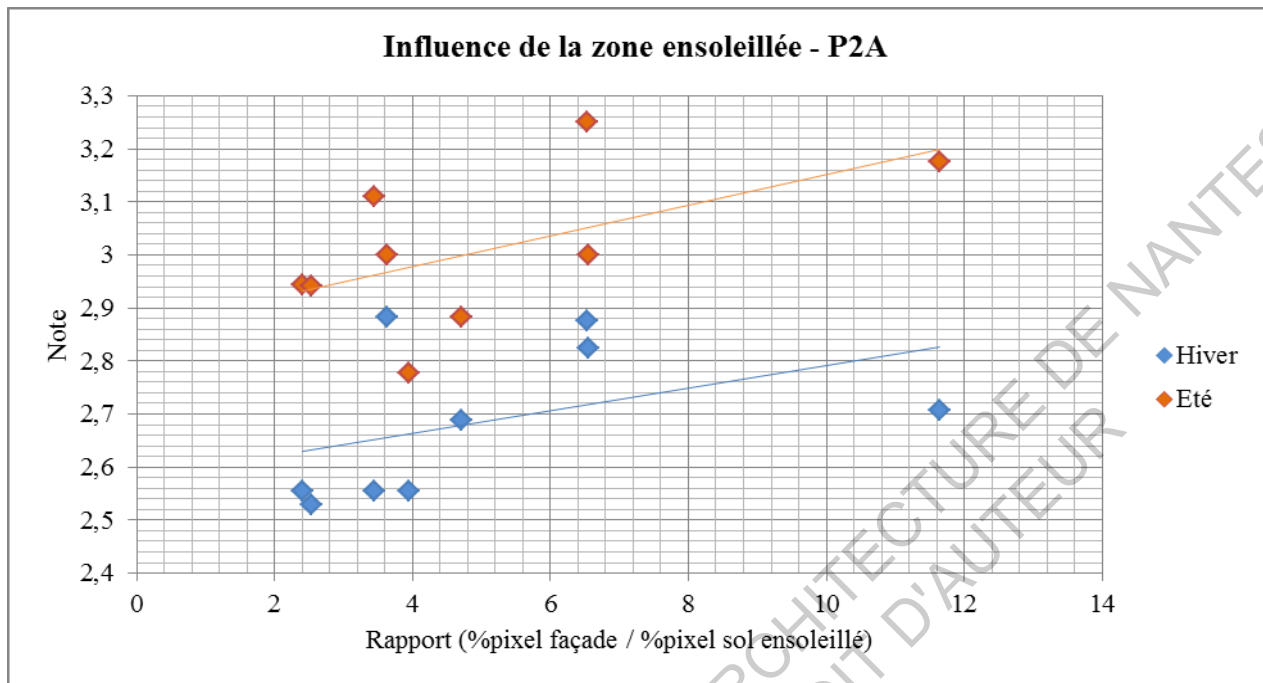
**Graphique 7 : Horaires d'ensoleillement recherchés (3/4)**



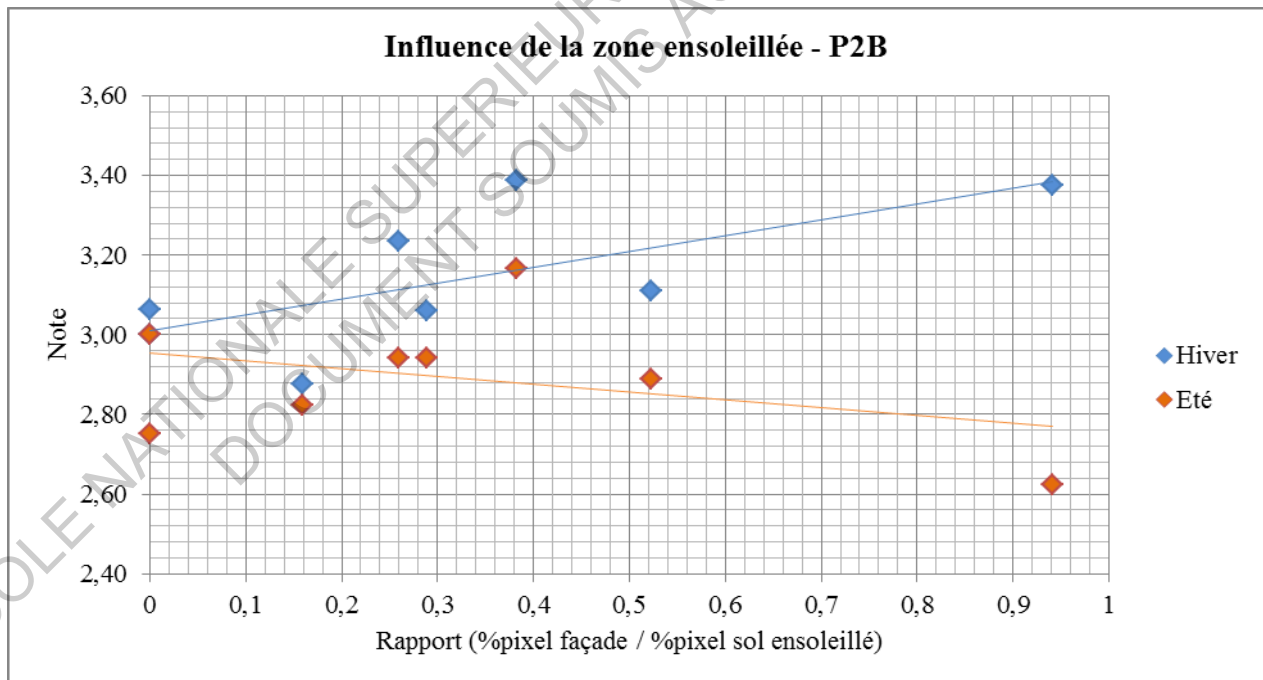
**Graphique 8 : Horaires d'ensoleillement recherchés (4/4)**



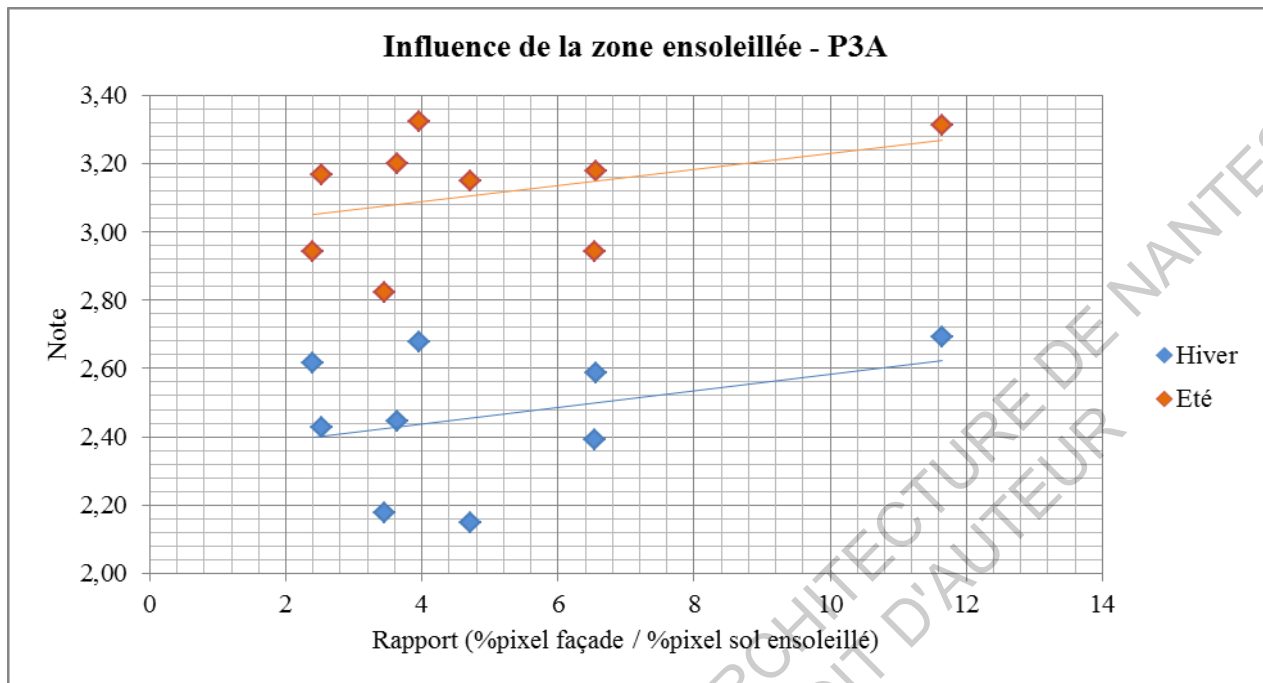
**Graphique 9 : Influence de la zone ensoleillée (1/4)**



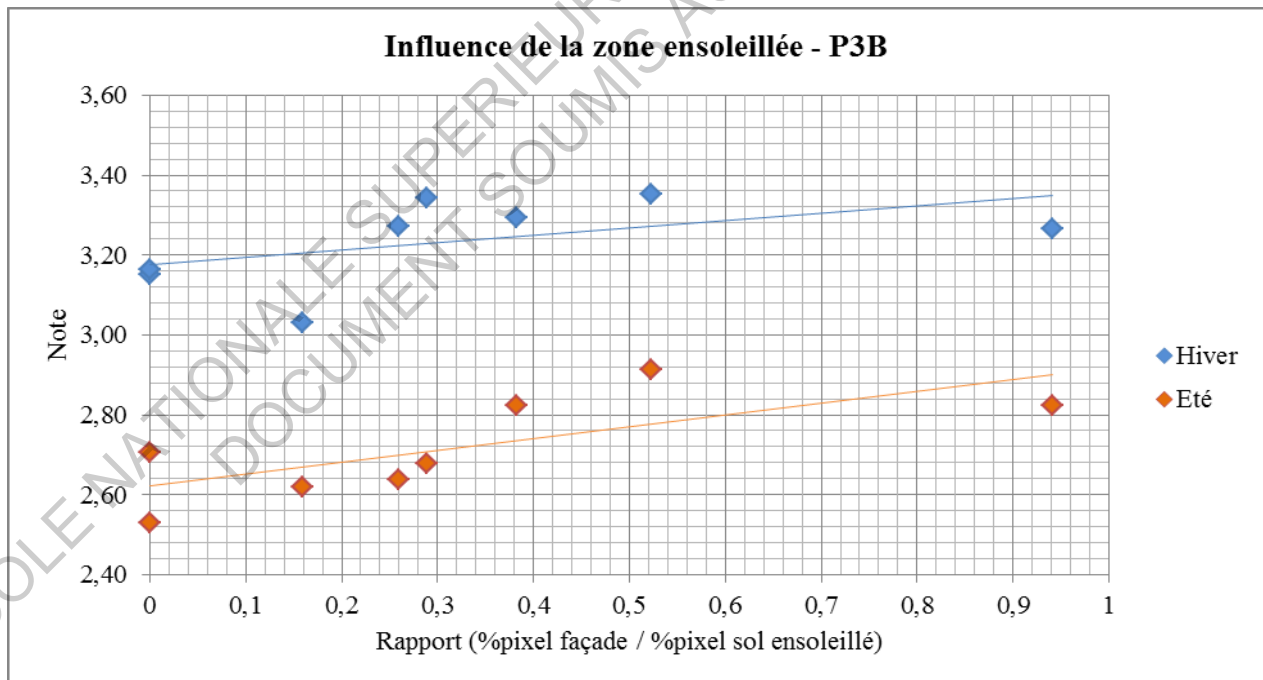
**Graphique 10 : Influence de la zone ensoleillée (2/4)**



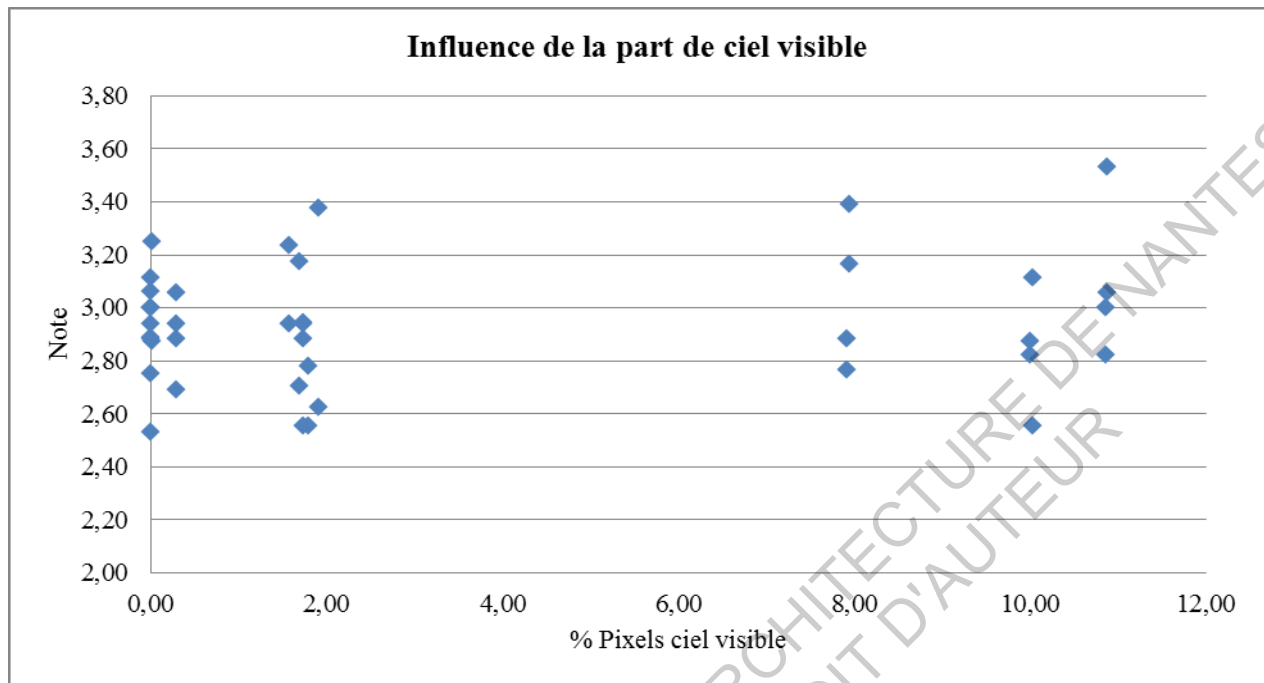
**Graphique 11 : Influence de la zone ensoleillée (3/4)**



**Graphique 12 : Influence de la zone ensoleillée (4/4)**



**Graphique 13 : Influence de la part de ciel visible**



ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR