



HAL
open science

Illuminer les dessous : une étude de la conception des espaces souterrains par le prisme de la lumière

Louise Cousseau

► **To cite this version:**

Louise Cousseau. Illuminer les dessous : une étude de la conception des espaces souterrains par le prisme de la lumière. Sciences de l'Homme et Société. 2019. dumas-03131669

HAL Id: dumas-03131669

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03131669>

Submitted on 4 Feb 2021

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



ILLUMINER LES DESSOUS

Une étude de la conception
des espaces souterrains par le
prisme de la lumière

Louise COUSSEAU

Ignacio REQUENA
Pascal JOANNE

École Nationale Supérieure
d'Architecture de Nantes

Septembre 2019

École nationale supérieure d'architecture de Nantes
2018-2019

Illuminer les dessous

Une étude de la conception des espaces souterrains par le
prisme de la lumière

UEM2 : Mémoire de master

Séminaire : « Ambiances : dispositifs, références, effets »

Etudiante : Louise Cousseau

Directeurs de mémoire : Ignacio Requena et Pascal Joanne

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

Remerciements

Je remercie mes professeurs Ignacio Requena et Pascal Joanne pour avoir supervisé mon mémoire et m'avoir accompagné au cours de ces deux semestres de mémoire.

Je remercie les concepteurs ayant consacré de leur temps pour répondre à mes interrogations :

- Pauline Marchetti de Sensual City Studio pour m'avoir expliqué la charte d'architecture des gares du Grand Paris Express ;
- Yann Sepulveda de l'atelier d'architecture King Kong pour la présentation de la gare de Vitry Centre ;
- Elena Ranalletti de l'agence Explorations architecture pour la présentation des gares de Val-de-Fontenay et de Nogent ;
- Aldric Beckmann de l'agence Aldric Beckmann architectes pour la présentation de la gare d'Aulnay ;
- Amélie Fritzlär de l'atelier d'architecture Kengo Kuma & Associates pour la présentation de la gare de Saint-Denis - Pleyel ;
- Marion Busson des Ateliers 2/3/4/ pour la présentation des gares de Massy Opéra et d'Antony-pôle.

Merci enfin à ma famille et à mes proches pour leur soutien quotidien et leurs enrichissants conseils et relectures.

SOMMAIRE

Préambule	7
1. Introduction	11
1.1 Cadrage de l'étude et contexte	13
1.2 Problématique et hypothèses	17
1.3 Méthode	18
2. Ambiances souterraines dans la conception architecturale : un cadrage conceptuel	29
2.1 L'espace souterrain	31
2.2 Lumière et matière	43
2.3 Théories de conception	55
2.4 Infrastructures de transport en souterrain	65
3. L'influence notable du contexte dans la conception souterraine	75
3.1 Une conception des ambiances dans un environnement prescrit	77
3.2 Un contexte de travail multicéphale	91
3.3 Entre la convocation de références architecturale et l'impact du contexte urbain	97
4. La lumière dans la conception de la spatialité souterraine	117
4.1 Interface et rapport à l'extérieur	119
4.2 Sous-face et rapport à la profondeur	133
4.3 Le quai et le rapport au réseau	145

5. La perception de l'utilisateur	153
5.1 Le parcours de l'utilisateur	155
5.2 Le rapport au temps	165
5.3 De nouvelles expériences	173
6. Conclusion	179
Annexes	185
Médiagraphie	240
Table des images	246
Table des matières	249

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

PRÉAMBULE

Le travail de la conception spatiale et de la perception des ambiances, en relation avec la lumière, est un thème qui m'intéresse particulièrement et que j'ai souhaité traiter dans le cadre du mémoire de master. La lumière fait aussi bien appel à la sensation visuelle qu'à la perception physique et spatiale et joue ainsi un rôle considérable dans la définition des ambiances. J'ai décidé, dans le cadre de cette étude, d'aborder le thème des ambiances et de la lumière dans une spatialité particulière qui est celle des espaces souterrains.

J'ai en effet choisi de me concentrer sur cette typologie d'espaces car j'ai été intriguée par leurs qualités spécifiques suite à plusieurs expériences personnelles. Certains dispositifs mis en place m'ont permis de ressentir l'espace de manière singulière. Je me suis alors d'abord demandée quelles méthodes et solutions les architectes mettent en place dans des lieux privés de source de lumière naturelle. Peut-on donner l'illusion d'une lumière naturelle ? Quelle sensation spatiale en résulte-t-il ? Quelle est l'efficacité de tels dispositifs ? Comment l'architecte tire-t-il parti des singularités de ces espaces ? L'utilisateur ressent-il tout de même de l'angoisse dans de tels lieux ? L'imperméabilité de l'interface et la distance à l'air libre en sont-elles des critères prédominants ?

Nous tenterons alors de définir les ambiances souterraines par une exploration du monde souterrain, une caractérisation de la lumière et un aperçu des théories architecturales relatives à cet espace.

Nous nous appuyerons sur différents ouvrages afin d'établir une connaissance historique, symbolique et sensible de l'espace souterrain. Nous verrons ensuite la place que prend l'architecture souterraine aujourd'hui et quels sont les principaux concepts qui y sont développés. La lumière et la matière jouant un rôle prépondérant dans la définition des ambiances souterraines, elles seront étudiées plus en détail en analysant d'abord la lumière par la sémantique puis en fonction de son caractère artificiel ou naturel. Nous verrons ensuite quelles sont les techniques employées pour conduire la lumière et la reproduire dans un environnement aveugle, avant d'établir un aperçu des effets de matière qu'elle produit. Afin de comprendre les pratiques architecturales, nous étudierons les descriptions théoriques de l'espace souterrain par des architectes ainsi que leurs préconisations de conception. Dans ce cadre, nous présenterons les travaux de Dominique Perrault sur le Groundscape.

Suite à ces premières lectures et recherches concernant l'architecture souterraine aujourd'hui et aux différentes façons de conduire et de reproduire

la lumière naturelle, je me suis penchée sur l'appel à projet lancé par la ville de Paris : Réinventer Paris 2. Consacré à la réhabilitation d'espaces souterrains, il aurait été un bon terrain d'étude pour comparer les approches de différents architectes et les ambiances qu'ils y conçoivent. Malheureusement, les projets n'étant pas assez avancés, j'ai dû m'orienter vers un autre terrain d'étude. Un des grands projets parisiens actuels investit de façon notable l'espace souterrain. Il s'agit du Grand Paris Express. Ce colossal réseau de transport souterrain doit nécessairement entretenir un lien avec la surface. Ce sont les gares qui jouent ce rôle d'interface et qui seront le terrain d'étude de ce mémoire.

Nous exposerons alors l'évolution de l'urbanisme souterrain parisien jusqu'à aujourd'hui et les contraintes et enjeux avec lesquels le projet du Grand Paris Express doit être imaginé. Nous explorerons alors rapidement l'architecture des stations de métro parisiennes et quelques exemples à l'échelle mondiale afin de recenser les principales ambiances qui sont généralement établies dans les gares souterraines. Ces présentations permettront de situer le terrain d'étude par rapport à des programmes similaires conçus en souterrain.

Nous commencerons l'analyse de ce terrain d'étude par l'observation approfondie des différents acteurs à l'oeuvre : assistance à maîtrise d'ouvrage, architectes, concepteurs-lumière, artistes et designers. Chacun à leur manière agissent sur le projet et travaillent à la transformation des ambiances. On verra comment le site de projet influe sur l'architecture jusque dans les niveaux profonds en complétant la base de données par des pièces graphiques tels que des plans et des photographies.

Ensuite, nous analyserons les discours que tiennent les concepteurs et les projets afin de déterminer les ambiances qui sont conçues et l'influence de la lumière. Nous sélectionnerons certaines gares significatives qui se démarquent par leur concept innovant ou typiquement représentatif. Nous mènerons pour cela des entretiens semi-directifs avec l'assistance à maîtrise d'ouvrage et les architectes. Le recueil de leurs paroles permettra de déterminer les ambiances auxquelles ils se réfèrent et de dégager les stratégies de conception et les concepts suivis. On définira alors trois propos architecturaux dans l'espace souterrain qui sont l'accentuation et la reproduction du monde extérieur, l'expérimentation de l'idée de nature et l'exploration d'une ambiance proprement souterraine.

Enfin, nous verrons comment les stratégies mises en place se répercutent sur les choix à l'échelle architecturale. On procèdera alors à une analyse des projets selon différents critères avec une attention particulière aux notions de profondeur, d'expérience du corps dans l'espace, de lumière et de rapport au temps. On s'intéressera d'abord à la relation qu'entretiennent les gares à la profondeur en les comparant à partir de pièces graphiques et en définissant des typologies. Nous nous attarderons ensuite sur l'espace du quai, interface entre la gare et le réseau qui doit faire coexister les ambiances de l'une et l'autre, et

qui est aussi l'espace le plus profond. On étudiera enfin dans différentes gares le parcours d'un usager depuis la surface jusqu'au quai et inversement. Nous utiliserons pour cela les plans et axonométries que les architectes ont produits et nous nous appuierons sur leurs descriptions. Nous ferons particulièrement attention à la notion de sensorialité et au rôle de la lumière dans le parcours.

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

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

1. INTRODUCTION

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

1.1. Cadrage de l'étude et contexte

Dans un projet architectural, la conception des ambiances offre aux architectes la possibilité d'exprimer leur créativité et d'imaginer des espaces empreints de sensibilité et agréables à vivre. Les ambiances peuvent être à la fois caractérisées par l'étude de dispositifs spatiaux, et qualifiées par la recherche de critères de typification et de classification donnant à lire les effets sur la pratique de l'espace. L'ambiance fait appel aux perceptions et aux impressions subjectives, c'est donc, au-delà de la conception technique qui la met en œuvre, une forme d'invitation à la sensibilité d'un lieu. Elle relève tant des formes et échelles spatiales, sensibles et sociales que de dynamiques temporelles et culturelles. L'ambiance est fortement ancrée dans l'espace qu'elle fabrique. L'architecte et chercheur en ambiances architecturales et urbaines Grégoire Chelkoff définit d'ailleurs l'architecture comme l'art de la multisensorialité (Chelkoff, Thibaud, 1997).

Les espaces souterrains constituent une spatialité particulière dans laquelle les sensations sont accrues du fait de ses caractéristiques intrinsèques. En effet, l'espace souterrain possède des qualités particulièrement reconnues dans le domaine des ambiances sonores et thermiques. La « ville immergée » décrite comme un « révélateur de la ville sensible » (Chelkoff, Thibaud, 1997) permettrait d'accroître la perception des ambiances. L'homme s'est ainsi approprié la sous-face de la terre depuis de nombreuses années pour se protéger, conserver, exploiter les richesses du sous-sol et plus récemment pour se déplacer.

Dans un contexte urbain toujours plus dense, l'espace souterrain se révèle être une solution de choix pour ménager des lieux de respiration dans la ville. De plus en plus de villes partent donc à la conquête du souterrain, véritable espace de proximité disponible pour la densification. La ville de Paris a par exemple récemment lancé un concours autour de la réhabilitation des espaces souterrains abandonnés. Tunnels, parkings, stations de métro, autant d'espaces sous la ville qui, inutilisés, sont désormais le siège de nouveaux usages en lien avec les pratiques urbaines contemporaines.

La réhabilitation de ces espaces, conçus dans un premier temps comme un tunnel de métro, un abri anti-aérien, ou encore une carrière souterraine, pose la question du changement d'usage et de sa transformation en un lieu vécu. Les nouvelles pratiques sont conditionnées par les possibilités d'ambiance que l'espace suggère, et particulièrement en terme de lumière. L'espace souterrain a longtemps été dédié au travail, notamment minier, et reste fortement imprégné d'une image de labeur et de danger. Ainsi, l'ambiance de l'environnement souterrain est subordonnée à un contexte historique et symbolique prégnant.

A l'échelle urbaine, habiter de nouveau ces espaces oubliés et difficilement utilisables est un réel enjeu permettant de résoudre des problématiques de densité et d'économie de matériaux. Leur appropriation dans un contexte urbain permet une densification de la ville en limitant la croissance verticale et en favorisant la proximité.

De nouveaux espaces souterrains sont aussi construits dans les villes pour répondre à la densification et développer des usages qui requièrent une conception spécifique. Ces espaces présentent l'avantage pour les architectes d'une plus grande liberté pour la conception des ambiances mais peuvent aussi être très contraints d'un point de vue de la technique. En effet, les programmes déployés en souterrain sont souvent dédiés au transport, au stockage et à tous les espaces urbains en général, excepté l'habitat. C'est en tous cas comme cela qu'Edouard Utudjian, membre et fondateur du GECUS (groupe d'études et de coordination de l'urbanisme souterrain) dans les années trente a imaginé l'urbanisme souterrain d'aujourd'hui. Les seuls inconvénients sont d'après lui la création d'une interface et le sentiment d'angoisse. Il serait donc intéressant de voir comment ces deux problèmes sont résolus aujourd'hui. Le sentiment d'angoisse peut en effet être atténué en prenant mieux en compte les conditions d'éclairage et l'ambiance lumineuse.

Les espaces souterrains sont depuis longtemps utilisés par les hommes comme un lieu d'extraction de matière première dans les carrières et les mines. Lewis Mumford décrit ces espaces comme des environnements suscitant la peur et faisant perdre les repères temporels. Le manque de vue et de jeux de lumière en font un environnement peu propice au développement d'activités et dans lequel on a plaisir à rester. C'est l'introduction de la lumière, grâce à l'électricité, qui a permis une modification des ambiances et un changement profond dans l'appréciation de ces espaces autrefois dépourvus de sensibilité. La lumière semble alors être la clé à l'aménagement des souterrains.

Les premiers usages de l'espace souterrain sont sujets à des préjugés qui persistent encore aujourd'hui. Cela se ressent dans les descriptions qui en sont faites et le champ lexical dépréciatif qui lui est associé. On emploiera par exemple les expressions « lieux hostiles » (Barroca, 2014), « le monde obscur, aveugle » (Mumford, 1950) ou encore « cave », « lieux enfoncés sous la terre » (Frei, 2004).

Pour se défaire de cet imaginaire négatif, des architectes ont théorisé sur la conception des espaces souterrains. C'est le cas notamment de Dominique Perrault et de Monique Labbé. Pour l'un, cela consiste à « naturaliser » (Perrault, 2016) le sous-sol sans le rendre artificiel et pour l'autre à procéder par affouillement (Labbé, 2014) en prenant en compte les besoins psycho-physiologiques et notamment la lumière, le repérage, les vues et le contact à la nature. Ces deux démarches sont assez proches et marquent le prolongement des ambiances en surface. Dans certains cas, et pour des espaces

particulièrement profond d'autres méthodes devront être appliquées et les problématiques d'ambiances seront posées autrement. Sans vue sur l'extérieur et sans lumière naturelle, le rapport au temps et l'orientation ne seront plus perçus de la même manière. Les architectes doivent alors trouver des solutions et une ambiance nouvelle sera nécessairement conçue.

Les questions de l'expérience et de l'orientation du corps dans l'espace prennent une place importante dans l'environnement souterrain. L'espace urbain, dans lequel on se déplace habituellement selon deux directions prend ici une troisième dimension. L'orientation devient alors un enjeu majeur. Le parcours et la mobilité du corps dans cet environnement se trouvent perturbés, car il doit maintenant s'orienter dans les trois dimensions de l'espace. L'architecture se doit d'accompagner le mouvement pour rendre l'expérience en sous-face agréable. L'interface entre le dessus et le dessous doit être particulièrement travaillée pour engager une transition en douceur. La lumière pourrait alors jouer le rôle de lien entre ces deux espaces.

A ces plusieurs égards, la lumière incarne un dispositif crucial à étudier dans la conception de l'espace souterrain. Dispositif d'ambiance par excellence, la lumière fait aussi bien appel à la sensation visuelle qu'à la perception physique et spatiale. L'étude d'un espace par le prisme de la lumière permet d'en avoir une lecture globale, bien que l'ambiance générale d'un lieu ne puisse s'y réduire. On s'intéresse alors dans le cadre de cette étude au rôle de la lumière dans les différentes ambiances développées sous la surface de la terre.

De nombreuses recherches ont été menées pour trouver des solutions lumineuses dans des espaces qui sont privés de lumière. La conduction de la lumière a été particulièrement étudiée avec des premiers essais datant du II^e siècle avant J-C par Archimède jusqu'à l'élaboration du lumiduc au XX^e siècle. Par la captation, la conduction puis la diffusion, ce dispositif permet de transmettre en quantité suffisante et en gardant ses qualités la lumière naturelle. Sont par exemple conservées les variations naturelles de couleur et d'intensité, les UV et la chaleur. Ce sont des caractéristiques propres à la lumière naturelle tout comme les effets physiologiques et les composantes sensibles qui lui sont associées (variations en fonction de l'heure, du temps, etc.).

Certaines recherches consistent en parallèle à essayer de reproduire la lumière naturelle. Sa complexité est encore aujourd'hui très difficile à approcher mais on arrive à reproduire les effets distincts de la lumière naturelle tels que la composition spectrale, la variation de la lumière en intensité et couleur, le ciel et le paysage extérieur ou encore les effets physiologiques. Ces dispositifs assez techniques et coûteux sont cependant aujourd'hui assez peu utilisés en construction neuve et sont des solutions plutôt mises en œuvre pour améliorer le bâti existant n'ayant pas d'accès à la lumière naturelle..

La lumière peut être décrite selon ses caractéristiques techniques mais aussi d'un point de vue sensible. La perception des ambiances ne s'exprime

pas de la même manière chez tous et son analyse peut s'avérer complexe. Le ressenti de l'ambiance est en partie personnel et sa détermination demande de larges échantillons. Nous ne nous intéresserons pas ici à l'avis des usagers mais simplement à ce que les concepteurs imaginent de leur ressenti.

Nous proposons ainsi de prendre comme souterrain d'étude les gares du Grand Paris Express dont la plupart sont aujourd'hui encore en projet et pour lesquelles certains architectes réfléchissent encore à ces questions d'ambiance, de lumière et de rapport à la profondeur.

Nécessairement souterraines, la conception des gares intègre les problématiques relatives aux espaces souterrains et profonds. La notion de parcours, de temporalité, de lumière et des références au monde souterrain font alors surface. Les architectes, selon l'ambiance qu'ils envisagent pour chaque gare, exploreront divers chemins dans le processus de conception. Des architectes de renom, ayant ou non une pratique de l'espace souterrain, proposent alors différentes stratégies de conception pour ancrer chaque gare dans son quartier et marquer son appartenance au réseau. De nombreux acteurs participent à la conception : assistance à maîtrise d'ouvrage, architectes, concepteurs lumière, artistes, ...

La conception de la luminosité des espaces souterrains peut être abordée de différentes manières en fonction de la profondeur et de l'ambiance préconisée. Ainsi, une source de lumière zénithale ou des dispositifs fortement intégrés à l'architecture peuvent être conçus dans certains cas. Concevoir dans ces espaces appelle à l'innovation de la part des architectes. La question de la perception de ces éclairages par l'humain constitue une réelle problématique car ces dispositifs ne sauraient être simplement techniques, mais doivent être intégrés à l'architecture. Leurs différentes utilisations seront induites par les stratégies conceptuelles définies pour chaque gare par les concepteurs. La reproduction du monde extérieur, l'expérimentation de la naturalité ou la recherche d'une définition spécifique de l'ambiance souterraine sont autant de partis pris qui dénotent d'une utilisation particulière de la lumière et du rapport à la profondeur.

1.2. Problématique et hypothèses

En premier lieu, on se posera la question de la caractérisation de l'espace souterrain aujourd'hui et de ses ambiances.

L'espace souterrain étant marqué par l'absence de lumière naturelle, on se demandera quelles méthodes et solutions les architectes mettent en place dans des lieux privés de source de lumière naturelle. Les techniques seront étudiées pour comprendre comment donner l'illusion d'une lumière naturelle et quelle sensation spatiale il en résulte. Mais quelle est l'efficacité de tels dispositifs ? Comment l'architecte tire-t-il parti des singularités de ces espaces ? L'imperméabilité de l'interface et la distance à l'air libre en sont-elles des critères prédominants ?

Les diverses théories de conception de lumière dans les espaces souterrains, montrent que les réalisations varient en fonction du contexte urbain, social et temporel. De nombreux architectes se sont exprimés sur l'architecture souterraine et on peut alors se demander comment les concepteurs s'emparent des considérations établies sur les ambiances souterraines dans la réalisation de leurs projets. Leur posture semble intéressante à analyser afin d'imaginer quelle en sera la perception des usagers. Quels sentiments et sensations l'utilisateur ressent-il dans de tels lieux ?

Les réflexions menées par les divers acteurs du projet proposent une nouvelle manière d'appréhender l'espace souterrain. On interrogera alors ce nouveau regard qu'elles permettent de poser sur l'espace souterrain et comment les architectes déclinent les ambiances par l'utilisation de la lumière dans leurs projets. L'orientation, la transition et le temps semblent être des concepts prépondérants dans la définition de l'espace et on se demandera alors quel rôle la lumière et la matière jouent dans la détermination des ambiances. Comment les architectes travaillent-ils à la conception lumineuse dans ces lieux spécifiques et quelles techniques utilisent-ils pour créer une ambiance en accord avec leurs concepts et les préconisations établies ?

Ces divers questionnements nous conduisent à la problématique suivante : Comment la lumière contribue-t-elle à la conception des ambiances souterraines et à la création d'un nouveau rapport à la profondeur ?

1.3. Méthode

1.3.1. Démarche de recherche

Dans le cadre de cette étude, nous nous appuierons d'abord sur des documents généraux concernant l'architecture souterraine. Deux ouvrages seront principalement le support de cet état de l'art : *Ambiances sous la ville, une approche écologique des espaces publics souterrains*, de Grégoire Chelkoff et Jean-Paul Thibaut et *Le monde souterrain*, de Jean-Jacques Terrin.

Le premier livre constitue une recherche sur les ambiances souterraines. Les auteurs y expliquent leur démarche : analyse et relevé de l'espace puis visite commentée par les usagers et expression de leurs sensations. Les Halles de Paris, qui sont en grande partie souterraines et reliées au métro, en sont le terrain d'étude. Les auteurs s'emploient alors à caractériser les ambiances lumineuses et sonores, les références et le processus d'entrée. Cette étude nous permet d'établir une première approche des ambiances en environnement souterrain et de dégager des axes d'analyse possibles.

L'ouvrage de Jean-Jacques Terrin quant à lui présente l'histoire des espaces souterrains et l'imaginaire qui lui est associé. Des références artistiques et architecturales sont proposées, ce qui nous permet de poser les bases du contexte de création dans lequel les concepteurs de l'espace souterrain élaborent leurs projets. On pourra alors mieux comprendre les références faites par les architectes et faire des liens avec des espaces déjà construits. Enfin, la formation en ligne ouverte à tous par Dominique Perrault sur le *Groundscape* nous aidera à définir une grille d'analyse des ambiances et à élargir les connaissances sur l'architecture et l'environnement souterrains.

Concernant la définition des ambiances, et notamment en terme de lumière, nous aurons recours à l'article *L'Éternel été chez soi, Dispositifs contemporains d'artificialisation du rayonnement solaire et de la lumière naturelle*, de Céline Drozd, Ignacio Requena et Daniel Siret, ainsi qu'à différents mémoires et thèses sur le sujet. On pourra alors mettre en relation les innovations techniques et les ambiances lumineuses prévues. On verra les qualités de la lumière artificielle et de la lumière naturelle, ce qui nous aidera à appréhender l'utilisation de l'une et l'autre par les concepteurs.

Afin de contextualiser de manière plus précise notre terrain d'étude, on présentera quelques exemples de stations de métro et de gares souterraines en s'intéressant aux ambiances lumineuses, à l'imaginaire auxquelles elles se réfèrent ainsi qu'au processus d'entrée et de sortie.

Forts de ces connaissances, nous pourrons alors établir une démarche d'analyse dont la méthode est détaillée ci-après. A chaque étape, nous nous concentrerons particulièrement sur la question de la lumière et du rapport qu'elle permet d'entretenir avec la profondeur.

1.3.2. Démarche d'analyse

Afin de répondre aux questionnements précédemment établis, on prendra comme terrain d'étude les gares du Grand Paris Express. Les projets présentés sont récents : leurs études sont en cours et certains sont déjà en construction. Il est donc possible d'accéder à une documentation large, d'autant que les projets sont particulièrement médiatisés.

Pour l'analyse des gares du Grand Paris Express, nous nous appuyerons sur plusieurs médias. Une très large documentation en ligne permet d'avoir un bon aperçu des projets et de se rendre compte de leur diversité. La visite de l'exposition *Horizon 2030* par le Groupe 2030 à la Biennale d'architecture et du paysage de Versailles permettra de se confronter à l'ensemble des projets et de déterminer les projets présentant le plus d'intérêt à étudier dans le cadre de ce mémoire. En effet, au nombre de soixante-huit, il est nécessaire d'établir une sélection des projets et d'en choisir les plus caractéristiques pour cette étude.

Grâce à des revues spécialisées dans l'éclairage et à des interview disponibles en ligne des acteurs des projets (architectes, artistes, prescripteurs, concepteurs lumière, designers), nous pourrons analyser les démarches de projets, les concepts mis en œuvre et les rapports à la profondeur et à la lumière. Les pièces graphiques diffusées par les agences d'architecture et les nombreux articles concernant les projets seront analysés et comparés. Des entretiens seront réalisés avec des concepteurs afin d'établir précisément les techniques et principes dans leur projets.

Tout d'abord, on recueillera la parole de l'assistance à maîtrise d'ouvrage et on l'interrogera sur la charte d'architecture qu'elle a rédigée et à laquelle l'ensemble des projets doit se conformer. On questionnera alors l'agence Sensual City Studio sur les caractéristiques propres à un espace souterrain qui doivent être conservées et mises en valeur dans les projets. On verra aussi quelles peuvent être les contraintes d'un point de vue du ressenti pour l'utilisateur et des ambiances pour l'architecte. On essaiera de comprendre quelle doit être la limite entre le dessus et le dessous et si une certaine porosité est préconisée. Enfin, on s'interrogera sur le rôle de la lumière qui semble être le fil conducteur des préconisations de conception tant à l'échelle de la gare qu'à l'échelle du réseau. On verra quel est le lien entre lumière et parcours et comment la lumière se décline pour créer une expérience. Cet entretien nous permettra de

comprendre la place de la lumière et de la profondeur dans le concept de gare sensuelle développé par Sensual City Studio.

Ensuite, on s'intéressera au rôle des concepteurs et au discours qu'ils tiennent sur l'espace souterrain et le rapport à la lumière. On commencera par s'informer plus en détails sur les projets que nous étudions afin de pouvoir établir des questionnements plus précis pour les concepteurs. A partir d'entretiens semi-directifs, on développera les récits des architectes et on explicitera les techniques mises en œuvre. Le ressenti des usagers ainsi que l'interprétation de la charte d'architecture seront évoqués. On les questionnera particulièrement sur :

- leurs références à un imaginaire ou à des ambiances ;
- l'impact de la profondeur ;
- l'influence du contexte ;
- le traitement du seuil et le rapport à l'extérieur ;
- la perception de la temporalité ;
- la manière dont la lumière et la matière se déclinent en fonction de la profondeur ;
- le ressenti de la profondeur dans le parcours ;
- la mise en valeur et les ambiances permises par la lumière.

D'autres sujets pourront être évoqués en fonction des projets et des descriptions des projets précédemment lues à travers d'autres médias.

Nous déterminerons alors les rôles que jouent la profondeur, la lumière et la matière dans l'intégration au site, la création d'un parcours, le lien à l'extérieur et la notion de temps dans une architecture souterraine. L'ensemble des entretiens retranscrits est disponible en annexe du présent mémoire.

Enfin, nous analyserons les pièces graphiques des architectes pour compléter leurs descriptions.

L'étude s'établira donc en trois phases :

- l'étude de l'environnement de l'appel à projet pour comprendre comment le contexte peut inciter à l'innovation et donner des solutions techniques ou artistiques puis le choix des gares étudiées selon différentes caractéristiques ;
- l'entretien avec l'assistance à maîtrise d'ouvrage et des concepteurs pour comparer l'approche architecturale (solutions lumineuses, rapport au monde souterrain, adéquation de l'ambiance projetée) et l'étude des dispositifs d'ambiance ;
- l'analyse des projets à partir de la documentation graphique des concepteurs (schémas, plans, axonométries, images de synthèse).

Nous pourrons alors à partir de ces entretiens, et plus généralement

du discours des concepteurs, établir différents axes d'analyse nous permettant de comprendre comment la lumière contribue à la conception des ambiances souterraines et à la création d'un nouveau rapport à la profondeur. Afin d'analyser l'ambiance, on reprend la méthode dite de l' « ambiroscope » (Tahrani, 2002). Elle repose sur trois paramètres qui sont :

- l'environnement architectural et urbain ;
- les phénomènes physiques et les facteurs d'ambiance ;
- l'humain, en tant que récepteur et acteur.

L'ambioscope consiste en une superposition du solarscape, du soundscape, du thermalscape avec une prise en compte de la perception des données physico-sensibles. Nous réduirons cette méthode à l'analyse de la lumière en tant que phénomène d'ambiance.

Nous nous intéresserons d'abord pour cela au contexte de conception afin de voir comment celui-ci peut influencer sur les concepts d'ambiances développés et notamment l'ambiance lumineuse. Nous étudierons alors le contexte de travail, le contexte architectural et le contexte urbain.

On cherchera d'abord à comprendre quelles sont les positions que tiennent les acteurs du projet sur l'ambiance, la lumière et la profondeur. On verra comment le travail à différentes échelles peut concourir à la définition des ambiances¹. Après l'analyse des concepts d'ambiance développés dans les prescriptions faites par l'assistance à maîtrise d'ouvrage, on cherchera à comprendre comment elles impactent la conception des ambiances et en particulier la lumière. On s'intéressera aussi à la notion de profondeur. Nos sources seront ici les entretiens de l'assistance à maîtrise d'ouvrage et de cinq architectes réalisés dans le cadre du mémoire, complétés par les descriptions qu'ils font de leurs projets sur leur site internet et dans le cadre de l'exposition à la biennale d'architecture et du paysage de Versailles. On prendra aussi en compte les courts entretiens diffusés sur le site d'hébergement de vidéos Youtube par la Société du Grand Paris via la chaîne « L'architecture des gares du Grand Paris Express ». Nous analyserons aussi les avis des concepteurs lumière grâce aux interviews réalisés par Alexandre Arène et Isabelle Arnaud et présentés dans l'article « Paroles de concepteurs lumière » paru dans le n°20 (octobre 2017) de la revue Lumières. Enfin, nous étudierons les positions de certains artistes à partir de la conférence « Les Tandems artistes et architectes » qui a eu lieu le 4 juillet 2018 à la Maison de l'architecture d'Île-de-France. Cela sera complété par des articles en ligne.

On pourra alors définir dans quel contexte de travail les concepteurs ont pu définir les ambiances dans leurs projets. A la lecture de la parole des concepteurs, on remarque que les acteurs ne font pas forcément une référence

1. Tableau d'analyse en annexe [tab01]

directe aux prescriptions mais qu'ils peuvent en reprendre les concepts, de manière inconsciente ou parce que ce mode de conception est intégré dans l'ensemble de leurs projets.

On s'intéressera ensuite aux méthodes de travail et à la co-conception entre l'architecte et le concepteur lumière². L'intérêt consiste ici à comprendre comment sont conçues les ambiances lumineuses, et par qui. On verra quelle marge de manœuvre est laissée aux concepteurs lumière par les architectes et comment ce métier, relativement récent, peut apporter d'un point de vue technique et artistique au développement du projet et à la qualité des espaces. On étudiera pour cela la parole des architectes et des concepteurs lumière à partir des entretiens et des médias précédemment cités.

On abordera enfin les méthodes de travail et la co-conception entre l'architecte et l'artiste³. En effet, dans les gares présentant un projet avancé, un artiste a été choisi afin de faire des gares et lieu culturel. En fonction de leur sensibilité artistique, les artistes peuvent présenter des installations très en lien avec l'architecture et ainsi déployer le concept architectural à une autre échelle. Les artistes peuvent alors s'intéresser plus particulièrement à la lumière et à la profondeur pour les mettre en valeur. Les œuvres réalisées peuvent avoir un impact conséquent sur l'ambiance que ressentira l'utilisateur. On étudiera donc pour cela cinq gares qui expriment un regard particulier sur le rapport à l'extérieur, la profondeur et la lumière. Il s'agit des gares de Saint-Maur - Créteil, Villejuif - Institut Gustave Roussy, Aulnay, les Ardoines et le Vert de Maison. On s'appuiera principalement sur la conférence ayant eu lieu à la Maison de l'architecture d'Île-de-France le 4 juillet 2018 et à laquelle trois tandems (couple architecte-artiste) ont participé.

Ensuite, nous nous intéresserons à l'influence du contexte architectural souterrain contemporain et aux références prises par les concepteurs en terme d'ambiances⁴. On verra quelles sont les références d'ambiance prises dans l'espace souterrain, dans les théories de conception et dans l'architecture en général avec une attention particulière à la lumière et à la profondeur. On prendra comme source les entretiens réalisés avec l'assistance à maîtrise d'ouvrage et les architectes.

Enfin, on s'intéressera au contexte urbain dans lequel se développe certains projets⁵. On verra comment il peut impacter la définition d'un concept

2. Tableau d'analyse en annexe [tab02]

3. Tableau d'analyse en annexe [tab03]

4. Tableau d'analyse en annexe [tab04]

5. Tableau d'analyse en annexe [tab05]

et des ambiances associées. Les projets sont parfois conçus par la maîtrise d'ouvrage comme les axes moteurs de développement de nouveaux quartiers. Les architectes doivent alors dessiner leurs projets dans un environnement non encore défini. L'expression en surface peut alors s'avérer plus monumentale et comme le premier pas de l'urbanisme à définir. Une recherche de continuité à l'extérieur se fera certainement ressentir de manière plus présente. D'autres fois, l'espace urbain programmatique, géologique ou naturel autour du projet peut devenir la source d'inspiration des architectes. La recherche de l'expression du dessus dans l'espace souterrain dénote d'une volonté de faire lien avec la surface. Prendre comme axe de développement du projet la profondeur est une autre manière de s'inspirer du contexte qui favorise cette fois le rapport au souterrain. Ces deux démarches, parfois employées de façon conjointe à différents niveaux d'une même gare, seront à l'origine d'ambiances particulières. L'ambiance lumineuse peut par exemple découler de contraintes comme le contexte ou l'installation d'un projet connexe au-dessus de la gare, réduisant ainsi les possibilités d'ouverture. La profondeur des quais a aussi un impact, puisqu'il faudra faire descendre la lumière plus profondément. On s'appuiera sur le discours des architectes desquels nous possédons la plus riche base de données et dont les projets s'établissent dans des contextes urbains différents.

On comparera aussi les plans à l'échelle urbaine pour comprendre dans quel environnement les projets se développent et quels sont les éléments du contexte qui sont pris en référence.

Cette étude du contexte de conception nous aidera alors à définir son importance dans le développement du projet, la définition d'un axe conceptuel et les choix faits en termes d'ambiance. L'ambiance conçue découle en effet selon les architectes plus ou moins du contexte, soit à l'échelle urbaine, soit par rapport à la profondeur. La relation à la lumière sera alors pensée différemment. Ce qui nous interroge alors est la question des stratégies de conception des architectes.

Les architectes conçoivent des ambiances dans les gares à diverses profondeurs et en lien avec des espaces au caractère très différent tels que la surface ou le réseau de transport. Nous étudierons alors cette question du lien avec la surface et le rapport à l'extérieur, le lien à la sous-face et le rapport à la profondeur et un espace particulier qui est celui du quai, espace le plus profond et qui fait lien avec le réseau.

On s'intéresse donc d'abord au lien à la surface que l'on appellera l'interface. On verra quelles sont ses caractéristiques et sa porosité. On s'intéressera à son épaisseur et aux prises de lumière naturelle. Cela nous

permettra de déterminer si l'interface est conçue comme une limite, une frontière ou un seuil. L'expression en surface est déjà un indicateur de ce qui se développe en sous-face. Par exemple, une gare très vitrée montrera sûrement une plus forte connexion à l'environnement de surface, et cela impactera aussi l'ambiance lumineuse intérieure.

Le traitement de la limite est donc assez important puisque c'est l'interface entre deux ambiances. On regardera donc d'abord comment cette limite⁶ est qualifiée par les architectes et quel vocabulaire ils emploient pour en parler. On verra ensuite comment elle est conçue : son épaisseur, sa matérialité, ses ouvertures. On pourra alors déterminer la continuité ou non des ambiances extérieures et donc un rapport particulier à la lumière et la profondeur.

En complément du discours des architectes, on analysera les images de synthèses des niveaux hauts et de l'extérieur du bâtiment afin de mieux appréhender la porosité des ambiances et les caractéristiques de l'interface. L'analyse des effets solaires à partir d'images de synthèse se distingue d'une analyse à partir de photographies. Les images étudiées ici sont une représentation de la réalité. Elles permettent une caractérisation sensible mais pas une simulation convaincante s'il n'y a pas de mise en situation. On étudie un projet virtuel et non une architecture actuelle.

La porosité de l'interface impactera aussi l'environnement urbain⁷. On étudiera alors l'expression de l'émergence et son impact sur l'environnement urbain à travers différentes typologies définies par Dominique Perrault dans son cours sur le *Groundscape*. On verra si les architectes conçoivent leurs projets comme un signal urbain ou avec l'idée de la disparition. Les architectures peuvent être le support d'une nouvelle géographie et créer de nouveaux paysages. On verra comment, dès le parvis, il peut être possible de ressentir l'expérience de la profondeur à venir.

La singularité de l'expression en surface qualifiera l'ambiance intérieure, et en particulier celle du hall d'entrée⁸. On verra si les ambiances de l'extérieur sont perceptibles à l'intérieur du bâtiment, et par quel moyen. On déterminera alors si l'extérieur impacte les ambiances par des liens visuels sur l'espace urbain, par un apport de lumière extérieur ou d'autres ambiances spécifiques.

Ensuite, on cherchera à comprendre comment se développe l'espace souterrain. On étudiera les espaces se développant plus en profondeur pour déterminer leur rapport avec le dessus et le dessous et le rôle qu'y joue la lumière. On se demandera quel est le rapport à l'interface et comment l'espace

6. Tableau d'analyse en annexe [tab06]

7. Tableau d'analyse en annexe [tab07]

8. Tableau d'analyse en annexe [tab08]

du vide reliant le réseau à la surface est conçu⁹. On s'appuiera là encore sur les typologies proposées dans le cours sur le *Groundscape* et qui établit les différentes conditions qui permettent de concevoir en sous-sol à travers un classement répertoriant les typologies possibles. On verra si des éléments et des ambiances en rapport à l'espace souterrain sont introduits dans cet espace, notamment à partir de la matière et de la lumière. On s'intéressera aussi au vocabulaire employé pour décrire cet espace clé.

On étudiera ensuite la lumière en fonction de la profondeur, à travers des schémas comme celui réalisé ci-dessous ([fig.01]) par Dominique Perrault pour l'Université féminine d'Ewha. On pourra les comparer et montrer ainsi l'ouverture du bâtiment et son rapport à la lumière naturelle. Il pourrait être intéressant de réaliser avec la même méthode l'impact de la lumière du réseau sur le vide.



[fig.01] Schéma de la lumière naturelle à l'Université féminine d'Ewha © Dominique Perrault

Enfin, on portera notre attention sur la conception de l'espace du quai¹⁰. Ce lieu présente plusieurs intérêts dans le cadre de cette étude. D'une part, c'est l'espace le plus profond. C'est donc ici que l'on devrait trouver le plus de références à l'espace souterrain en termes d'ambiance. D'autre part, sa conception est très contrainte du fait de la technique et de la sécurité qu'il requiert. Enfin, c'est une porte d'entrée dans la gare et il faut donc créer un lien entre le réseau et la gare. L'ambiance générale du réseau est très prescrite, et le quai devra donc faire avec les deux ambiances en usant de justes proportions. On réfléchira à l'influence du réseau sur la conception de cet espace et on repérera les éléments qui sont repris sur les différents quais. On étudiera les images de synthèse du quai afin de déterminer qui conçoit vraiment cet espace et si l'ambiance y est finalement partout équivalente. On procédera pour la lumière par dichotomie avec d'un côté la lumière propre à la gare et de l'autre

9. Tableau d'analyse en annexe [tab09]

10. Tableau d'analyse en annexe [tab10]

celle du réseau.

On s'intéressera aussi ici au discours des concepteurs afin de déterminer le rapport d'ouverture du quai avec le reste de la gare, le rapport à la profondeur, la matérialité et l'ambiance lumineuse.

Toutes ces stratégies de développement d'ambiances par les concepteurs sera mise à l'épreuve de l'usager. C'est en fonction de sa perception et pour son expérience que les ambiances sont conçues. En fonction de la lumière (sa source, son intensité et sa couleur), l'usager ressentira différemment l'espace. De larges sources de lumière naturelle indiqueront par exemple une proximité de la surface tandis que de petites lumières accentuant la granulométrie et les effets de la matière accentueront l'impression d'être en souterrain. On étudiera alors plus précisément la perception de l'usager en fonction de son parcours, du rapport qu'il lui est permis d'entretenir avec le temps et des nouvelles expériences qui lui sont proposées. On prendra là encore appui sur les discours des concepteurs, mais aussi des artistes qui peuvent avoir par leurs installations un impact sur le rapport au temps, la manière de descendre ou encore l'imaginaire de l'espace.

La première chose à étudier est alors la séquence d'ambiances auquel l'usager va être confronté dans son parcours et avec lesquelles il pourra interagir¹¹. Selon les architectes, les gares et leur profondeur, les séquences seront plus ou moins marquées. On verra si une gradation de la lumière et de la matière est perceptible en fonction de la profondeur. Cela peut en effet être un bon marqueur pour l'usager de la distance qui le sépare de la surface ou du trajet qu'il lui reste à parcourir. La manière de descendre, qu'elle soit progressive ou directe ne permettra pas non plus d'appréhender la hauteur de la même manière. Cette mise en scène architecturale peut être accompagnée d'effets de lumière, comme des contrastes, ou au contraire une progression uniforme de l'ambiance lumineuse. Enfin, les architectes ne conçoivent pas les gares dans la même optique d'usage et de durée passée.

Ensuite, le rapport au temps¹² qu'entretient l'usager en souterrain est différent d'à la surface puisqu'il ne peut pas se référer au soleil pour percevoir l'heure et la météo, qui sont deux vecteurs fondateurs de l'ambiance à la surface de la Terre. Le souterrain est aussi marqué par la notion de temps à une autre échelle, celle des temps historiques. En effet, plus on descend dans les profondeurs, plus on est au contact des stratifications de la terre. La descente peut alors s'apparenter à un voyage dans le temps. Ainsi, on verra quelle perception du temps présent est possible en fonction de la profondeur et quels

11. Tableau d'analyse en annexe [tab11]

12. Tableau d'analyse en annexe [tab12]

dispositifs sont mis en place pour garder un lien informatif avec les repères en surface. La lumière, et notamment sa couleur, jouera un rôle important dans le maintien d'un rapport au temps. Les œuvres des artistes peuvent aussi insister sur la perception de l'heure ou de la météo et concourir à modifier l'ambiance.

Ensuite, on étudiera le rapport au temps historique et avec lui la mise en valeur de la stratification par la matière ou des motifs par les architectes. Cette référence peut être faite par rapport à l'histoire du lieu via la matérialité. Ici aussi, des œuvres d'art peuvent jouer sur la stratification ou le temps long pour apporter une nouvelle dimension temporelle à l'architecture.

Le travail sur le rapport au temps sera plus souvent réalisé dans des espaces fermés par rapport à la surface et ne bénéficiant que de peu de lumière naturelle. C'est finalement ici l'absence de lumière naturelle qui va contribuer à la création d'une nouvelle ambiance souterraine. On étudiera la notion de temps à travers la parole des architectes, des artistes, et les images des œuvres selon leur pertinence.

Pour finir, nous nous intéresserons aux nouvelles expériences qu'il est possible d'envisager dans l'espace souterrain¹³. Certains architectes considèrent en effet l'espace souterrain comme un lieu des possibles, où de nouvelles ambiances restent à inventer. Il est alors envisagé de faire percevoir des ambiances inédites à l'usager pour le sortir de l'uniformité du quotidien. Deux démarches semblent se distinguer : l'apport d'une nouvelle naturalité et celle d'un voyage au centre de la Terre. On verra dans ces deux cas le type de lumière utilisée pour mettre en valeur les concepts architecturaux. On s'appuiera sur le discours des architectes.

A travers cette méthode de travail, on pourra alors déterminer l'influence du contexte, les stratégies de conception et la perception de l'usager dans l'espace souterrain ainsi que l'importance du rôle de la lumière à chacune de ces étapes dans la création d'un nouveau rapport à la profondeur.

13 . Tableau d'analyse en annexe [tab13]

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

2. AMBIANCES SOUTERRAINES DANS LA CONCEPTION ARCHITECTURALE : UN CADRAGE CONCEPTUEL

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

2.1. L'espace souterrain

Sous la surface de la terre, des pleins et des creux forment l'espace souterrain. Celui-ci est sujet à l'imagination et à des représentations fictives du fait de sa méconnaissance. Plusieurs auteurs relatent leurs expériences sensibles ou étudient celles d'usagers dans cet espace. L'exploration progressive du monde souterrain a permis son appropriation par l'homme et la conception de lieux en son sein. L'aménagement du sous-sol est possible suivant diverses stratégies en fonction des programmes qu'il accueille.

2.1.1. À la conquête de nouveaux territoires

La découverte des espaces souterrains et leur appropriation est une pratique qui s'est installée depuis que les hommes cherchent à s'ancrer dans un territoire. La grotte tout d'abord, espace de choix pour s'abriter du monde extérieur, constitue le premier espace naturel dans lequel l'homme aménage son lieu de vie. L'appropriation du sous-sol s'est premièrement établie avec l'utilisation de cavités naturelles, ensuite des volumes ont été creusés avec l'exploitation de matériaux. Au XIX^e siècle, le sous-sol a été aménagé pour les infrastructures techniques et les réseaux. Au XX^e siècle, l'espace souterrain était dédié à l'automobile avec notamment de nombreux parkings. On note aujourd'hui une diversification des usages rendue possible par les avancées techniques et l'intérêt des architectes pour l'espace souterrain.

C'est tout d'abord la maîtrise du feu, puis de la lumière artificielle qui ont permis la découverte de l'espace souterrain. Les premières sources d'éclairage préhistorique, les graisses animales et les huiles végétales, ont rendu possible l'appropriation des souterrains par l'homme il y a 30 000 ans. Les torches et les flambeaux, puis les premières lampes en pierre de calcaire concaves naturelles ou taillées ont contribué à l'occupation des premières grottes et avec elle au développement des premières formes d'art en espace souterrain : les peintures rupestres paléolithiques. Les « profondeurs enténébrées » (Thuan, 2008) se révèlent alors accessibles pour de nouveaux usages et répondre aux préoccupations et problématiques des hommes à l'époque (protection contre les menaces extérieures).

Les expéditions spéléologiques sont relativement récentes puisque les premières remontent au XVIII^e siècle. Ce sont plusieurs découvertes par hasard de gouffres souterrains qui ont amenées les scientifiques à s'y intéresser. L'invention de la spéléologie moderne date de la fin du XIX^e siècle avec des explorations régulières menées par des scientifiques. En parallèle, des recherches scientifiques ont permis de découvrir la composition du sous-sol et ses ressources minéralogiques. Celles-ci ont pu être utilisées au bénéfice de progrès techniques qui ont bouleversés la société avec le charbon d'abord puis le pétrole et l'uranium.

Dans son ouvrage *Technique et civilisation*, Lewis Mumford explique que les espaces souterrains tels que les carrières et les mines sont occupés par l'Homme depuis le début des temps historiques. Il décrit d'abord la mine comme un environnement suscitant la peur et faisant perdre les repères temporels « le jour a été aboli et le rythme de la nature brisé » (Mumford, 1950). De plus les distractions et la rêverie sont devenues impossibles par le manque de vue et de jeux de lumière. Il explique par ailleurs que les conditions de travail dans les mines (et donc aussi l'environnement lumineux) n'ont pas été améliorées

jusqu'aux temps modernes car ces travaux étaient réservés aux prisonniers de guerre, aux criminels et aux esclaves. Obscur, incolore et informe, tel est décrit l'environnement souterrain par Mumford jusqu'à l'époque éotechnique, débutant avec la conquête de l'électricité. C'est à ce moment-là que « Le monde obscur, aveugle, de la machine, le monde du mineur commençait à disparaître » (Mumford, 1950). La ré-émergence du soleil et de la lumière rend alors évident « la nature antivivante du milieu paléotechnique » (Mumford, 1950). L'introduction de la lumière dans l'espace souterrain, grâce à l'électricité, a donc permis une modification des ambiances et un changement profond dans l'appréciation de ces espaces.

Dans une temporalité plus contemporaine, au cours des années 30, Edouard Utujian, membre et fondateur du GECUS (groupe d'études et de coordination de l'urbanisme souterrain) souhaite de nouveau investir l'espace souterrain. Son travail porte sur les espaces souterrains pour le stockage, les transports et tous les espaces urbains en général, excepté l'habitat. C'est pour lui la solution à l'encombrement de la ville. Les seuls inconvénients sont d'après lui la création d'une interface et le sentiment d'angoisse. Ces deux problématiques peuvent aujourd'hui être résolues grâce aux avancées techniques. Le sentiment d'angoisse peut en effet être atténué en prenant mieux en compte les conditions d'éclairage et l'ambiance lumineuse.

En 1972 est fondée l'AFTES (Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain), une association qui promeut l'aménagement du sous-sol et travaille à accroître son intérêt. A Lausanne en Suisse, un laboratoire de recherche, le SUB, s'intéresse plus particulièrement à l'architecture souterraine afin d'établir ce « territoire sous-exploité comme nouveau lieu des possibles » (Perrault, 2019).

2.1.2. Imaginaire, symbolique et représentation

Les premiers modèles de la composition interne de la Terre la décrivent comme emplie d'eau, tel un immense réservoir. Les souterrains étaient alors censés recueillir toutes les eaux des fleuves et de la mer et la filtrer avant de l'acheminer vers des sources. D'autres théories comme celle avancée par Sénèque expliquaient que la Terre reposerait sur l'eau. Un autre modèle était basé sur la croyance d'un feu intérieur qui expliquait les phénomènes telluriques visibles en surface. Cette représentation a perduré depuis l'Antiquité jusqu'à la fin du Moyen-Age. Le feu intérieur était alors associé aux enfers dans la religion chrétienne. Longtemps, scientifiques et romanciers ont cru et relayé l'idée que la Terre serait creuse. C'est l'écrivain Ludvig von Holberg qui en fit le premier en 1741 une description à partir de l'hypothèse émise par un astronome anglais. Sa représentation en est pour le moins étrange : celle d'une immense

cavité dans laquelle circuleraient les planètes, la lumière du soleil se diffusant à travers les océans. Cette théorie a ensuite été popularisée par Jules Verne et Edgar Allan Poe entre autres (Terrin, 2008). Les failles à la surface de la Terre sont aussi sujet à développer tout un imaginaire et sont souvent représentées comme les portes d'entrée vers le monde souterrain.

L'imaginaire autour des espaces souterrains s'est intensifiée au XIX^e siècle avec la modernisation mais de nombreux récits mythologiques l'ont d'abord développé. Ces espaces sont largement représentés dans la littérature car ils permettent aux auteurs de développer un imaginaire particulièrement empreint de mystère. On retrouve donc une référence aux espaces souterrains dans la mythologie, les romans d'aventure, la littérature fantastique et les romans noirs.

Dans la mythologie, l'espace souterrain est souvent le siège de nombreux récits. C'est d'abord le lieu des enfers de la mythologie gréco-latine, appelé le Tartare.

Les héros mythologiques sont parfois amenés à affronter des personnages dans des espaces souterrains. Ces épreuves sont considérées comme les plus difficiles. Ainsi, le douzième et dernier des travaux d'Hercule consiste à ramener le chien à trois tête, Cerbère, des enfers souterrains. Ulysse, dans l'*Odyssée* d'Homère est quant-à lui amené à entrer dans la caverne du cyclope Polyphème pour venger ses compagnons de voyage.

Dans les légendes populaires, les cavernes sont peuplées de gnomes, d'esprits et de dragons. Les cavernes, les cratères, les lacs et les failles définissent l'accès au enfers dans les religions antiques et judéo-chrétiennes.

Le monde souterrain de la mine est décrit de façon méliorative par Jules Verne dans son roman *Les Indes noires*. Il revêt des caractéristiques intéressantes d'un point de vue thermique et acoustique : « Ce milieu parfaitement sain, d'ailleurs, soumis à une température toujours moyenne [...] ne connaissait ni les chaleurs d'été, ni les froids de l'hiver », « dans la vieille fosse, il y avait des coins sonores, des échos joyeux qui vous renvoyaient gaillardement vos chansons, tandis que là-haut !... » (Verne, 1877).

Au contraire, dans son roman naturaliste *Germinal*, Émile Zola décrit le monde minier de manière sombre. Le monde minier offre en effet des conditions de travail compliquées dans lequel l'environnement sonore et la qualité de l'air sont déplorable. Ces ambiances désagréables, que l'on ne retrouve pas dans l'architecture souterraine contribuent cependant à ternir son image.

La littérature est aussi l'occasion de décrire et d'inventer de nouveaux modes d'habiter souterrains. Dans son roman d'aventure *Robinson Crusoé*, Daniel Defoe imagine un abri souterrain qui tire parti de la matière excavée pour se prolonger en surface. De même, Cyrano de Bergerac avait avant lui imaginé des architectures conciliant une architecture du dessus et du dessous.

Dans *l'Histoire comique des états et empires de la lune*, il figure des maisons qui, manœuvrées par de grandes vis, peuvent à loisir s'enfoncer sous terre en fonction des conditions climatiques et météorologiques (Terrin, 2008). Certes fictives, ces descriptions d'architectures souterraines dès le XVII^e et le XVIII^e siècle ont pu inspirer les concepteurs des siècles suivants et jusqu'à nos jours.

Le monde souterrain est aussi décrit en musique. Dans le *Poinçonneur des Lilas* de Serge Gainsbourg, la station de métro est vue comme un emprisonnement, en opposition avec les pays où le soleil brille, au point de susciter une envie de suicide :

« Et dans ce ciel de faïence,

Je ne vois briller que les correspondances » (Gainsbourg).

Cette chanson rencontre un franc succès auprès d'un large public qui partageait cette représentation hostile des souterrains métropolitains.

L'espace souterrain a aussi été souvent photographié car il permet un travail intéressant sur la lumière et les contrastes. Le photographe Nadar fut le premier à l'Exposition Universelle de 1867 à présenter des clichés de l'homme dans les souterrains. Il met ainsi l'homme à l'épreuve d'une échelle architecturale inhabituelle en créant une nouvelle esthétique de sensibilité. Son travail a contribué à faire des souterrains une destination touristique.

Le souterrain, par sa composition en couches sédimentaires représente les temps passés. Historiquement, le souterrain était un espace symbolique, avec par exemple les tombes royales mésopotamiennes. Le sous-sol urbain composé de vestiges des siècles passés peut avoir une épaisseur de dix à douze mètres de profondeur. Les souterrains recèlent ainsi d'une mémoire urbaine qui apparaît aux yeux de tous lorsque l'on vient les creuser. S'enfoncer dans la terre, peut alors être perçu comme un voyage dans le temps.

D'autre part, l'espace souterrain peut aussi être décrit comme un révélateur de la ville sensible. Luka Novak estime que le souterrain serait une traduction de la ville en surface, il permettrait de mieux la comprendre. Il écrit alors : « Le métro est d'abord un phénomène psychologique [...] Autrement dit, le métro peut être un paradigme du langage, l'ébauche d'un structuralisme où chaque station en tant que signifiant caractérise le signifié dans le monde réel au-dessus de lui, tandis que les stations sont reliées entre elles dans un réseau élaboré qui représente la structure d'un système grammatical complexe. » (Novak, 2017). Le métro constituerait alors le langage de la ville en faisant transparaître inconsciemment quelque chose en plus de la réalité. En plus des représentations que l'on vient de voir, l'espace souterrain représenterait donc lui aussi le monde en surface.

D'après Freud, la ville serait, comme l'esprit, un palimpseste (Dobraszyk, 2016). Elle est constituée d'une série de couches qui sont absorbées au fur et à mesure et qui forment le support d'une nouvelle phase de développement. Les couches, lorsqu'elles sont excavées, révèlent le développement chronologique.

La limite entre le dessus et le dessous peut avoir une symbolique particulière en fonction de la forme qu'elle prend. D'un point de vue de la sémantique la notion de limite signifie à la fois « ce qui détermine un domaine » et « ce qui ne peut ou ne doit être dépassé » (CNRTL). Dans un sens la limite est perçue comme une enveloppe protectrice et dans l'autre comme un obstacle à la liberté. Cela induit une perception différente de la transition chez les usagers. Au-delà d'une limite, on peut parler de la notion de seuil, plus en lien avec l'idée de traversée et de transition. Le franchissement d'un seuil est en architecture souvent objet de théâtralisation.

Souvent pour des ouvrages d'une certaine profondeur, la volumétrie en puits circulaire est préconisée. Seulement, la figure géométrique du cercle représente symboliquement l'idée d'enfermement, ce qui peut accroître chez l'utilisateur une sensation de malaise.

2.1.3. Expérience sensible

Le temps et le climat prennent dans l'espace souterrain une nouvelle dimension. Loin de la surface, et souvent sans contact avec le monde extérieur, l'utilisateur perd les repères qui le guident habituellement dans l'espace urbain. Le rythme vécu en surface n'est plus perceptible et le cycle circadien, qui caractérise l'impact de la lumière du jour sur le système hormonal et l'horloge interne de l'homme, est perturbé.

L'expérience des espaces souterrains par les usagers permet l'expression de leur ressenti. Plusieurs études ont été réalisées pour les mettre en valeur, comprendre les sensations qu'ils éprouvent et ainsi améliorer la conception des ambiances de ces espaces. Une étude réalisée par Grégoire Chelkoff et Jean-Paul Thibaud, intitulée *Ambiances sous la ville, une approche écologique des espaces publics souterrains* permet d'appréhender l'espace souterrain de manière sensible. Les auteurs se sont appliqués à recueillir des témoignages et des récits de différents usagers pour comprendre la perception des lieux, dans les souterrains du Louvre et aux Halles de Paris. L'ambiance des lieux est analysée de façon globale mais une grande partie traite de la question de la lumière. Ils ont alors montré que la spécificité de la lumière peut atténuer ou aiguïser la sensation souterraine en fonction des personnes, et qu'une forte luminosité atténuera globalement l'impression de se trouver dans un sous-sol. Ils insistent par ailleurs sur l'importance de la matérialité et de la couleur qui participe à la perception lumineuse globale. Ainsi, l'unité de matériau donne une ambiance de « bain lumineux homogène » (Chelkoff, Thibaud, 1997). Cette étude, montre qu'il est aussi important de s'intéresser, en plus des dispositifs lumineux, à la matérialité et à la spatialité des souterrains pour considérer l'ambiance globale des projets. De plus, ce « bain » de lumière est associé à une absence de directionnalité de la lumière, et donc à une disparition de l'ombre.

D'après Jean-Jacques Terrin, les espaces souterrains ne sont pas bien ressentis par les usagers du fait de « la lumière artificielle, la sonorité réverbérée, l'air confiné, la température constante, [...] l'impression de labyrinthe et de parcours sans cesse interrompu, la présence visible de système de sécurité et de contrôle » (Terrin, 2008). Les désagréments et le sentiment de malaise dans l'espace souterrain semble être particulièrement lié aux ambiances qui le composent. L'architecture souterraine doit se consacrer plus largement à la question des ambiances afin d'en faire une expérience sensible agréable.

La perte de temporalité est une caractéristique propre au souterrain qui n'est pour l'instant pas résolue. Les chercheurs se sont intéressés à deux moments particuliers du séjour passé en souterrain qui sont l'entrée et la sortie, en distinguant les effets des modes transitoires : projeté, différé et différé réversible. Ces modes d'entrée sont fonction des spatialité et du rapport à la lumière : continuité de l'éclairage, atténuation lumineuse et atténuation lumineuse avec retour à la lumière naturelle. Le mode de transition a une influence dans la perception première de l'espace et peut susciter divers sentiments (entrée dans un trou noir, espace sans finitude, ...).

Les espaces souterrains sont généralement perçus négativement par les usagers. Le sentiment d'enfermement peut vite devenir oppressant et angoissant. Il évoque la perte des sens tel que l'impossibilité de voir, d'entendre ou de parler. Certains auteurs comme Roland Barthes estiment au contraire qu'il y a « jouissance à l'enfermement » (Terrin, 2008), en faisant référence à la caractéristique protectrice du souterrain.

La distance à la surface modifie la perception des marqueurs de temporalité. On se concentre davantage sur les sons, l'ouverture des commerces ou le taux de fréquentation pour se repérer lorsque la lumière naturelle manque. D'après Palisse, cinq points seraient à l'origine de la peur suscitée par l'espace souterrain (Palisse, 2017). D'abord la profondeur suscite de l'angoisse du fait de la distance à la surface de la terre, comme le vertige pourrait procurer dans un espace en hauteur. La clôture ensuite est une caractéristique que l'on retrouve dans de nombreux espaces souterrains ; les accès à la surface comme les ouvertures sont en effet réduits. Cette barrière vers l'extérieur est aussi à l'origine d'une perte de nos repères habituels à laquelle on ajoute le repérage en trois dimensions quand il n'est qu'en deux dimensions dans l'espace urbain. Enfin le fait d'être dans un espace en creux mais aussi dans un espace sous la ville et sur lequel s'établit un dessus peut susciter de la claustrophobie chez certaines personnes.

D'autre part, les espaces souterrains sont particulièrement prisés des marginaux car ils sont pour eux un abri efficace contre les intempéries et les aléas climatiques. Cela en fait des lieux peu sûrs et où la misère règne. De grands espaces souterrains abandonnés ont par exemple été investis à New York. Ces lieux sous la ville dans laquelle se développe une misère que l'on

rejette et que l'on ne veut pas voir ne concourent pas à la diffusion d'une image positive des espaces souterrains.

L'écrivain Luka Novak livre quant à lui une description sensible de l'espace du métro. Il évoque ses souvenirs personnels d'enfance dans son livre *Le Métro, inconscient urbain*. Il fait le récit de son expérience et des ambiances qu'il a perçues dans le métro parisien des années 70. C'est pour lui un lieu fantasmagorique. Il raconte les trajets qu'ils faisait plusieurs fois à la recherche de tunnels « secrets » (Novak, 2017) et de fentes dans le réseau. Le long de la ligne 7bis par exemple, il trouve une fente qui permet de voir vers un autre tunnel. Pour la révéler, il faut cependant qu'un autre métro passe en même temps dans l'autre tunnel afin que la lumière y pénètre. Ces failles dont il est à la recherche semblent être pour lui une prolongation de l'espace, un aperçu possible d'un monde souterrain inexploré, comme si un monde sous la terre s'offrait à lui l'espace d'un instant « dans les profondeurs », « dans son ventre » (Novak, 2017). Le réseau de transport est donc pour lui un voyage vers l'espace imaginaire qu'il se crée et une réelle expérience empreinte de découvertes.

Il n'appréhende pas du tout le souterrain de la même manière que la plupart des gens. L'odeur par exemple, est un sens auquel on fait souvent peu attention mais qui dans le métro est décrite comme puante et particulièrement désagréable par les usagers. Pour Luka Novak, cette odeur entre le caoutchouc et la vieille terre brûlée, est « attrayante et grisante » (Novak, 2017), c'est même cette sensation qui donne toute son ambiance au souterrain : « ensuite il y avait l'odeur, véritable paradis artificiel » (Novak, 2017).

Paul Dobraszyk exprime lui aussi une certaine poésie de la descente et regrette l'utilisation des termes « the oppressed », « the forced-out » et « the resistant » souvent utilisés pour le représenter. C'est pour lui un lieu où l'imagination permet de faire des connections et qui facilite la compréhension de l'urbanité, de sa mobilité et de ses réseaux. L'axe vertical est en effet prépondérant dans le développement de l'homme. L'opposition du haut et du bas est assimilée bien avant la distinction gauche droite chez l'enfant (Dobraszyk, 2016).

Les sensations visuelles et olfactives que présente l'espace souterrain du métro sont donc pour l'auteur descriptives d'une expérience sensible particulière et unique. Ce récit est cependant original et peu de personnes estiment que ces sensations sont qualitatives et y sont sensibles.

2.1.4. L'architecture souterraine

Les premières traces d'architecture souterraine connues à ce jour datent de l'époque néolithique. Forts de leurs expériences temporaires d'occupation

d'abris sous roche, les peuples sédentarisés ont construit les premières habitations troglodytes. La conception et la construction de ces nouveaux habitats ont permis aux populations d'acquérir des savoirs-faire techniques et intellectuels. L'avantage de ces abris par rapport à une architecture de surface est une meilleure protection contre les intempéries et les agressions externes. Les deux modèles architecturaux qui se développent à l'époque préhistorique sont distincts, et il ne semble pas y avoir de construction mêlant « l'envol vers la lumière » et « le repli dans la terre » (Terrin, 2008).

L'architecture troglodyte s'est alors développée dans certaines régions particulièrement aptes à l'accueillir d'un point de vue géologique. On en retrouve dans la plupart des régions du monde et présente diverses architectures en lien avec le contexte géologique, climatique et culturel des populations. Dans le désert du Colorado par exemple, des villages troglodytes datant du VI^e siècle ont été retrouvés, creusés dans les hauts plateaux calcaires. Les indiens Pueblos ont prolongé le travail de creusement commencé par l'érosion pour habiter la roche et concevoir des espaces liés à l'extérieur par des ouvertures latérales ou zénithales. L'architecture troglodyte est particulièrement liée au paysage et à son environnement et l'intégration au contexte y est de fait plus présente (Terrin, 2008). A l'époque romaine, des souterrains ont été aménagés pour les réseaux d'égout et le système de chauffage. Ils n'avaient pas seulement un aspect utilitaire mais étaient aussi utilisés comme espaces rituels. Les villes souterraines de Cappadoce érigées il y a 1500 ans ont des qualités d'ambiances qui attirent l'attention des architectes et des ingénieurs pour la résolution de problématiques actuelles. Au Moyen-Age, la plupart des forteresses bénéficiaient d'espaces souterrains servant au stockage mais dans certaines régions sensibles aux invasions, les espaces souterrains pouvaient se prolonger en galeries et tunnels afin de mettre en sécurité l'ensemble de la population en danger. Ces espaces sous la ville constituaient en réalité une seconde ville souterraine. Ils étaient organisés et équipés de puits pour une bonne circulation de l'air.

La plupart des architectes semblent aujourd'hui s'accorder sur l'accueil de tous types de programmes en souterrain, excepté pour le logement. Les espaces souterrains sont encore largement utilisés comme refuge ou comme espace sécurisé. Sont donc prises en compte les qualités intrinsèques de l'espace comme l'inertie et la matérialité. A Coober Pedy en Australie, des maisons enterrées ont pris place dans d'anciennes mines, développant ainsi toute une ville sous la terre. En Suisse, la construction d'abris anti-atomiques enterrés est fréquente et même obligatoire pour l'habitat. Les espaces souterrains ne sont donc aujourd'hui pas seulement utilisés à des fins logistiques ou de transport mais peuvent servir d'habitat, temporaire ou non. Des stockages requérant une extrême sécurité sont très souvent mis sous terre comme les réserves de graines ou les déchets nucléaires. Aujourd'hui, bien que les programmes dans

l'espace souterrain soient variés (parc de stationnement, galeries commerçantes, installations militaires, laboratoires, entrepôts, ...), ils sont surtout dédiés au stockage et à la technique. En fonction du programme d'espaces non conçus pour la présence de l'homme, la question de l'ambiance peut ne pas être prise en compte.

Une des qualités de l'architecture souterraine est qu'elle permet une préservation du patrimoine urbain. Sous la surface de la terre, les espaces essentiels à la ville contemporaine peuvent trouver une place sans venir brouiller la lecture de sites patrimoniaux. Les architectes ont alors souvent recours aux espaces souterrains quand ils s'agit d'agrandir la superficie de bâtiments classés et notamment pour la transformation de monuments en lieux ouverts aux visiteurs afin de ne pas encombrer le bâti d'espaces techniques.

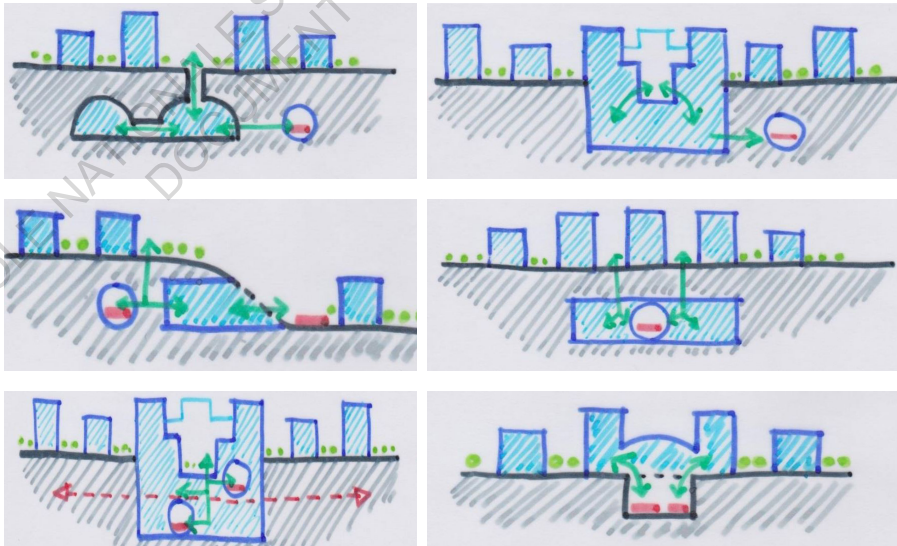
L'architecture souterraine, grâce aux qualités de la terre dont elle est entourée, permet des économies énergétiques dues à l'inertie. Les architectes concevant des habitats bioclimatiques se sont alors particulièrement intéressés à l'intégration des constructions dans la terre. En effet, l'architecture bioclimatique vise à s'inspirer de son environnement immédiat pour des modes de vie plus écologiques. Ces habitats, à l'instar de la maison organique conçue par l'architecte mexicain Javier Semosiain Aguilar, sont recouvertes de terre et bénéficient d'ouvertures relatives aux usages des différentes espaces (Terrin, 2008). Bien que ces habitats permettent une réduction des consommations énergétiques, il n'en est pas de même pour leur construction.

La dimension constructive de l'architecture souterraine est importante à prendre en compte dans l'analyse des espaces puisqu'elle diffère des techniques employées en surface. La construction d'édifices sous terre peut s'avérer plus complexe et plus technique. Tous les sols ne sont pas aptes à recevoir des espaces creusés et les caractéristiques de la roche doivent être prises en compte. L'extraction des roches dures sera très difficile, mais des roches au contraire très tendres poseront des problèmes de stabilité (Terrin, 2008). Les possibilités de l'architecture souterraine sont restreintes par le contexte géologique. L'humidité peut s'avérer être une difficulté supplémentaire du fait des remontées capillaires et des nappes phréatiques. Les accès et les entrées de lumière naturelle, tant au moment du chantier qu'à l'usage régulier sont souvent restreints et normés d'un point de vue sécuritaire. A tous ces égards l'aménagement des espaces souterrains se révèle complexe et nécessite un savoir-faire pointu. La structure de l'architecture souterraine a cependant de nombreux avantages notamment d'un point de vue sismique. Les dégâts suite à un séisme sont beaucoup moins importants en sous-sol qu'en surface. L'architecture souterraine est donc un bon moyen pour réduire l'impact sismique.

Il existe aujourd'hui différents processus d'aménagement du sous-sol qui sont choisis en fonction du contexte géologique et urbain. Jean-Pierre Palisse les présente dans le rapport d'étape du projet de recherche Ville10D - Ville d'idées (Palisse, 2017). On nombre de six, ces processus consistent à créer des espaces souterrains et à qualifier leur lien à la ville. Tous ont déjà été mis en œuvre dans des projets urbains contemporains. L'aménagement du sous-sol peut donc s'établir selon ces six processus :

- en tranchées couvertes d'une dalle support d'aménagements urbains ;
- en exploitant une typologie de coteaux et la topographie du site ;
- en aménageant des cavités préexistantes anthropiques tels que des anciennes carrières ou des tunnels ou naturelles ;
- en étendant un réseau urbain existant et en créant des connexions vers des souterrains existants ;
- en profitant des accès aux gares souterraines pour développer des services associés ;
- en combinant les deux précédents processus afin de créer un pôle d'échange qui soit aussi une centralité.

On peut voir à travers ces schémas que la manière d'aménager le sous-sol est fortement liée au contact que l'espace souterrain aura avec l'extérieur. Pour garantir l'intégration à la ville, l'espace souterrain doit être aménagé en continuité avec l'espace urbain. Selon Palisse, cette continuité est possible en prenant en compte plusieurs paramètres. L'espace souterrain doit être lisible et compréhensible pour prévenir la claustrophobie, les volumes doivent être généreux pour éviter les sensations d'écrasement et d'enfermement et enfin la lumière et l'air doivent pouvoir pénétrer le plus profondément possible (Palisse,



[fig.02] Les processus d'aménagement du sous-sol © Jean-Pierre Palisse

2017).

Pour Monique Labbé, « La première richesse du sous-sol réside dans sa capacité à relier des éléments séparés, à créer des connexions, des continuités » (Labbé, 2014). L'invisibilité et l'opacité du souterrain est à la fois ce qui font sa force et sa faiblesse. Selon elle, la notion de sol naturel doit être reconsidérée pour choisir un niveau d'implantation et jusqu'où descend la lumière. Les espaces souterrains doivent être conquis par la vie urbaine et ne plus souffrir de l'image de service qui lui est associée, aujourd'hui « obsolète ».

Selon elle, le sous-sol doit être considéré dans sa globalité et à grande échelle « l'espace souterrain est une affaire d'urbanisme » (Labbé, 2014) pour tirer pleinement parti des possibilités de connexion des espaces.

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

2.2. Lumière et matière

La lumière un rôle particulier dans la perception du temps qui passe, dans la hiérarchisation de l'espace et dans l'orientation du parcours de l'utilisateur. Elle incarne un dispositif prépondérant à étudier dans la conception de l'espace souterrain. Elle fait aussi bien appel à la sensation visuelle qu'à la perception physique et spatiale. L'étude d'un espace par le prisme de la lumière permet d'en avoir une lecture globale, bien que l'ambiance générale d'un lieu ne puisse s'y réduire.

2.2.1. Décrire la lumière

En physique, la lumière correspond au domaine visible des ondes électromagnétiques, soit une longueur d'onde comprise entre 380 et 700 nm. La lumière se caractérise aussi par son intensité, sa couleur et sa directionnalité. Pour la lumière naturelle, l'intensité varie de 10 à 100000 lux et la couleur de 3000 à 30000 K. La lumière se décrit parfois par contraste de luminance et par rapport à l'ombre qu'elle produit. La composante temporelle permet aussi de la décrire. Par exemple, une lumière du soir ne renvoie pas à la même image qu'une lumière du matin.

La lumière peut être décrite comme le contraire de l'ombre. C'est comme cela que l'astrophysicien Trinh Xuan Thuan la définit, comme ce qui met fin à la nuit et à l'obscurité « regorgeant de vagues menaces, frayeurs ancestrales qui datent des temps immémoriaux » (Thuan, 2008). La lumière permet de percevoir et de comprendre le monde de façon plus claire et limpide.

La composante sensible de la lumière est plus compliquée à décrire, comme l'affirme Bernard Paule. Il est pour lui parfois nécessaire de faire des analogies à la musique pour proposer plus de vocabulaire.

Claudia Enrech, dans le cadre de sa thèse, a cherché à comprendre le ressenti d'ambiance provoqué par la mise en place d'un dispositif lumineux auprès d'une population. Pour caractériser ce ressenti, elle a utilisé plusieurs méthodes afin de que les personnes interrogées puissent mieux le retranscrire. Par les parcours commentés, les personnes décrivent leur ressenti et leurs perceptions de manière directe. Cela diffère d'un questionnaire écrit qui permet une réflexion plus longue sur le choix des mots appropriés. Le but de cette méthode est d'approcher au plus près la perception des ambiances. Un entretien avec support d'image a ensuite eu lieu afin d'exprimer les préférences d'ambiance de façon juste. Les personnes devaient mettre des mots sur les images représentant différentes ambiances lumineuses et expliquer en quoi elles leurs plaisaient. Ces méthodes permettent de décrire les ambiances à partir du ressenti de plusieurs personnes.

La lumière naturelle est un élément vital pour l'Homme et son environnement. Elle a un effet déterminant sur les fonctions biologiques, hormonales et physiologiques et permet notamment la production de mélatonine. La non-variation de lumière affecte la température du corps, la production d'hormones et les mécanismes cellulaires.

La lumière naturelle permet d'établir un rapport au temps, d'accomplir des tâches et de rester en communication avec l'extérieur (Attaoua, 2016). Les technologies de la lumière ont révolutionné nos modes de vie et nos usages de l'espace.

2.2.2. Effets et perception

La lumière a dans toutes les cultures une signification particulière. D'après Zorica Matic, la lumière serait un « langage universel » (Matic, 2018). A la fois source de vie, de beauté et d'étonnement, elle transcende tout particularisme culturel. La lumière révèle tout un monde autour d'elle et elle est le symbole de la vérité et du savoir. Dans l'allégorie de la caverne de Platon par exemple, la révélation est faite par une source de lumière que seuls ceux qui en ont la perception arrivent à concevoir. La lumière permet de voir différemment le monde et d'en établir une nouvelle perception. Beaucoup d'artistes ont travaillé autour de la question de la lumière et de sa symbolique afin de magnifier le contexte et d'en révéler des paramètres invisibles. La lumière, au-delà des émotions qu'elle suscite permet alors de faire percevoir tout un environnement.

La lumière joue ainsi un rôle important dans notre perception de l'espace et notre orientation : « La lumière nous oriente dans les espaces, elle crée des zones éclairées et des zones d'ombres, qui ont un rôle de révéler ou de cacher les objets. » (Tahrani, 2002) Elle permet de créer des repères visuels et physico-sensibles perceptibles grâce à l'intensité, le niveau d'éclairement, la réflexion, la luminance et la température.

Dans l'espace urbain, les zones d'ombre au sol provoquées par le bâti urbain partitionnent l'espace. De plus, les effets solaires varient en fonction de la matérialité. Dominique Follut et Dominique Groleau ont défini différents types d'effets solaires répartis en quatre catégories qui ont des conséquences sur la perception de l'espace (Follut, Groleau, 1999) :

- les effets *guides* qui ont pour but d'orienter l'usager dans l'espace urbain et de faciliter sa perception, soient les effets de faille, d'ouverture et de fermeture ;
- les effets *structurants* qui structurent l'espace urbain sensible par des effets de transition tels que la coupure, le rythme et le seuil ;
- les effets *pointeurs* qui sont là des jeux sur la lumière et l'ombre avec par exemple des effets d'amplification, de matière et d'empreinte ;
- les effets *mixeurs* qui viennent perturber la compréhension de l'espace par l'estompage, le bruit ou les silhouettes.

Ces effets que l'on retrouve essentiellement dans l'espace urbain peuvent aussi avoir un sens à l'échelle architecturale. Ils marquent les séquences urbaines et peuvent donc aussi avoir un impact dans le parcours architectural d'un bâtiment.

La matérialité a un impact sur la perception de l'ambiance lumineuse car c'est par elle que d'autres effets vont être produits : atténuiement, éblouissement, reflets, brillance, matité, ... Dans le domaine de la perception, la lumière et la matière semblent être ontologiquement liés. D'après Eric Michel,

on ne peut percevoir la matière que grâce à la lumière et on ne peut percevoir la lumière que lorsqu'elle est révélée par la matière (Matic, 2018).

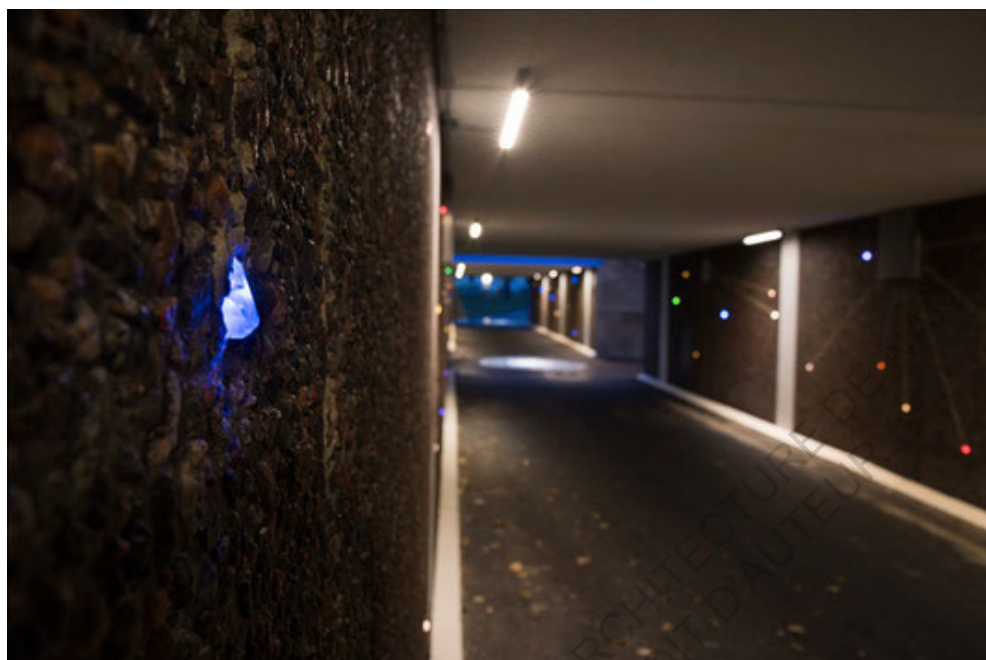
Souha Tahrani estime que « Les matériaux ont un rôle fondamental dans le paysage lumineux » (Tahrani, 2002). Ils permettent une variété chromatique et visuelle dans le paysage urbain. La morphologie urbaine impacte alors l'expression des ambiances lumineuses. Ainsi par analogie, les volumétries viennent modifier les ambiances lumineuses à l'échelle architecturale. L'analyse des ambiances architecturales et des effets de la lumière doit alors être réalisée compte tenu de la source mais aussi du contexte dans laquelle elle se développe. En phase de conception, ces effets peuvent être simulés. Bien qu'il existe aujourd'hui des dispositifs pour appréhender au mieux les ambiances avant la construction d'un bâtiment comme les casques de réalité virtuelle, on ne peut réellement prévoir quel seront les sensations éprouvées par l'utilisateur.

La perception de la lumière varie en fonction de l'orientation et du positionnement de la source (Ponizy, 2016). Une lumière zénithale n'aura pas les mêmes effets que venant d'une source latérale. Les chercheurs Jérémie Derlande et Dominique Dumortier estiment que le fait de ne pas voir la source de la lumière permet à l'utilisateur d'imaginer sa provenance et ainsi de ne pas percevoir la nature de la lumière (Ponizy, 2016).

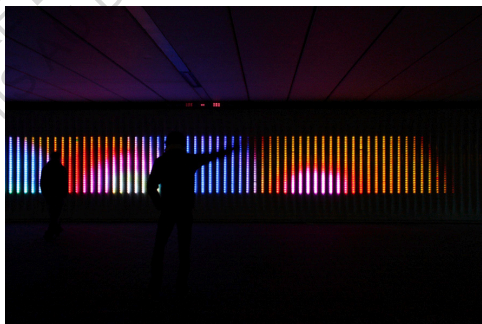
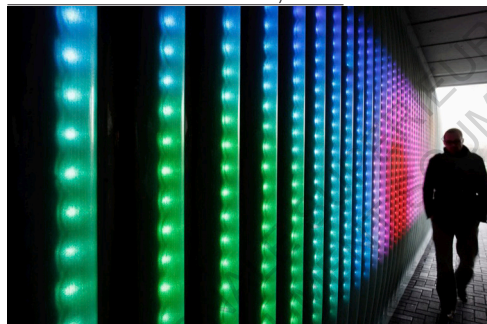
De même, la dimension des ouvertures impacte la perception de l'utilisateur. La lumière est aussi perçue différemment en fonction de la position de l'utilisateur. Selon Jean Nouvel, l'ambiance d'un lieu est définie par la variabilité de l'ombre et de la lumière, alors que les utilisateurs demandent généralement une ambiance lumineuse constante (Ponizy, 2016).

La lumière permet de modifier l'expérience sensible d'un espace. Des projets ont été menés dans des espaces souterrains afin de les requalifier avec des installations artistiques et lumineuses (Nyhus, 2016). A Gothenburg en Suède, un petit tunnel réputé dangereux et dans lequel les utilisateurs ressentaient de l'insécurité a subi une intervention artistique de mise en lumière par Peter Ojstersek et Kajsa Sperling. Les artistes ont choisi de ne pas changer l'impression d'être en souterrain, mais de modifier l'expérience pour la rendre agréable. Le tunnel a ainsi été transformé en une mine de diamants lumineux dont les murs sont sertis en différentes hauteurs et couleurs. L'installation, tout en apportant de la lumière, fait appel à d'autres sens puisque la matérialité nouvelle incite à toucher les murs. La lumière permet alors de révéler la matérialité d'un lieu et de susciter de nouveaux sens chez l'utilisateur.

De même, dans un tunnel à Amsterdam, le collectif d'architectes Urban Alliance a conçu une installation interactive afin de créer une ambiance accueillante. Nommé Moodwall, le dispositif est constitué d'un mur de deux mille cinq cents leds qui, à l'aide d'un détecteur de mouvement, se colore au passage des utilisateurs. L'expérience interactive que propose cette installation lumineuse incite au passage et rend la traversée de ce tunnel piéton agréable.



[fig.03] More Eyes : un tunnel serti de lumières © Peter Svenson <https://www.peter-ojstersek.com/commissions/more-eyes-1/>



[fig.04] Moodwall : un dispositif lumineux interactif © Thomas Anneson & Roel van Lanen <https://www.archdaily.com/23239/moodwall-studio-klink-and-urban-alliance>

Par ces deux exemples, on a donc vu qu'une installation lumineuse artistique peut modifier l'expérience d'un espace et sa perception négative que l'on pouvait en avoir.

Culturellement, la lumière naturelle est jugée indispensable dans de nombreux espaces et surtout dans les espaces de travail. Le maintien d'un contact à l'extérieur est aussi important à une époque où l'homme vit de plus en plus enfermé (Fontoynt, 1998). Le manque et la privation de lumière sont cependant associés à la notion d'enfermement. La privation de lumière naturelle représente d'ailleurs pour Michel Foucault une des deux fonctions sociales représentées par l'enfermement (Terrin, 2008).

La non-perception de lumière naturelle est devenue tolérable pour la plupart des usagers pour certaines fonctions et dans des espaces où cela est devenu quasiment habituel. Cela est particulièrement le cas dans les centres commerciaux, les parkings souterrains et les espaces traversés (Ponizy, 2016). Cependant, ce n'est pas parce l'absence de lumière naturelle est devenue courante que l'ambiance ressentie y est agréable. Dans certains cas de programmes spécifiques, l'absence d'ouvertures et de lumière naturelle peut être bénéfique pour l'étanchéité, la sécurité et les déperditions de chaleur. La lumière peut alors plus facilement être contrôlée.

Dans certains espaces souterrains et tunnels, une faible luminosité peut avoir un impact social et sur la sécurité des usagers. La lumière est alors un outils pour sécuriser l'espace, le rendre fonctionnel et attractif (Nyhus, 2016). Une attention particulière doit être donnée à la transition entre deux espaces aux luminosités différentes. L'adaptation des yeux doit en effet être considérée pour ne pas créer des effets de gêne.

2.2.3. Conduction de la lumière naturelle

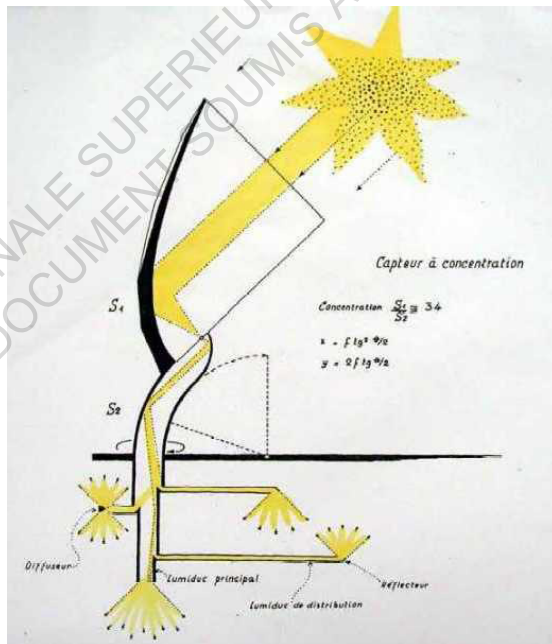
Au cours du temps, l'homme a progressivement inventé de nouveaux éclairages artificiels et des moyens de conduire la lumière naturelle. Ces deux techniques permettent une augmentation et une meilleure qualité de la luminosité des espaces souterrains. Leur développement parallèle a souvent conduit au rejet d'une des techniques au profit de l'autre. Ainsi, les premières découvertes sur la conduction de la lumière n'ont pas été développées du fait des progrès électriques quelques années plus tard.

Un dispositif d'éclairage naturel se compose de toute ouverture, surface ou canal permettant de transmettre un flux de lumière naturelle depuis l'extérieur vers l'intérieur d'un espace construit. Les instruments pour conduire la lumière naturelle sont nombreux. Ils ont été développés au fil des siècles face à la problématique d'éclairage d'espaces profonds ou sans accès proche à l'extérieur. En Egypte antique au temps des pharaons, un dispositif de miroirs permettait d'éclairer la chambre du pharaon, qui se trouve au coeur de la pyramide (Perrault, 2019). Des essais de conduction de la lumière naturelle ont aussi été réalisés par Archimède au II^e siècle avant J-C au moyen de miroirs ardents.

La quantité de lumière dans les espaces intérieurs a évolué au cours du temps avec les avancées techniques concernant la transmission du verre, les structures porteuses et le coût de l'énergie. L'amélioration de la transmission de la lumière permet de nouveaux usages dans les espaces et offre de nouvelles ambiances. Au XVI^e siècle, les indiens Pueblos du Nouveau Mexique ont par exemple intégré des plaques de silice à l'unique ouverture

zénithale de leur habitation, ce qui a multiplié par cinq le niveau de lumière (Fontoynt, 1998).

La conduction de la lumière naturelle a d'abord surtout été étudiée pour résoudre le problème de la lumière dans l'habitat, mais les architectes travaillant les espaces enterrés comme Guy Rottier (1922-2013), dans les années soixante-dix, se sont emparés de ces techniques. Le dispositif technique du lumiduc tient ses origines de Wheeler, qui s'intéressait, à la fin du XIX^e siècle au transport de la lumière naturelle générée par des dynamos électriques dans des tubes en verre, en intégrant des lentilles et des verres en oblique dans les coudes. Ces études ont été reprises au début du XX^e siècle par Hanneborg. Son système combinait trois fonctions : captation, conduction, diffusion. Le dispositif de captation est un héliostat manuel, c'est-à-dire un système de miroirs sur socle rotatif que l'on oriente manuellement pour capter le maximum de rayonnement suivant la course du soleil. Ce premier composant permet de collecter la lumière naturelle depuis les sources qui sont le soleil et la voûte céleste. Le dispositif de captation permet de ne récupérer que la composante lumière sans considération de la chaleur. La conduction se fait ensuite via des tubes faits de matériaux particulièrement sensibles à la réflectivité comme le métal, les fibres optiques ou encore des lentilles de Fresnel. Enfin, le diffuseur est choisi en fonction de l'ambiance souhaitée et des besoins de lumière, ponctuelle ou linéaire (Drozd, Requena, Siret, 2018). Un des avantages du



[fig.05] Epure d'un capteur à concentration ou lumiduc © Maurice Touchais <https://www.tectonica.archi/articles/lumiduc-guy-rottier>

lumiduc est qu'il permet la perception du climat. Cependant, en l'absence de fenêtres, la lumière du lumiduc est parfois perçue comme de l'éclairage artificiel par les usagers (Attaoua, 2016), ce qui ne concourt pas à une amélioration de l'ambiance. Seules les qualités physiologiques sont captées par l'utilisateur.

Aujourd'hui, ce système a été utilisé pour la Lowline à New York qui est un laboratoire technique ouvert pour montrer comment les plantes peuvent grandir en sous-sol. La lumière naturelle est introduite en sous-sol grâce à des tubes directionnels. Ouvert d'octobre 2015 à février 2017, ce laboratoire expérimental a permis de déterminer un ensemble de plantes les plus aptes à vivre en sous-sol.

A Saint-Jacques-de-Compostelle, un centre culturel a été imaginé par Dominique Perrault à l'intérieur d'une colline. Il y a mis en place un système de conduction de la lumière naturelle à travers un grand prisme de verre. La lumière est ainsi largement transmise et des images se reflètent sur les parois telles que le soleil, le ciel ou le sol. On a alors ici une transmission de la lumière et du contexte. Ce qui fait dire à l'architecte : « Nous sommes à l'intérieur de la colline, nous ne sentons pas la colline, nous sommes au cœur de la Terre, flottant ou imaginant flotter dans le ciel. » (Perrault, 2019). On voit donc par cet exemple que la conduction de la lumière peut aussi être l'occasion d'apporter d'autres éléments de la surface et de prolonger ainsi les ambiances.

Il existe de nombreux autres dispositifs pour maximiser la lumière naturelle en espace profond. Les étagères réfléchissantes permettent d'orienter les rayons solaires vers le plafond afin d'avoir une lumière plus uniforme et éclairant le fond de l'espace. Les panneaux prismatiques en acrylique permettent quant à eux une optimisation vers le fond de la pièce. Pour une meilleure diffusion et pénétration de la lumière, on peut ajouter des éléments concaves appelés verres défecteurs entre les verres. Les systèmes anidoliques réfléchissent la lumière vers l'arrière de l'espace. Placés au plafond, ils agissent comme concentrateurs puis réflecteurs de la lumière. Ces dispositifs ne permettent un éclairage qu'à une profondeur assez réduite, jusqu'à huit mètres avec une ouverture zénithale (Attaoua, 2016).

Dans un article paru lors du Congrès international de l'AFTES, Lucie Borel explique les avantages de conduire la lumière naturelle dans des lieux obscurs par rapport à la lumière artificielle. La lumière est concentrée dans des rayons de fibres optiques au moyen d'une lentille de Fresnel. Ce dispositif permet de conserver les variations naturelles de couleur et d'intensité et diffuse les UV et la chaleur. Son intégration est assez simple et similaire à des câbles électriques. La lumière naturelle permet une amélioration notable des conditions de vie en assurant les fonctions biologiques d'horloge interne, de sécrétion d'hormone et de métabolisme. Elle permet en outre une baisse de la consommation d'énergie due à l'éclairage électrique. Notons tout de même

qu'elle travaille pour l'entreprise ECHY, spécialisée dans le transport de lumière naturelle par fibre optique.

Le récent projet de la Lightwalk à Séoul propose une autre manière d'apporter de la lumière naturelle profondément grâce à l'utilisation du verre et du cristal.

2.2.4. Approche par la lumière artificielle

Le fait de suggérer la lumière naturelle par de l'éclairage artificiel est une démarche assez récente et qui est fortement lié aux avancées techniques. Les premières références à la reproduction de la lumière naturelle par des sources artificielles se trouvent dans la fiction, et plus particulièrement dans la littérature fantastique.

Dans son roman *Les Indes noires*, Jules Verne invente un dispositif permettant de produire une lumière au moyen de disques électriques alimentés par un courant continu grâce à une machine électromagnétique. Ce dispositif que l'on pourrait qualifier de soleil artificiel éclaire tout un village se trouvant dans des mines écossaises, sous la surface de la Terre. Il ne permet cependant pas de variation de luminosité : « Lorsque l'heure du repos arrivait,



[fig.06] Coalcity, une ville éclairée par un soleil artificiel, gravure : C.Barbant, 1877 in Verne Jules, *Les Indes noires*

un interrupteur suffisait à produire artificiellement la nuit » (Verne, 1877). La lumière ainsi produite est selon l'auteur de plus grande qualité que celle du Soleil. Un autre avantage de ce dispositif est qu'il permet de faire fi des conditions météorologiques : « Les disques électriques jetaient un éclat qu'eu certainement envié le soleil britannique, plus embrumé qu'il ne convient à un soleil des dimanches » (Verne, 1877). Ainsi, Jules Verne invente le premier dispositif de lumière artificielle reproduisant et augmentant les qualités de la lumière solaire.

Avant le développement de la lampe à incandescence au milieu du XIX^e siècle, seule la lumière naturelle était assez efficace. Ce n'est que dans les années 1950 que l'éclairage artificiel a connu un réel essor. Les techniques d'éclairage ont évolué jusqu'à une amélioration significative de la qualité des ambiances avec ce qu'on appelle la « révolution culturelle de l'éclairage » (Fontoynt, 1998) dans les années 1980.

Des recherches ont été menées pour reproduire les effets de la lumière naturelle. D'une part, des avancées techniques ont permis l'approche de ses qualités avec un travail sur la source elle-même par la reproduction de l'indice de rendu des couleurs, de la température de couleur et de la couverture complète du spectre. D'autre part, la simulation des effets peut prendre corps grâce au dispositif de diffusion de la source, avec par exemple les fenêtres artificielles éclairantes.

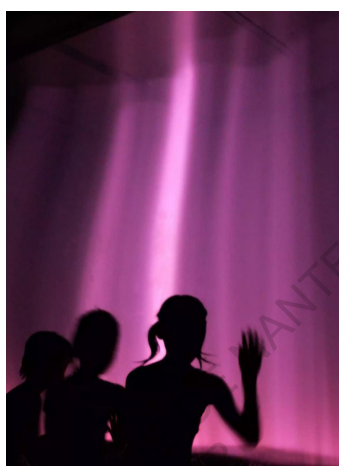
On peut distinguer deux types d'éclairages qui permettent une reproduction de la lumière naturelle selon leur finalité. Il y a ceux qui reproduisent une ambiance et ceux qui ont pour but de reproduire les bénéfices physiologiques de la lumière.

Certains artistes ont conçus des lampes qui simulent la lumière zénithale et les couchers de soleil. On peut alors reproduire chez soi ou dans un environnement confiné une ambiance lumineuse particulière. Ainsi, un dispositif permettant de compenser une luminosité extérieure faible en cas de mauvais temps a été mis au point par la designer Marina Mellado. La société lida Home Max a quant à elle mis au point la simulation d'aurores boréales à partir de voiles lumineux (Ponizy, 2016). Ces deux exemples montrent que la simulation de la lumière naturelle peut prendre la forme d'oeuvres d'art ponctuelles afin de susciter de l'émotion chez l'utilisateur en modifiant l'ambiance lumineuse d'un lieu.

Pour bénéficier des effets de la lumière, des ingénieurs travaillent sur des ampoules à lumière du jour. Elles augmenteraient la productivité et le confort des usagers en reproduisant les couleurs de la lumière naturelle : un indice de rendu des couleurs proche de 100, une température de 5500 Kelvin et la couverture complète du spectre des couleurs. Certaines d'entre elles s'ajustent au cours de la journée et permettent une évolution de l'ambiance lumineuse en concordance avec la luminosité extérieure. La simulation de lumière solaire



[fig.07] Luz, un dispositif simulant une luminosité extérieure
 © Marina Mellado <https://coolhunting.com/design/milan-design-week-2015-marina-mellados-luz/>



[fig.08] Aurère boréale artificielle
 © lida Home Max https://www.lemonde.fr/a-la-une/portfolio/2006/08/12/les-images-de-la-semaine-du-7-au-11-aout_803026_3208.html

aurait en effet des effets bénéfiques sur la dépression, l'agitation, le trouble affectif saisonnier, la qualité du sommeil ou encore le cycle circadien (Ponizy, 2016).

La thèse de Claudia Enrech *Simulation de la lumière naturelle par des sources artificielles : enjeux architecturaux* explicite le dispositif de fenêtre artificielle éclairante. Son travail porte sur l'appréciation du dispositif par une population sur un lieu de travail aveugle. Après plusieurs mesures, expériences et entretiens, elle conclut sur le fait que la fenêtre artificielle améliore notablement les conditions de séjour, sans faire oublier les conditions d'enfermement. Selon Claudia Enrech, les dispositifs cherchent en général à reproduire un ou deux aspects de la lumière naturelle afin de donner « illusion » (Enrech, 1999). Les effets reproduits ne le sont qu'au sens visuel et perceptif et non au sens physique et de la prise en compte des bienfaits. Le manque de lumière naturelle n'est pas pour elle l'unique problème en soi, mais la dimension spatiale joue un rôle prépondérant dans la relation de l'homme à l'extérieur. Le dispositif de fenêtre artificielle analysé répond à ces deux difficultés.

L'article de Céline Drozd, Ignacio Requena et Daniel Siret *Dispositifs contemporains d'artificialisation du rayonnement solaire et de la lumière naturelle* liste différents dispositifs architecturaux de simulation de la lumière naturelle. Des effets distincts de la lumière naturelle sont reproduits selon les dispositifs : la composition spectrale, la variation de la lumière en intensité et couleur, le ciel et le paysage extérieur ou encore les effets physiologiques. La simulation physique de la lumière naturelle peut se faire au moyen de ciel artificiel ou

de soleil artificiel, qui reproduisent la lumière diffuse en condition de ciel couvert ou un flux lumineux parallèle. Parmi ces dispositifs, le système Coelux récemment mis au point intègre des nanomatériaux spécifiques permettant de recréer un ciel bleu infini, un soleil artificiel et une tâche solaire à travers une fausse fenêtre zénithale. La description et le ressenti des auteurs confirment l'approche sensible des conditions de lumière naturelle : « imite les conditions lumineuses extérieures d'un jour sans nuage. Un flux lumineux intense et légèrement jaune éclaire l'espace intérieur, créant des ombres aux objets tandis qu'une lumière bleue se diffuse dans l'ensemble de la pièce » (Drozd, Requena, Siret, 2018). L'emprise spatiale et le coût du dispositif sont cependant des points à améliorer. La lumière naturelle peut aussi être suggérée par une imitation de tâche solaire.



[fig.09] La fenêtre Coelux donnant une impression de ciel bleu © Coelux <https://www.coelux.com/en/home-page/index>

2.3. Théories de conception

L'espace souterrain nécessite une conception spécifique, différente de celle que l'on suit habituellement pour des projets en surface. Les architectes expriment cette singularité de l'espace à travers le vocabulaire qu'ils emploient. Ils ont alors étudié le souterrain et donnent certaines préconisations sur les ambiances et le ressenti. Dominique Perrault s'y intéresse particulièrement à travers la notion de Groundscape.

2.3.1. Expression de la singularité

Le vocabulaire employé par les auteurs est révélateur de leur positionnement quant aux programmes et aux ambiances qu'ils projettent dans l'espace souterrain.

Le sous-sol est souvent décrit en termes négatifs en premier lieu : « lieux hostiles » (Barroca), « le monde obscur, aveugle » (Mumford), « un domaine caché de la ville » (Perrault). Chelkoff et Thibaud, dans leur livre *Ambiances sous la ville*, cherchent à caractériser le souterrain par l'emploi de différents termes et expressions : le sous-sol suppose une organisation de l'espace, un aménagement ; en-bas/en-dessous exprime une position ou une directionnalité ; sous-terre est une expression plus tactile faisant appel à la matérialité et à la position. Ce dernier terme évoque de plus pour Malet l'immobilité et l'obscurité. Des métaphores sont aussi souvent employées comme « tunnel », « catacombes », « trou », « boyau », « grotte » (Malet, 2004). Victor Hugo parle même « d'intestin de la ville ». Monjal et Hucault expliquent la méfiance du souterrain par l'image archétypale qui lui est associée « cachot, tombe, tunnel » (Monjal, Hucault, 2014). Ce vocabulaire est indéniablement lié à des ambiances que l'on associe à des lieux sombres et froids, soit assez péjoratif. L'auteur de *Le métro, inconscient urbain*, Luka Novak utilise quant à lui un vocabulaire que l'on pourrait objectivement qualifier de dépréciatif « bouche moite », « entrailles » (Novak, 2017) pour décrire le monde souterrain et le métro dont il se passionne. Il qualifie alors le métro de « paradis artificiel incarné » (Novak, 2017). Ainsi, on peut observer que le vocabulaire employé pour parler du souterrain peut avoir des connotations très différentes. Une simple analyse de ce type, bien qu'elle nous donne un champ lexical nécessaire pour l'analyse des projets en souterrain et le discours des concepteurs, ne suffit pas à déterminer le regard que portent les auteurs sur l'environnement souterrain. Jean-Louis Missika, chargé de l'urbanisme et de l'architecture à la mairie de Paris exprime cependant un imaginaire mélioratif lié au souterrain : « mystère », « surprise » et « poésie » lors d'une conférence au Pavillon de l'Arsenal.

La limite entre le dessus et le dessous est par ailleurs aussi sujette à un vaste vocabulaire relatif à son épaisseur et à son degré de porosité. Monjal et Hucault parlent ainsi d'« interface » ou de « couche opaque » en fonction du programme placé dans le souterrain. Le degré d'interaction du souterrain avec l'espace au-dessus est alors perceptible par le vocabulaire employé. Perrault emploie ainsi les termes suivants « ligne de sol », « socle », « croûte », « épiderme », « césure ». L'épiderme, qui signifie étymologiquement la partie superficielle de la peau, est le terme préférentiellement utilisé par Perrault qu'il explique comme « l'épaisseur pour vivre avec le sol » (Perrault, 2017). Pour

Monique Labbé, l'adjectif « enterré » est à connotation négative. L'architecte Ivo Frei emploie un vocabulaire à consonance négative, ou qu'il emploie comme tel, pour décrire en termes opposés un de ses projets : « cave », « lieux enfoncés sous la terre » (Frei, 2004).

Le vocabulaire utilisé pour la présentation du projet est souvent relatif à la création d'un lien entre les espaces ou entre un espace et un élément ou caractéristique qui lui est attribué. Les architectes présentent ainsi leurs projets par l'usage de ces termes : « illumine », « visibles depuis l'extérieur », « vues directes depuis la rue » (Frei), « poursuivre sa promenade » (Labbé), « rendre plus poreux », « faire pénétrer la lumière » (Perrault). Ce vocabulaire met en relation l'espace souterrain avec un élément naturel (le Soleil avec la lumière, le paysage avec la vue).

2.3.2. La conception souterraine : une architecture à inventer

« Une véritable architecture souterraine reste en partie à inventer. » (Terrin, 2008). D'après Jean-Jacques Terrin, la conception dans l'espace souterrain va à l'inverse des processus de conception habituels que les architectes développent en surface. Ils doivent alors « utiliser les vides existants et les mettre en scène, alors que le plus souvent, l'architecture est le résultat d'une démarche consistant à assembler la matière » (Terrin, 2008). La conception par accumulation de matière n'est en effet pas possible dans un environnement qui en est déjà plein. Certains architectes ont des démarches de conception qui consistent en l'extraction de matière même en surface tel que Peter Zumthor, ce qui facilite pour eux la conception en souterrain.

De nombreux architectes ont réfléchi quant à la qualité et à l'effet de la lumière en sous-sol. Ils s'accordent souvent sur le fait qu'il est nécessaire de conduire la lumière naturelle dans le souterrain. Pour concevoir un espace souterrain, il est d'abord nécessaire d'excaver de la matière pour créer un volume vide que l'on appellera le puits. C'est la plupart du temps par là que l'usage et les ambiances extérieures vont être transmises dans le souterrain.

Les architectes devront concevoir des dispositifs pour pallier le manque de contact avec l'extérieur. Ces derniers pourront, selon le concept déployé dans la gare, être une reproduction explicite des ambiances en surface, ou s'appuyer sur d'autres ressources.

Pour un aménagement satisfaisant du sous-sol, Jean-Pierre Palisse estime que l'architecte doit intervenir à différentes échelles pour établir plusieurs

niveaux de perception. Selon lui, la conception doit intégrer la complémentarité des sens et faire appel au visuel, au tactile et à l'ouïe. L'échelle urbaine mobilise en effet une relation sensorimotrice entre l'utilisateur et son environnement (Palisse, 2017).

Bien que l'apport de lumière naturelle semble être pour tous indispensable, l'ambiance recherchée et les sensations éprouvées diffèrent.

Le fait d'accéder à la lumière naturelle ou à une source reproduisant la lumière naturelle semble pour Palisse assez proche puisque la perception de l'espace en sera équivalente d'un point de vue de la clarté, de la couleur et de la répartition de la luminosité. Trois solutions s'offrent au concepteur : donner l'impression par l'usage de la lumière artificielle, intégrer des espaces ouverts sur l'extérieur et transférer la lumière via des fibres optiques.

Pour Monique Labbé, l'architecture souterraine doit prendre en compte les besoins psycho-physiologiques, et notamment la lumière, le repérage, les vues et le contact à la nature : « manque les qualités de lumière, de repérage, de vue lointaine, de diversité et d'attrait ». Ses projets relèvent globalement d'une conception par affouillement : « Le souterrain n'est pas condamné à être un espace enterré » (Labbé, 2014).

Pour Louis Kahn, l'apport de lumière tend à renforcer le statut d'espace enterré du souterrain : « Même un espace obscur devrait recevoir un peu de lumière provenant d'une ouverture mystérieuse, juste assez de lumière pour pouvoir nous dire combien il est vraiment obscur » (Kahn, 1996). Selon lui, la lumière permettrait donc de mettre en valeur l'espace par contraste de l'ambiance lumineuse. L'ouverture est aussi un moyen de créer une fenêtre sur l'extérieur, afin d'appréhender la distance séparant de la surface. Louis Kahn déprécie particulièrement la lumière artificielle qu'il qualifie de « statique » en comparaison aux « qualités infinies » (Kahn, 1996) de la lumière naturelle, qui est sans cesse changeante. Cet avis est partagé par Chelkoff et Thibaud qui estiment qu'une faible luminosité renforce la sensation souterraine alors qu'une forte luminosité, qu'elle soit naturelle ou artificielle, atténuera la perception souterraine. Les espaces sombres inspirent les architectes par la dimension poétique et secrète que l'ombre apporte. Selon Tanizaki, ils permettent « d'ajouter à l'ombre une dimension dans le sens de la profondeur » (Tanizaki, 1933).

Outre la luminosité, la question de la source est importante dans la perception de la lumière et peut radicalement changer l'ambiance d'un espace. D'après Derlande et Dumortier, ne pas voir la source permettrait d'imaginer sa provenance et de faire alors illusion plus facilement (Ponizy, 2016). Ainsi, une source cachée dissimulerait la profondeur d'un espace profond. Cela a deux effets qui sont le fait de brouiller l'orientation de l'utilisateur mais aussi

potentiellement la réduction fictive de l'impression de profondeur.

Les architectes Kohn et Vaysse ont rédigé la charte architecturale du métro de Turin. Dans leur charte, ils décrivent les ambiances envisagées et les moyens d'y parvenir. Ils souhaitent que le souterrain bénéficie d'une grande clarté avec un maximum de lumière naturelle. C'est pour eux le moyen d'« humanise[r] » l'espace et de le rendre moins angoissant. Tous les liens à la surface doivent être mis à contribution pour faire pénétrer la lumière. Les architectes préconisent plusieurs types de lumières artificielles pour créer des ambiances variées. Cela permet de briser la monotonie et de « créer l'unité sans uniformité » (Kohn et Vaysse, 2004). L'intérêt semble ici être de multiplier les ambiances pour tendre vers une variété telle qu'on pourrait la trouver à la surface. Les architectes définissent ainsi cinq types de lumières pour varier l'ambiance : base (indirecte, diffuse, source cachée, couleur chaude), seuil (en douche ou porte lumineuse), parcours (avec des ponctuations régulières), ligne (graphique et colorée soulignant le mouvement), événement (installation lumineuse exceptionnelle).

Pour l'architecte Ivo Frei, l'éclairage naturel doit être abondant et la relation au monde extérieure doit être perceptible et forte. Il ne cherche pas à tirer parti des qualités d'un espace souterrain, et souhaite au contraire effacer tout indice de sa profondeur : « Tout le travail de l'architecte tend [...] vers l'atténuation de la sensation du souterrain » (Frei, 2004). Dans son projet de gare à Tägerwilen, la lumière pénètre par de larges ouvertures latérales et zénithales, si bien que le niveau du quai, situé neuf mètres sous terre semble, selon lui, « être au niveau du sol » (Frei, 2004). La question du lien et du passage du dessus au dessous détermine parfois le degré de transition lumineuse envisagé.

La conception du seuil est pour Sensual City Studio l'élément essentiel dans la perception de la transition. De nouveaux seuils doivent être inventés pour dans la ville contemporaine marquée par une succession d'ambiances. On peut par exemple utiliser les arts considérés comme non spatiaux, comme la musique, pour générer des espaces dont les limites ne seraient pas visibles. La transition d'un espace à l'autre, dans notre cas le dessus et le dessous, ne doit pas être envisagée comme un lien entre deux espaces aux statuts différents mais comme une connexion des ambiances. Sensual City Studio développe alors le concept de parcours de la ville sensuelle qui est une manière de concevoir la ville et l'architecture par des variations d'atmosphères afin d'en augmenter l'expérience sensible. Les séquences d'ambiances peuvent être déterminées par une variation lumineuse par exemple (Sensual City Studio, 2018).

Pour Palisse cependant, le plus important ne réside pas dans la transition entre le dessus et le dessous mais dans l'enchaînement entre les espaces souterrains. Selon lui, cette transition est « négligeable » (Palisse, 2017), comme si la conception de cet espace était déjà résolue et acceptée par les usagers. Il

préfère se concentrer sur les modes de repérage, l'orientation, les pratiques et les parcours à l'intérieur même du souterrain. Les espaces, aujourd'hui conçus comme des vides creux juxtaposés doivent être reliés. Leur segmentation est liée à la pratique des espaces et à la division en fonctions. Le travail de transition doit permettre la bonne succession des espaces et l'agencement des espaces entre eux. Cette ambition est cependant contrainte par les règles de sécurité qui favorisent la séparation des fonctions, notamment par rapport à la protection au feu. La disposition des espaces et la visibilité des circulations sont essentiels au bon repérage en souterrain. Bien que la présence de parois que ce soit le sol, les murs ou le plafond puisse être particulièrement oppressante, Palisse estime qu'il est essentiel que les parois soient au plus proche des usagers afin que ceux-ci puissent ressentir leur présence et leur texture pour mettre en éveil la dimension tactile. En effet, les parois modèlent la forme de l'espace par des pleins et des surfaces et lui donnent une texture. L'orientation dans l'espace souterrain passerait donc par le rapport à une échelle plus proche de l'homme et par la dimension tactile. L'auteur indique aussi que l'aspect sonore est essentiel au confort et à l'orientation.

Les espaces souterrains semblent par ailleurs être plus facilement acceptés lorsqu'ils sont végétalisés (Palisse, 2017). L'amélioration de la perception du souterrain est possible par la mise en place de « scénographies paysagères » (Palisse, 2017) végétalisées. Si l'utilisateur voit la végétation se développer et s'épanouir dans l'espace souterrain, il comprendra que sa place sous la surface de la terre n'est pas non plus contraire à sa nature et que la vie y est tout autant possible qu'à la surface. En outre, la végétalisation du sous-sol apporte une dimension esthétique, assainit l'air et régule thermiquement l'espace. La luminosité demandée par les plantes peut être palliée par l'éclairage horticole tel que l'on peut le trouver dans les serres. Ainsi la végétalisation semble être une solution à l'acceptabilité du souterrain, d'autant qu'elle agit comme un rappel des éléments naturels présents en surface.

2.3.3. Le Groundscape

Dominique Perrault s'est depuis longtemps intéressé à la prolongation de l'espace bâti sous la surface de la terre. Il appelle cette manière de concevoir en intégrant l'espace souterrain le Groundscape. Cela fait référence aux notions de sol (ground) et de paysage (landscape) et suggère une réflexion sur le sol, la ville et le territoire. Pour Perrault, le sous-sol est l'occasion de concevoir un nouvel espace de perceptions sensibles. Selon lui, l'espace souterrain ne revêt pas de caractéristiques propres. C'est un espace neutre, dans lequel « une extension du domaine aérien » (Perrault, 2016) est nécessaire. Il faut « naturaliser » (ibid.) le sous-sol sans le rendre artificiel. Son but n'est pas

d'oublier la profondeur mais de transformer le souterrain en un espace de vie. Un tel espace est nourri d'éléments naturels essentiels à la vie tels que la lumière, l'eau ou les végétaux. Il prend comme exemple le projet de la Lowline de New York, expérience allant dans le sens de la naturalisation du sous-sol. Il l'oppose au souterrain « artificialisé » (ibid.) de Montréal. Son travail consiste donc à créer une continuité des éléments vers les profondeurs, et ce, en gommant la « césure entre le dessus et le dessous » (ibid.).

L'architecte souhaite défaire le sous-sol de l'imaginaire sinistre qui lui est associé : « le domaine de l'obscur, le lieu d'un désenchantement qui suscite l'inquiétude, la part de l'ombre, celle des rejets, des rebuts, un domaine caché » (Perrault, 2016). C'est le travail de conception de l'architecte qui va rendre ce vocabulaire inadéquat aux nouveaux espaces souterrains caractérisés par la porosité, la finesse et la légèreté.

Dans ses nombreux projets en souterrain, on peut remarquer que la relation à l'espace extérieur en surface est très importante. Il est en effet pour Dominique Perrault important d'introduire la lumière naturelle dans ces espaces et de les faire vivre avec ce qui se passe dessus. Pour Perrault, intervenir dans l'épiderme permet de « créer du sol » (Perrault, 2016) et de construire un paysage par disparition du bâti. Selon lui, le sol n'est pas un élément de séparation et le vide permet de relier l'espace souterrain à la ville du dessus. C'est donc principalement par affouillement que l'architecte parvient à apporter de la lumière naturelle en profondeur. Comme il travaille depuis de nombreuses années sur la problématique de la construction en souterrain, il a pu développer différentes réponses, en lien avec les sites et l'usage. Faire entrer la lumière en souterrain est pour lui une manière de fertiliser le sol. L'architecture souterraine doit être nourrie de l'air de la surface et éventuellement de lumière. L'air, la lumière et le vide prennent un sens nouveau en souterrain du fait de l'excavation et de l'absence de matière qui permettent le développement d'un nouvel imaginaire.





















Il ne conçoit pas l'architecture souterraine comme étant nécessairement profonde et préfère l'idée de vivre dans la terre à celle de vivre en souterrain. Il parle d'« incrustation » dans le sol pour définir le rapport de son architecture au contexte. L'architecture souterraine n'est pas la construction d'un bâtiment, mais d'un paysage selon Perrault. L'architecte réproue la conception de la ville en plan, car ce mode de représentation fait abstraction de la matérialité du sol, de son épaisseur. L'espace urbain doit être conçu en prenant en compte ses trois dimensions (Perrault, 2019).

Intervenir dans le sous-sol permet d'apporter une dimension contemporaine aux bâtiments historiques. La conception souterraine n'est pas vouée à être un travail de construction mais de révélation. L'architecture

souterraine est souvent pour Perrault l'occasion de créer une nouvelle naturalité, comme un havre de paix hors de la ville.

L'espace excavé, le vide, est délimité par un fond, des murs et parfois une couverture. Il existe différentes manières de les aménager présentées dans un cours sur le Groundscape (Perrault, 2019) sous la forme d'un tableau de classification. La base peut être le support d'activités, d'un paysage végétal ou aquatique, ou d'un programme construit. Les parois verticales peuvent être l'occasion de mettre en valeur le sol comme matériau ou de mettre l'accent sur les systèmes d'excavation. Leur aménagement peut être partiel ou total. Différentes stratégies pour habiter le vide sont définies : par la conception d'espaces tels que des plateformes ou des volumes, ou par la mise en place de circulation faisant lien. Le vide peut aussi se retrouver complètement habité. Enfin, la surface supérieure est souvent la seule représentation de l'espace que l'on aura du souterrain depuis l'extérieur. Il peut être conçu comme un simple toit, intégrer des dispositifs pour l'apport de lumière ou être le support d'une nouvelle géographie. La question de l'accès est pour lui primordiale. Sa conception doit permettre de changer la relation à la topographie selon différentes stratégies d'intervention : l'incision, la découpe, la greffe ou encore l'insertion. L'entrée peut se faire de manière autonome et détachée du souterrain, le long des parois formées par le vide, dans le vide ou au moyen de grands emmarchements sur des plateaux inclinés. Toutes ces possibilités pour concevoir en espaces souterrains sont synthétisées dans le tableau ci-après.

Finalement, les caractéristiques du groundscape comme espace souterrain particulier sont : le recours à la pénétration de lumière comme élément essentiel, une large diversité de programmes et la révélation de la beauté des éléments primaires souterrains tels que la terre et l'eau. D'après Dominique Perrault, l'architecture est la clé du développement souterrain : « C'est bien l'architecture qui peut parvenir à dédramatiser, à relier, à développer ce monde souterrain, d'utiliser ses ressources au développement de l'humanité au travers de la structure urbaine » (Perrault, 2019).

a ground in the ground		against the wa		into the vo id		covering up		plunging in	
gr		wa		vo		up		in	
01		05		09		13		17	
02	activity frame gr 01	06	earth as material wa 01	10	floating platforms vo 01	14	artificial floor up 01	18	detached descent in 01
03		07		11		15		19	
04	hortus conclusus gr 02	08	construction systems wa 02	12	connecting tubes vo 02	16	instruments up 02	20	integrated descent in 02
04		08		12		16		20	
04	phreatic sea gr 03	08	wall plugs wa 03	12	flying volumes vo 03	16	geography up 03	20	through the void in 03
04		08		12		16		20	
04	inhabiting the ground gr 04	08	inhabiting the walls wa 04	12	inhabiting the void vo 04	16	inhabiting the cover up 04	20	inclined plane in 04

[fig.10] Table de classification des principes de conception du Groundscape © Dominique Perrault

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

2.4. Infrastructures de transport en souterrain

De nombreux projets souterrains sont liés au transport, de matières ou d'hommes, et forment un véritable réseau sous la ville. Pour atteindre les profondeurs auxquelles ils s'établissent, des espaces de lien entre le dessus et le dessous sont nécessaires. Leur conception doit permettre d'inciter les futurs usagers à les emprunter. Plusieurs exemples de gares souterraines à travers le monde montrent les stratégies d'ambiances développées par les architectes dans ces espaces.

2.4.1. L'exemple des stations de métro

Suite à la mécanisation et le début des premiers transports collectifs urbains en 1830, la première ligne de métro souterraine a ouvert à Londres en 1863. Peu après, Paris a choisi d'opter aussi pour un réseau sous la ville, avec le projet de métro tubulaire souterrain par Berlier en 1887. Dès le début du transport souterrain, de premières problématiques d'ambiance ont surgit. Les locomotives à vapeur émettaient une fumée irrespirable pour les voyageurs et des solutions ont été trouvées pour les réduire à la source mais aussi en intégrant des systèmes d'aération. C'est à partir de 1900 que le réseau de métro parisien a été transformé pour être actionné par énergie électrique, système qui se diffusa dans les autres réseaux urbains de transport souterrain. La construction du métro a permis d'accroître les connaissances techniques constructives et l'utilisation de matériaux innovants tels que le béton armé (Terrin, 2008).

Le métro est souvent emprunté dans la routine du quotidien. C'est une tâche répétitive qui consiste pour les usagers au transport d'un point A à un point B. Les architectures des stations de métro à travers le monde sont souvent le reflet de la ville en surface, de la société et de son esthétique culturelle. Ainsi, la sobriété de la station Primorskaya à Saint-Petersbourg entend mettre en valeur le rythme quotidien de la ville. Au Caire, les stations de métro sont imprégnées de peur, d'agitation et de violence et sont alors le reflet de l'ambiance de la ville pendant la révolution (Dobraszyk, 2016).

L'architecture des stations et tous les symboles qui gravitent autour d'elles sont des éléments qu'utilisent parfois les gouvernements pour faire valoir leur vision du futur. C'est par exemple le cas du métro de Pyongyang pour lequel les stations sont conçues comme des palais. Ces espaces sont l'occasion pour les dirigeants de prôner la postérité glorieuse de l'histoire révolutionnaire et les exploits. Une des stations est tout particulièrement dédiée à la victoire de la guerre qui est représentée dans l'architecture. Des chandeliers aux couleurs vives roses, vertes et jaunes symbolisent un feu d'artifice (Dobraszyk, 2016).

A Dubaï et Sofia, c'est l'histoire de la ville qui est représentée dans les stations avec respectivement l'image de la perle qui rappelle l'histoire commerciale et la vue des ruines romaines. A Mexico, la construction du métro a permis de découvrir de nombreux sites archéologiques et le lien à l'histoire est entretenu dans le nom des stations inspiré des hiéroglyphes aztèques. L'espace souterrain est alors l'occasion de révéler l'histoire de la ville (Dobraszyk, 2016).

Le chapitre « Les lumières du métro » de Bernard Paule dans *Vingt mille lieux sous les terres* retrace les principales stratégies de conception lumineuse du métro parisien depuis son origine. Son travail consiste à mettre en parallèle les évolutions techniques, sociologiques et architecturales. Il est intéressant de voir à travers un exemple comment les différentes évolutions peuvent avoir

un effet dans les modifications de conception. L'auteur explique ainsi que le premier métro totalement enterré n'a été construit que lorsque l'éclairage électrique a été rendu possible. Les lampes à incandescence, utilisées de 1950 à 1953, ne permettaient qu'un flux lumineux de 1 à 50 lux. Les matériaux utilisés étaient alors blancs et favorisaient les reflets pour donner l'impression d'une démultiplication des sources de lumière. Les carreaux biseautés typiques du métro parisien ont été largement employés, notamment sur la voûte, pour cette raison, créant ainsi un « ciel de faïence ». Ce manque de lumière dû à des problématiques techniques a cependant été l'occasion d'inventer une scénographie mettant en valeur le métro. Quand il arrive, le quai se trouve éclairé, ce qui appuie ainsi le caractère symbolique.

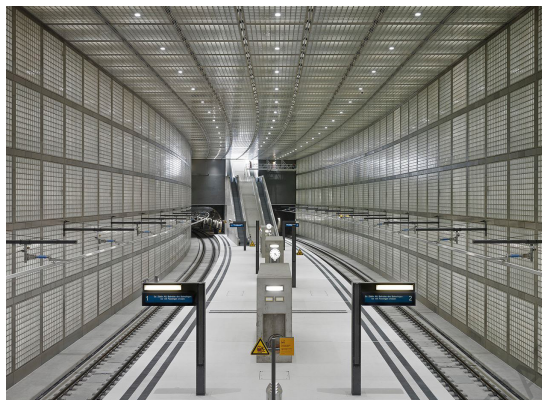
Après la seconde guerre mondiale, des lampes à fluorescence ont permis un meilleur niveau d'éclairage. Le rendu des couleurs n'était pourtant pas très bon et l'ambiance lumineuse froide. L'éclairage monodirectionnel en douche contribuait à un contraste important des deux quais, souligné par l'assombrissement de la voûte. Le système mis en place à la station Louvre-Rivoli est celui ayant eu le plus de succès auprès des utilisateurs. Il consiste en une prolongation de l'espace muséal tant dans l'emploi des matériaux que dans l'ambiance lumineuse. Des niches pour statues sont éclairées par des sources ponctuelles et les piédroits sont en pierre claire. Ce système est par contre jugé trop coûteux à la mise en œuvre et à l'entretien.

A partir de 1974 est mis en place un bandeau lumineux bidirectionnel avec une teinte chaude vers le bas et des projecteurs de sodium haute pression vers la voûte. Le quai se trouve ainsi bien éclairé, et la voûte remise en valeur. Le système actuel proposé par l'architecte Gaudin consiste en une valorisation des stations en apportant à la conception originelle les évolutions technologiques. L'éclairage se fait au moyen de sources cachées en direction de la voûte ou des parois avec des réflecteurs. Cette étude est très intéressante et montre comment les évolutions techniques peuvent avoir une influence sur la conception de l'espace.

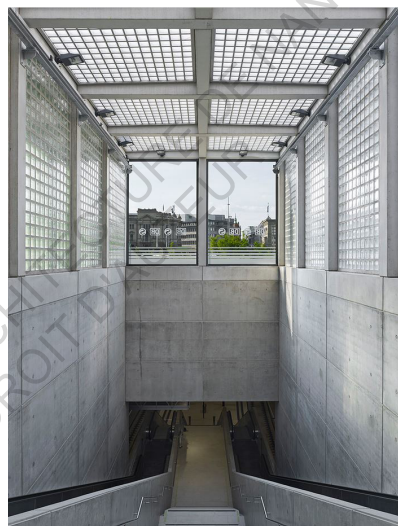
Pour certains architectes, la lumière dans les espaces souterrains dédiés au transport peut être conçue comme le concept phare autour duquel se développe l'infrastructure. C'est le cas de Max Dudler, architecte suisse prônant une architecture minimaliste et rationaliste qui a conçu la station de métro Wilhelm-Leuschner-Platz à Leipzig, construite en 2012. C'est une gare souterraine pour laquelle la volonté était de créer un lieu intemporel dans laquelle la lumière serait mise en scène à partir de perspectives et de contrastes. L'auteur d'un article à ce sujet qualifie l'espace de « serein, presque méditatif » et « empreint d'une mystérieuse clarté » (Prévot, 2016). L'impression de calme

et de douce luminosité qui ressort des photographies vont en effet dans ce sens. La géométrie simple et la matérialité enveloppante procure des sensations décrits par l'auteur comme relevant même de la « froideur dystopique » (Prévot, 2016). L'austérité de l'architecture semble être conçue pour que les sensations ne soient ressenties que par la lumière et la volumétrie.

Le processus d'entrée a été travaillé dans le but de préfigurer l'atmosphère souterraine avec un contraste d'ambiance fortement marqué. L'édicule en surface est de taille réduite, tout comme le contact avec l'extérieur



[fig.11] La gare de Wilhelm-Leuschner-Platz, vue des quais © Max Dudler <https://www.maxdudler.de/de/projekte/station-wilhelm-leuschner-platz/>



[fig.12] La gare de Wilhelm-Leuschner-Platz, entrée dans la gare © Max Dudler <https://www.maxdudler.de/de/projekte/station-wilhelm-leuschner-platz/>

qui se limite à l'espace minimal nécessaire à la circulation. Le seul lien à l'extérieur de cet espace souterrain est en effet la volée d'escaliers droite débouchant sur un pavillon vitré. Le parcours de descente propose alors une immersion vers un espace qui donne l'impression d'être très sombre et de petite dimension. Cependant, une fois arrivé au palier intermédiaire, l'espace s'ouvre largement sur les quais, libres de tous poteaux. La volonté d'accentuer les dimensions se fait ressentir par l'effet d'ouverture produit. L'idée de grandeur qui en ressort fait référence aux gares du XIX^e siècle.

Cette station de métro se définit principalement par l'utilisation de trois matériaux qui sont le verre, le métal et le béton, les deux derniers étant utilisés pour la structure. Leur couleur varie sur un panel chromatique allant du blanc au noir. Associées aux caractéristiques de réflexion propres aux matériaux, les couleurs choisies permettent de diversifier les surfaces sur lesquelles la lumière

se pose. Le verre est employé comme un matériau à part entière sous forme de briques de verre sur les parois en extérieur et en intérieur. Cela lui donne un aspect structurel, au même titre que les autres matériaux. Ce qui diffère est l'accroche plus importante qu'il a à la lumière mais surtout la diffusion possible de la lumière le traversant.

Un dispositif particulier a été mis en place par les concepteurs lumière LichtKunstLicht. La gare est composée de deux enveloppes. L'une sert à l'infrastructure et la seconde est une paroi servant à dissimuler les éléments techniques. La paroi visible est constituée d'une structure en béton précontraint dans laquelle sont scellées des briques de verres qui diffusent la lumière émise entre les deux enveloppes au moyen de tubes fluorescents. La lumière est orientée vers la paroi structurelle, ce qui permet l'émission d'une lumière douce et diffuse. La lumière zénithale transmise à travers le plafond métallique est plus crue et sert à éclairer l'espace, peut-être en donnant l'impression que la lumière vient de l'extérieur. L'aspect graphique de la matière englobe l'espace et constitue une enveloppe presque continue. Cet univers principalement vitré est ponctué d'éléments plus minérales, comme les escaliers qui marquent la transition avec l'extérieur.

Ainsi, l'architecte Max Dudler a souhaité dans cette gare faire ressentir la dimension souterraine en jouant sur les contrastes de lumière et l'effet d'ouverture tout en constituant une ambiance particulière claire et sereine à partir d'un dispositif technique et des caractéristiques de plusieurs matériaux différemment sensibles à la lumière.

Le métro de Stockholm a été pris en référence par Sensual City Studio pour la rédaction de la charte d'architecture. Les stations ont la particularité



[fig.13] Station de métro souterraine Rådhuset à Stockholm © Julian Herzog <http://julianherzog.com/albums/categories/genre-albums/architecture/>

d'avoir été creusé dans le sous-sol, ce qui leur confère des ambiances particulières. L'hygrométrie, la lumière et la relation à la profondeur qu'elles proposent en font une expérience unique pour les voyageurs. La matérialité souterraine est omniprésente, ce qui permet aux usagers de toujours avoir conscience qu'ils se trouvent sous la ville.

Les architectes ayant travaillé sur le Grand Paris expriment différentes visions pour le développement de la ville. Concernant le réseau de transport, l'AUC fait plusieurs fois référence à la Yamanote Line, la ligne de métro qui fait le tour de la capitale nipponne en s'arrêtant dans la plupart des quartiers célèbres de la ville. La particularité des gares tokyoïtes est l'interface immédiate qu'elles proposent entre le quai et le trottoir. Si cette référence est intéressante dans la conception du réseau, elle ne l'est pas à l'échelle de la gare, car il faut savoir que les stations ne sont pas souterraines et qu'elles ne sont donc pas sujettes aux mêmes problématiques. L'espace souterrain et ces caractéristiques sont particulièrement ressentis par l'utilisateur.

La variété des systèmes appliqués dans les stations de métro nous aidera à caractériser les gares et à mieux comprendre les logiques de conception afin de les mettre en relation avec l'histoire des stations de métro parisiennes à différentes époques. Les ambiances diverses définissent une base de références indispensable pour comprendre la conception des gares du Grand Paris Express.

2.4.2. L'urbanisme souterrain parisien

La ville de Paris est historiquement marquée par l'usage de ses souterrains. Depuis l'époque gallo-romaine, Paris puise dans son sous-sol pour construire en surface : le calcaire comme pierre à bâtir, le gypse pour le plâtre et l'argile pour la fabrication de tuiles et de briques. L'excavation de matière a provoqué des effondrements dans les carrières qui ont été consolidées. En 1779, Axel Guillaumot met en place un plan d'urbanisme souterrain à Paris (Piccirillo, 2018). C'est depuis cette époque que l'on a les premières informations sur le sous-sol parisien.

Hausmann fut le premier à s'intéresser à l'aménagement des dessous de la ville avec les égouts ouverts aux visites. Après lui, les urbanistes ont commencé à s'intéresser à l'espace souterrain. Au début du XXe siècle, Eugène Hénard dénonce l'encombrement anarchique du sous-sol et propose d'enfourmer les circulations urbaines. Il développe le principe de la rue à étages avec les réseaux camouflés au plus bas niveau.

L'urbanisation de la ville de Paris s'est accéléré avec le transport

ferroviaire, puis à partir des années 1950 avec la généralisation de l'automobile. Cette urbanisation très rapide et la croissance exponentielle ont conduit à l'éclatement de l'agglomération en une multitude de pôles : la ville-centre, les banlieues, les aéroports, ... Les réseaux de transports n'ont pas suivi le développement de la ville ce qui pose aujourd'hui de nombreux problèmes à l'échelle métropolitaine. Les banlieues sont mal desservies et les réseaux centrés sur Paris ne permettent pas de mobilité fluide entre les différents centres urbains (APUR, 2009).

Invisible aux yeux de la ville, le réseau souterrain sera d'abord préconisé pour les classes ouvrières. La rapidité par rapport au transports en commun de surface est aussi un atout de l'espace souterrain qui favorisera son développement dans le domaine des transports. La volonté de Paris de préserver son patrimoine urbain a aussi été un argument en ce sens. D'après Luka Novak, le métro parisien dessert uniformément les quartiers, ce qui en fait un réseau de transport « démocratique et transparent » (Novak, 2017). Si on peut estimer que c'est le cas dans la ville de Paris, ce ne l'est cependant pas à l'échelle de la métropole.

La ville de Paris s'intéresse donc particulièrement à ces espaces souterrains, étant donné que, contrairement à d'autres grandes capitales, elle a choisi de limiter la croissance verticale, en n'autorisant que l'émergence de points de signal. Cependant la relation qu'entretient le Paris du dessus avec le Paris du dessous semble aujourd'hui être semblable à celle que la ville a établi avec sa banlieue. Le souterrain a pour principale fonction de servir Paris, d'une part avec les réseaux (électricité, eau, gaz, fibre, ...) et d'autre part avec les infrastructures dédiées aux transport (métro, parkings).

D'après Jean-Louis Missika, chargé d'urbanisme à la ville de Paris, nous sommes à un tournant majeur en ce qui concerne l'utilisation des moyens de transport. L'adjoint à la mairie de Paris entend avoir l'« ambition urbaine de la profondeur » (Missika, réinventer.paris) pour sa ville. On retrouve les mêmes motivations concernant la conception du souterrain avec, comme deux idées majeures, la lumière et le lien à la surface : « apportant de la lumière naturelle et en créant une nouvelle relation verticale » (Missika, réinventer.paris).

2.4.3. Le Grand Paris Express : contraintes et enjeux

Dans une époque en proie à la rapidité, la mobilité est un enjeu majeur à l'échelle des métropoles. La Métropole du Grand Paris a ainsi imaginé un nouveau réseau de transports en commun pour réinterroger la proximité et intégrer les flux au cœur de la métropole. L'ouverture de l'ensemble des gares

est prévue échelonnée entre 2024 et 2030. Pour atteindre un rééquilibrage des territoires, aujourd'hui éclatés, mais qui connaissent malgré tout une croissance exponentielle, le réseau métropolitain du Grand Paris Express permettra une diminution des temps de transport (APUR, 2009). À l'horizon 2030, l'objectif donné est le suivant : 90% des Franciliens habiteront à moins de deux kilomètres d'une gare (Achour et al., 2017). Les temps de transport seront en moyenne divisés par deux. Pour une efficacité des mobilités, le réseau a été choisi enterré. Bien que les premiers tracés aient été proposés aériens et que les enquêtes d'opinion indiquent un sentiment d'insécurité dans l'espace souterrain de la part des usagers, les élus ont préféré opter pour un réseau souterrain. Soixante-huit gares ponctueront alors la métropole du Grand Paris. Véritables portes d'entrée et points d'articulation entre l'échelle urbaine et métropolitaine, elles représentent un enjeu majeur dans l'accès à la mobilité, l'image des villes et leur intégration à la métropole.

Les premières esquisses de tracé du réseau soumettaient la possibilité d'établir les transports exclusivement en aérien¹. Ce projet, développé pour répondre au sentiment d'insécurité des usagers dans l'espace souterrain d'après des enquêtes d'opinion, a cependant été mis de côté. Les élus ont refusé cette proposition, symbole selon eux des villes défavorisées (Auzannet, 2018). Le développement de l'urbanisme souterrain serait donc synonyme de ville contemporaine et prospère. Les gares du Grand Paris Express s'établissent à différentes profondeurs (Annexe) compte tenu de la géologie. Seules quatre gares ne sont pas souterraines. Les tunnels et l'axe des rails suit globalement la topographie. Les sites pourront donc avoir un rapport plus ou moins fort avec l'extérieur pour y faire, par exemple, entrer la lumière. On peut supposer que la qualité de lumière que l'on souhaite obtenir est liée aux caractéristiques du site.

L'ambition est donc aujourd'hui de mettre l'accent sur les flux dans la métropole du Grand Paris en réinterrogeant la proximité. Aujourd'hui, « l'accent est mis sur les centralités » (APUR, 2009) or, les centralités ce sont les gares. Ce sont les espaces privilégiés dans la création de lien entre les villes au sein de la métropole. Parfois combinées à d'autres programmes, elles doivent répondre aux nouvelles pratiques. L'ambition qui leur est donnée est le rééquilibrage des territoires pour tendre vers une métropole « polycentrique » (ibid.). Chaque gare, véritable interface entre deux échelles (le quotidien et le global) doit devenir une nouvelle centralité. Pour l'agence d'architecture AUC, la construction du Grand Paris se fera autour des gares : « Les lieux de transport en commun, ordinaires et extraordinaires, forment des espaces métropolitains par excellence. » (ibid.). L'AUC décrit même les gares comme « les portes internationales de la métropole » et « les lieux phares de la renaissance des quartiers » (ibid.).

1. Une chronologie présentant la conception du tracé du réseau du Grand Paris Express est disponible dans l'ouvrage de Pascal Auzannet, *Les secrets du Grand Paris : zoom sur un processus de décision publique*, Paris, Hermann, 2018.

Afin de répondre à l'ambition qui leur est donnée, l'architecture des gares doit autant contribuer à l'unité du réseau qu'à l'expression de la singularité de chaque ville. Un traitement unitaire doit donc être proposé sur l'ensemble du réseau. Cela impacte sur l'ambiance des gares, essentiellement au niveau des quais. L'éclairage, le mobilier et la signalétique seront partout les mêmes pour symboliser l'égalité de services dans le réseau. Les concepteurs, architectes, designers et créateurs du Grands Paris Express ont rédigé un manifeste dans lequel ils expriment aussi la volonté de retranscrire les spécificités de chaque territoire dans le réseau : « La culture révèle les énergies et les singularités de chaque territoire, de chaque personne, de chaque groupe. » (Achour et al., 2017). Ainsi, on peut supposer que les architectes s'inspireront grandement du contexte et que la localisation aura un impact dans la définition des concepts. La variété des territoires est donc un paramètre à prendre en compte dans l'analyse des ambiances, puisque le site influera sur la conception.

Pour les soixante-huit gares, ce sont plus d'une trentaine d'architectes qui ont été choisis par la Société du Grand Paris. Il était en effet souhaité une diversité architecturale qui, au-delà de l'identité instaurée dans la charte d'architecture, formule un lien au contexte urbain et crée une identité propre. Les concepteurs ont des ambitions communes à l'échelle architecturale, qu'ils présentent notamment dans un manifeste co-écrit par l'ensemble d'entre eux : *Grand Paris Express, Manifeste de la Création*. Les notions de polysensorialité, de cheminement, de lumière et d'émergence y sont abordées.

L'AUC déplorant par ailleurs une « pauvreté émotionnelle des lieux de transport » (APUR, 2009), l'apport d'une sensualité par l'architecture est un enjeu majeur pour rendre les gares agréables et en faire de véritables lieux de vie.

La conception des architectes est aussi de l'ordre du partage et de l'expérimentation. La Société du Grand Paris a fourni aux concepteurs un outils de travail leur permettant de se rendre compte de leurs intentions. Il s'agit d'un prototype de quai à échelle réelle se trouvant à La Fabrique du métro à Saint-Ouen. Cet espace est présenté comme un laboratoire et une vitrine pour comprendre et expérimenter le projet.

3. L'INFLUENCE NOTABLE DU CONTEXTE DANS LA CONCEPTION SOUTERRAINE

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

3.1. Une conception des ambiances dans un environnement prescrit

Afin de donner une unité à l'ensemble du réseau et de guider les architectes et les concepteurs en général dans leurs définitions des ambiances, la maîtrise d'ouvrage a fait appel à des spécialistes pour définir des chartes. Ces assistants à maîtrise d'ouvrage ont travaillé sur la question de l'architecture, de la lumière et du paysage. Les concepteurs ont dû travailler avec ces chartes mais leur interprétation et leur suivi varient. La conception de la lumière et le rapport à la profondeur diffèrent alors en fonction de la posture des concepteurs face aux prescriptions.

3.1.1. La prescription architecturale

L'agence Sensual City Studio a étudié la question des ambiances, de la place du corps et du rapport au temps et formulé des axes à destination des architectes. Ils ont été accompagné sur les questions plus spécifiques de la lumière et de l'échelle urbaine. L'atelier Coup d'éclat, composé principalement de concepteurs lumière, a prescrit l'ambiance lumineuse à destination des concepteurs lumière travaillant pour chaque gare. Enfin l'agence Nicolas Gilsoul architectures a apporté ses compétences en matière d'urbanisme et de paysagisme pour l'expression de la gare en surface.

Les architectes de Sensual City Studio ont élaboré des « pistes » et des « directives » (Marchetti, E.1) en se gardant d'être trop prescriptif. Cela permet aux architectes de pouvoir s'exprimer pleinement sans être trop contraints et ainsi de donner le meilleur d'eux-mêmes. Pauline Marchetti explique qu'ils n'ont pas souhaité, en tant qu'assistant à maîtrise d'ouvrage, se mettre dans un rapport d'égal à égal avec les architectes mais ils se sont employés à 'être là pour conseiller et accompagner la conception. Les concepteurs doivent appliquer les chartes mais Pauline Marchetti estime tout de même que les architectes sont libres d'interpréter la charte comme ils l'entendent (Marchetti, E.1). Concernant la charte relative à la lumière, les prescriptions sont plus directives et laissent moins de marge de manoeuvre aux concepteurs lumière.

L'agence choisie pour réaliser la charte d'architecture, Sensual City Studio, se définit comme un laboratoire d'idées, de création et de prospective urbaine. Les principaux membres de l'équipe sont Jacques Ferrier, Pauline Marchetti, Philippe Simay et Estefania Monpean. C'est une équipe principalement de recherche, mais qui réalise aussi des projets, dont la conception se veut dans la continuité de leur travail de recherches. Leur équipe pluridisciplinaire (architectes, urbanistes, designer, philosophe, géographe) entend avoir une réflexion de la ville dans sa complexité. La compréhension des enjeux à différentes échelles et nourrie de savoirs complémentaires permet d'enrichir les projets. Leur ambition est de « replacer l'homme au centre du projet » (Sensual City Studio, sensual-city.com). Ils investissent ainsi le domaine des sensations et des émotions pour les réintroduire dans la ville à différentes échelles : de la représentation à la fabrication d'un imaginaire de projet. Ils cherchent notamment à faire ressentir « la qualité de la lumière, de la matière » (ibid.). Dans l'espace souterrain, on peut alors se demander à quel imaginaire l'on souhaite se rattacher : le parti pris est-il celui d'une exploration des ambiances singulières souterraines ou celui de l'expérimentation dans un environnement considéré comme neutre ?

Le concept de ville sensuelle développé par l'équipe de recherche vise à générer « un urbanisme d'atmosphère, de matérialités et de contexte » (ibid.). L'univers urbain est décrit comme banal et artificiel et l'ambition de la

recherche est, par la ville sensuelle, de proposer une nouvelle approche basée sur l'expérience sensorielle complète dans un paysage construit. La technique n'est pas considérée comme une finalité et doit se fondre dans le paysage grâce aux progrès. Leur travail donne lieu à des cartographies sensibles dans lesquelles les données émotionnelles prédominent sur la spatialité géométrique. Ils établissent ainsi un travail de représentation graphique donnant à lire la mise en éveil des sens et mobilisant un nouvel imaginaire. Dans la définition d'espaces sensoriels, on fait référence à la notion de sensualité, qui doit être comprise au sens savant comme l'« usage discriminant des différentes sensations » (ibid.). Ainsi est définie la sensualité par Sensual City Studio.

L'homme perçoit l'espace par plusieurs de ses sens. Pauline Marchetti explique que les « sens sont liés » (Marchetti, E.1) et qu'ainsi, nos sens nous permettront de percevoir l'ambiance d'un espace. Si nos sens reçoivent des informations contradictoires, cela nous sera désagréable. Il est donc important de ne pas mentir à l'usager dans sa perception de l'espace. C'est pourquoi la charte d'architecture indique qu'il ne faut pas cacher la dimension souterraine des gares mais au contraire que l'architecture accompagne la transition.



[fig.14] Le parcours de la ville sensuelle © Sensual City Studio in Thresholds

L'identité des gares du Grand Paris Express est conçue en développant le concept de gare sensuelle. Pour définir les ambiances des gares, l'équipe de Sensual City Studio a visité les stations de métro de Naples et Stockholm. A

Naples, les stations ont été décorées par des artistes différents pour chaque gare sans chercher à créer une unité globale. Pauline Marchetti prend ce réseau en contre-exemple pour définir celles du Grand Paris Express. A Stockholm au contraire, on a « quasiment la même expérience » (Marchetti, E.1) d'une gare à l'autre. L'architecte décrit sa visite de l'espace comme une expérience d'enfouissement déstabilisante mais très agréable du fait de l'odeur et de l'humidité de caverne qui s'en dégage.

Véritables lieux de vie et espaces innovants, l'identité des gares se fonde sur le territoire d'une part et sur l'émotion qu'elles suscitent, le récit qu'elles inventent d'autre part. Avec la gare sensuelle, Sensual City Studio aspire à « renouveler la perception du quotidien » (ibid.) et à « réanchanter le paysage » (ibid.). Ces expressions interrogent le rapport que les usagers entretiennent avec leur environnement quotidien : est-il devenu banal du fait de la quotidienneté ? Comment l'architecture peut-elle offrir une expérience agréable dans un temps court ? Comment rendre agréable le paysage souterrain et réintroduire la dimension physique dans un environnement dématérialisé ? L'interactivité semble être la clé de ces nouvelles ambiances à créer.

Pauline Marchetti explique que tous les sens doivent être mis en éveil, et pas seulement la vue. La perception sensible est mise en œuvre par la lumière, les matières et les sons. La matière de l'ambiance ressentie dans sa globalité est composée de la lumière, du son, du climat et du mouvement. Ce sont les principaux éléments qui influent sur l'espace et sa perception. Dans la gare sensuelle, les ambiances ont une place majeure. Les architectes préconisent la diffusion de la lumière naturelle au plus profond, le maintien d'une certaine qualité de l'air frais et la coordination harmonieuse des bruits (liés à la sécurité et à l'information). Ils doivent concourir à créer une ambiance « rassurante, accueillante et créative » (Marchetti, Sensual City Studio, sensual-city.com). Il n'est pas naturel pour le corps humain de se trouver dans un environnement privé de lumière. Ainsi, Sensual City Studio semble avoir un a priori négatif sur l'espace souterrain tel qu'il est aménagé aujourd'hui : « L'expérience du métro ne peut plus se réduire à celle de l'engouffrement dans un monde souterrain » (Simay, Sensual City Studio, sensual-city.com). Cette expression renvoie à un imaginaire sombre, profond, en rupture avec la ville du dessus. Pour pallier cette impression, il est nécessaire de réintroduire la vie urbaine, notamment en travaillant sur le parcours et l'accessibilité.

Avec la gare sensuelle, l'utilisateur est au centre de l'architecture et il la ressent grâce aux ambiances. Sensual City Studio souhaite « renouveler la perception du quotidien » (Sensual City Studio, sensual-city.com) et il est ainsi prescrit dans la charte une interactivité entre l'architecture et l'utilisateur. L'environnement dans lequel on évolue aujourd'hui est principalement dématérialisé, avec l'usage des nouvelles technologies. Un besoin d'espace

physique se fait ressentir et l'interactivité permet d'y répondre en modifiant l'expérience par le partage des ambiances renvoyées par l'architecture et le design.

L'intérêt des prescriptions est d'apporter une unité au réseau du Grand Paris Express et de lui donner une « identité » (Marchetti, E.1). L'architecte prend la métaphore du bruit et l'oppose à la conception qu'elle préconise pour les gares. L'unité du réseau est importante puisque c'est lui qui va constituer l'épine dorsale de la métropole du Grand Paris. On retrouve des éléments communs à l'ensemble des gares pour lire cette unité comme l'arbre sur le parvis, signal d'entrée, et l'identité beaucoup plus prescrite des ambiances au niveau du quai. Cependant, les gares doivent avoir chacune leur propre caractère afin de faire écho aux territoires et à l'histoire de chaque ville dans lesquelles elles prennent place. Le fait de ne pas aller trop loin dans les prescriptions permet une variété des propositions architecturales, qui sont développées plus en phase avec leur contexte.

Les éléments et les ambiances mis en place permettent de donner une unité aux lieux et des caractéristiques sensibles à l'échelle urbaine et humaine. Une boîte à outils comprenant un ensemble d'éléments à intégrer aux projets a été imaginée. Elle se compose entre autres de mobilier urbain : panneau de signalisation, pavés lumineux, auvent, support à vélo et fontaine d'eau potable. Sur chaque parvis, un grand arbre remarquable sera planté. Ce sera le symbole de l'expression des gares sur l'ensemble du réseau et il sera visible de loin. En s'approchant de la gare et en parcourant le parvis, on pourra distinguer des pavés lumineux au sol qui s'activeront au passage des trains. On a ainsi, avant même de rentrer dans la gare, la perception d'un espace vivant sous nos pieds. Un lien est créé avec la ville du dessous, et de manière dynamique. On a l'impression d'un espace en mouvement en souterrain. L'interface est donc pensée poreuse. Les informations sont transmises par un dispositif d'ambiance ; on retrouve bien ici la notion d'interactivité proposée dans la charte d'architecture. L'attention du passant est attirée par le dispositif qui s'illumine au passage des trains. Le fait que le signal soit lumineux est aussi un élément important, cela montre que ce qui est en souterrain n'est pas forcément sombre mais est capable de diffuser de la lumière. La gare a un impact sur l'environnement urbain, non seulement d'un point de vue des mobilités, mais aussi dorénavant en apportant une nouvelle ambiance et une sensualité à la ville.

Un chemin tactile est mis en place depuis le parvis jusqu'aux quais. Cela fait appel à une nouvelle sensation, le toucher, qui implique le corps de manière plus prononcée dans l'architecture. Ce parcours est souligné par un usage spécifique de la lumière. Plus l'on descend dans la gare, plus la luminosité sera élevée. Ce schéma est repris dans la conception des dispositifs de descente. L'ascenseur par exemple bénéficie d'une luminosité qui augmente en

descendant vers les quais. C'est un dispositif de luminothérapie. Cela est conçu à l'inverse d'un espace souterrain naturel dans lequel la luminosité diminue en s'éloignant de la surface. On a alors l'impression que la lumière vient des quais et que c'est le réseau qui éclaire la gare. Cette symétrie de la lumière aux deux extrémités de la gare permet de prendre à contre-pied la sensation d'enfouissement et d'enfermement souterrain. La lumière n'est pas conçue comme un simple dispositif mais est au service de l'expérience. Elle appuie l'ambiance conçue et transcrit une nouvelle perception de l'espace.

Dans la définition de la charte finalement, la gare n'est pas le lieu de la conception d'une nouvelle ambiance lumineuse mais elle se place entre l'espace urbain et le réseau. La gare est illuminée par les flux qui s'établissent de part et d'autre. Elle joue le rôle d'un seuil à l'échelle urbaine, entre surface et sous-face. La dichotomie de la conception, entre unité et singularité, est métaphorisée par la lumière.

Le taux de pénétration de la lumière naturelle est assez réduit et d'après Pauline Marchetti, même en usant de moyens architecturaux, le résultat est globalement le même à une certaine profondeur : la lumière naturelle ne peut suffire (Marchetti, E.1). Selon elle, la lumière ne peut pas être la solution aux divers problèmes que suggèrent l'enfouissement en souterrain. Elle permet néanmoins de régler la question du rapport de l'homme à son environnement en faisant un lien avec le climat et le cycle circadien. Le cycle circadien, qui est le cycle de la lumière dans la journée et au cours de l'année, joue un rôle important pour le corps et le rapport au temps. Il est donc demandé aux éclairagistes de travailler sur une variation de la lumière au cours de la journée. En intégrant le cycle circadien dans l'espace souterrain, Sensual City Studio exprime la volonté de « reproduire à l'intérieur » « cette expérience d'extérieur » (Marchetti, E.1).

Un éclairage d'accentuation est prévu au niveau des seuils et ponctue le parcours. La lumière doit aider à guider dans le parcours et à orienter l'usager. Ces seuils sont des éléments peu marqués physiquement mais qui sont perceptibles par les dispositifs d'ambiance, pour plus de continuité dans le parcours. Ce sont par exemple des indicateurs d'une nouvelle étape, d'un autre rythme : le lieu de validation des tickets, un croisement nécessitant de s'orienter ou un panneau d'information. La lumière doit donc jouer un rôle important dans le parcours. Les cheminements seront progressifs et la transition d'une lumière naturelle à une lumière artificielle devra s'opérer de manière douce. La lumière accompagne les transitions pour préserver le corps du rapport brutal intérieur/extérieur. Ces deux espaces sont décrits par Pauline Marchetti comme opposés en termes d'ambiance climatiques et lumineuses puisque le premier est artificiel quand le second est naturel.

La charte d'architecture indique aussi des préconisations d'un point de vue de la matérialité. Sans imposer un matériau en particulier pour permettre

une variété et une déclinaison des formes architecturales, un avis concernant leur mise en œuvre est énoncé. Il s'agit du concept de sobriété qui doit être appliqué dans toutes les gares. Pauline Marchetti l'exprime ainsi « on a demandé aux architectes d'être frugaux, généreux et calmes dans le choix qu'ils faisaient des matériaux et de leur mise en œuvre » (Marchetti, E.1). Chaque architecte se devra de choisir un matériau qui sera décliné, et ce afin de ne pas brouiller le parcours et de définir des ambiances claires en ne gardant que l'essentiel. Cela peut se résumer ainsi : une architecture sobre et une thématique unique pour chaque gare.

Au niveau du quai, espace très contraint d'un point de vue technique, la charte se veut plus prescriptive. C'est un espace qui doit certes exprimer l'architecture de la gare et l'urbanité en surface, mais qui doit surtout montrer l'unicité du réseau. Sur les quais des différentes gares, on retrouvera donc des similitudes d'ambiances. A l'arrivée du train, la lumière change. Les parois du quai se trouvent illuminées et sur celles-ci ondulent des reflets. Un fil d'Ariane marqué par la lumière se déroule du parvis au quai, et du quai au parvis. L'ambition est de créer un « anneau lumineux » (Marchetti, E.1).

Partout dans la gare, la lumière joue un rôle prépondérant : « La lumière contribue à faire de l'engouffrement une expérience agréable. » (Sensual City Studio, sensual-city.com) Elle semble est la clef à la valorisation et à la variabilité des ambiances en souterrain. En effet, la lumière est hiérarchisée en fonction de l'espace dans lequel elle s'applique. La lumière des quais sera équivalente à la lumière sur le parvis, celle dans le tunnel sera semblable à celle en surface.

La question de la dimension souterraine n'est pas traitée comme l'élément prépondérant dans la conception des ambiances. Pauline Marchetti explique sa démarche vis-à-vis de l'espace souterrain : « Et cette question du sous-sol et du souterrain, on a jamais considéré ça comme premier, on a jamais voulu répondre à cette contrainte. La question de la contrainte n'était pas liée à sa situation géographique, elle était liée à la question des mobilités, à ce que ça va apporter comme transformations à l'avenir. Evidemment, une des données c'était le souterrain, mais il y en a plein d'autres. » (Marchetti, E.1). L'équipe a choisi de travailler sur le sujet des gares avant de savoir à quelle profondeur elles seraient situées afin de se concentrer davantage sur l'expérience que sur la technique. La profondeur et sa conception semblent noyés dans le programme de la gare, qui est un espace traversé et non un espace conçu comme une destination en soi. L'expérience de l'espace, son usage et les conditions environnementales ne peuvent être dissociés. C'est donc la mobilité, plus que l'aspect souterrain qui a joué un rôle dans la prescription des ambiances.

La mobilité est mise en scène avec la valorisation des ouvertures et des perspectives, la création d'espaces de respiration, des lumières d'accentuation,

la symétrie de la lumière, les seuils et l'environnement sonore. La verticalité et donc par extension la profondeur sont aussi mis en valeur par des paliers en double hauteur. La lisibilité des volumes induit une clarté des parcours, concept important à développer dans le cadre d'une infrastructure de transports. Sensual City Studio a orienté son travail sur la notion de parcours. Le temps de la descente peut être particulièrement angoissant et un travail sur le parcours et ses ambiances peut permettre d'en faire une expérience agréable. Par exemple, des liens visuels devront aider à s'orienter entre les différents niveaux avec l'usage de différents plans, comme dans un tableau. Pauline Marchetti propose aussi l'usage de « champs de perspectives pour avoir toujours une idée de là où l'expérience nous mène » (Marchetti, E.1). Tous ces dispositifs doivent aider l'utilisateur à se repérer dans l'espace souterrain.

La volonté de proposer une interface fine qui laisserait transparaître les caractéristiques changeantes et les activités entre la surface et la sous-face avec les pavés lumineux montre bien l'idée de continuité. Le lien entre ces deux espaces doit être fort pour ne pas avoir un sentiment de coupure. On cherche à « faire entrer la présence de la ville dans la gare » (Sensual City Studio, sensual-city.com). Cela s'établit par des puits de lumière naturelle, des vues vers l'extérieur, une écoute des bruits urbains, une restitution des variations climatiques, la correspondance du rythme diurne et nocturne et des continuités sensorielles de manière générale.

Les architectes, dans leur projet, pourront et devront essayer d'employer au maximum ces outils afin de garantir un effet de transition comparable sur l'ensemble du réseau et d'apporter une dimension sensuelle pour de nouvelles expériences sensibles.

3.1.2. La posture des concepteurs face à la prescription

Les prescriptions sont une source d'inspiration importante pour les architectes et les concepteurs lumière, notamment pour la conception de la lumière et le ressenti de la profondeur. Ce sont là deux facteurs d'ambiance prépondérants dans la création d'un espace souterrain et sur lesquels Sensual City Studio et Coup d'éclat ont émis un certain nombre d'idées à suivre.

La conception de la lumière s'établit en deux volets avec d'une part la lumière naturelle et d'autre par l'éclairage artificiel.

Les rédacteurs de la charte demandent à ce que la lumière naturelle soit amenée au plus profond mais aussi qu'on ait la sensation qu'elle vienne du réseau. Ces idées sont reprises par certains architectes. Dans leurs projets, ils essaient au maximum d'apporter de la lumière naturelle en profondeur.

Elena Ranalletti de l'agence Explorations architecture souhaite un « maximum de lumière naturelle » (E.3) dans l'ensemble de la gare de Val-de-Fontenay. Les concepteurs lumière expriment tous l'envie d'intégrer la lumière naturelle. Les agences Light Cibles et Cosil Peutz entendent y faire largement recours, « utiliser autant que faire se peut les apports de lumière naturelle » (Cédé, 2017) et donner « une large place à la lumière naturelle » (Creach-Dehouche, 2017). Pour les concepteurs lumière de Concepto, l'apport de lumière naturelle est important, non seulement pour l'éclairage mais aussi pour le ressenti des usagers. Ils expriment alors le but de leur conception de la lumière naturelle comme étant celui d'« augmenter les sensations de lumière du jour » (Nicolas, 2017). Cela rappelle l'ambition de la charte de faire appel aux sens.

Marion Busson de l'agence Ateliers 2/3/4/ est quant à elle la seule architecte à faire mention de l'éclairage à l'échelle du réseau censé symboliser l'unité du Grand Paris Express : « [il] est demandé, que la lumière vienne du réseau » (E.6). Les architectes ne prennent donc peut-être pas autant en compte cette seconde source lumineuse, qui n'est d'ailleurs pas du tout considérée comme secondaire par Sensual Design Studio.

La lumière est un outil qui permet de répondre à certaines exigences sur l'ensemble du projet. L'unité du réseau et la singularité de chaque gare peuvent alors s'exprimer par la conception de différentes ambiances lumineuses selon les gares. L'agence de conception lumière Cosil Peutz a travaillé en ce sens et a ainsi défini des concepts de lumières variables en fonction de l'architecture des gares : « Plutôt que de créer des projets, il s'agissait surtout de mettre en valeur chaque gare selon ses caractéristiques. »

(Creach-Dehouche, 2017). Cette démarche participe à l'élaboration d'une identité associée à chaque gare, à leur caractère, au territoire dans lequel elles s'implantent et à l'histoire de chaque ville.

La lumière doit d'après la charte donner un rythme à l'architecture et marquer la hiérarchisation des espaces. Dans la gare de Vitry, la lumière est conçue pour souligner l'ambiance et révéler l'architecture au moyen de « différents types d'éclairage, d'ambiance » (E.2). La conception de dispositifs variés est ici liée aux espaces et à leurs usages. Les concepteurs lumière de Concepto ont élaboré un parcours lumineux qui permet de rythmer l'expérience de l'utilisateur : « Des accents de lumière ponctuent les déplacements afin d'offrir une hiérarchisation des espaces et un guidage instinctif. La disposition des luminaires et leur intensité s'adaptent au flux des voyageurs. » (Soulard, 2017). Cela permet aussi une meilleure orientation dans l'espace grâce à la lumière comme demandé dans la charte qui indique de faire appel aux sens pour influencer sur le parcours de l'utilisateur.

Ce n'est cependant pas le cas dans toutes les gares. Dans la définition du parcours, les concepteurs lumière de l'agence Cosil Peutz ont une démarche qui consiste plutôt en une continuité de l'ambiance lumineuse. Le parcours lumineux commence en « part[ant] de la lumière du jour dans le hall, pour

descendre vers les quais en sous-sol en donnant l'impression que la lumière naturelle nous accompagne avec les mêmes températures de couleur et intensité » (Creach-Dehouche, 2017). Ainsi, on n'aura pas la sensation de différents espaces mais plutôt d'un seul qui vient faire lien entre la surface et le niveau des quais. Ce type de parcours est moins séquencé mais il permet une plus grande continuité avec l'espace urbain dans une optique de réduction de l'interface, comme demandé dans la charte.

Un des thèmes importants décrits dans la charte d'architecture est le maintien du cycle biologique de l'homme lors de l'expérience souterraine. Cela consiste en un éclairage qui se rapproche de la lumière du jour afin de ne pas perturber le cycle biologique en reproduisant l'intensité et la couleur de la lumière. Quatre des cinq agences d'architecture ayant été questionnées pour cette étude y font référence en précisant que c'était une demande de la maîtrise d'ouvrage et de la charte : « la SGP [y] était assez sensible » (E.3), « [la SGP l'a] intégré dans le concept » (E.5). Le cycle circadien est un des aspects que les architectes ont particulièrement retenu de la charte et auquel il font le plus facilement référence. Cependant et bien que la maîtrise d'ouvrage ne souhaite plus l'intégrer dans l'ensemble des gares pour des problématiques de coût essentiellement, les architectes ont voulu le conserver autant que possible. Ils essaient de garder certains aspects de l'éclairage prenant en compte le cycle circadien comme l'intensité variable ou l'utilisation d'un éclairage binaire en fonction du jour et de la nuit. Par exemple, Elena Ranalletti a réussi à intégrer « quand même des variations [...] dans l'intensité, pas dans la couleur mais dans l'intensité » (E.3). De même, Amélie Fritzlar inclut dans l'éclairage la variabilité en fonction du moment de la journée : « on baisse un peu la nuit l'éclairage » (E.5). Yann Sepulveda quant à lui souhaite aussi une fluctuation de l'éclairage mais sans vraiment de rapport avec le cycle circadien, simplement « pour varier un peu les ambiances » (E.2). Ainsi la rapport à la charte d'architecture peut s'établir différemment et peut être une source d'inspiration pour la conception des ambiances.

Les concepteurs lumière font tous référence au cycle circadien, et souvent à sa prescription dans la charte, et y montrent un réel intérêt. C'est pour eux un véritable défi technique qu'ils doivent intégrer à la conception. Le cycle circadien n'est pas vu comme une contrainte, simplement comme une donnée supplémentaire à intégrer. 8'18" et Lights Cibles expliquent le type d'éclairage prévu : « il nous est demandé d'en [LED] faire une utilisation intelligente avec de la gradation, de l'éclairage circadien » (Migeon, 2017), « un éclairage évolutif qui reproduit le plus possible le cycle de la lumière du jour » (Cédé, 2017). Les concepteurs lumières avaient donc bien prévu d'intégrer le cycle circadien à l'éclairage, mais au vu des changements dans le discours de la maîtrise d'ouvrage, cela a dû être modifié.

Bien que Sensual City Studio ne considère la profondeur uniquement comme une donnée parmi d'autres, celle-ci est la source d'inspiration de nombreux architectes. Le ressenti de la profondeur s'accorde dans le discours des prescripteurs et des concepteurs. Marion Busson des Ateliers 2/3/4/ explique la référence faite aux directives : « dans la charte d'architecture de Jacques Ferrier, ils nous disent de faire très attention à ça », de « réduire cet effet étouffant et stressant » (E.6). Les architectes sont conscients que le parcours et l'expérience de la descente doivent être pensés pour diminuer l'angoisse de la profondeur. Ils admettent aussi de leur côté que « Ce n'est jamais très agréable de descendre dans les profondeurs, comme sensation » (Frédéric Neau, 2015). Cette entente sur le ressenti de la profondeur permet de concevoir des parcours qui seront jugés agréables pour les usagers.

Les architectes s'appuient sur une des idées développées dans la charte qui est de ne pas mentir à l'usager sur la situation souterraine de la gare. Yann Sepulveda de l'atelier King Kong et Elena Ranalletti de l'agence Explorations architecture ont en effet souhaité exprimer la vérité à travers l'architecture de leurs projets : « on ne leur cache pas qu'on est sous terre » (E.2), « On ne nie pas le fait qu'on est en profondeur » (E.3). Il peut y avoir différentes manières d'exprimer la dimension souterraine et ces architectes ont choisi d'en faire le concept phare de leur projet. Ils insistent sur la profondeur et cela est perceptible par la matérialité et les ambiances lumineuses.

Cette relation à l'espace souterrain est plus ou moins perceptible selon les projets. Alors que Yann Sepulveda explique qu'il ne cherche pas à « faire croire qu'on est à l'extérieur » (E.2), Aldric Beckmann veut quant à lui « faire croire qu'on est encore quasiment au niveau du sol » (E.4). Ces deux démarches s'opposent et la seconde ne tient pas en compte les prescriptions de la charte. Les différentes profondeurs auxquelles les gares s'établissent peut être la raison de cette différence dans la conception. La gare d'Aulnay qui est très peu profonde est conçue comme une gare de surface. L'architecte a choisi de se concentrer davantage sur le lien à la surface et à la continuité des ambiances en introduisant avec une plus grande continuité la vie urbaine. Cette idée est aussi prescrite dans la charte. L'architecture de la gare d'Aulnay, bien qu'elle ne réponde pas à la directive concernant la perception de l'espace souterrain dans une idée de vérité pour l'usager, permet de renforcer une des autres pistes établies dans la charte qui est celle de la continuité avec l'extérieur.

Les prescriptions faites dans la charte ne sont pas forcément toujours utiles aux concepteurs. Pour certains, les idées qui y sont développées correspondent aux concepts qu'ils élaborent habituellement. C'est le cas par exemple de l'agence Explorations architecture qui a l'habitude d'imaginer des bâtiments très sobres en terme de matérialité. La frugalité dans l'usage et le choix des matériaux est une idée que l'on retrouve à la fois dans le discours de Pauline Marchetti et dans celui d'Elena Ranalletti. Cette dernière explique le

concept de sobriété développé pour la gare de Val-de-Fontenay : « il faut faire en sorte que chaque élément s'exprime de façon claire sans des choses qui ne sont pas essentielles » (E.3). La volonté de ne pas concevoir un environnement « bruyant » (E.1) de Sensual City Studio est ici commune au prescripteur et au concepteur. Cette volonté d'un lieu calme et sans artifice inutile a guidé la conception d'Aldric Beckmann pour la gare d'Aulnay pour laquelle il a souhaité être « le plus doux possible, le plus diaphane possible, le plus léger » (E.4).

Les directives de la charte peuvent être pour certains concepteurs comprises comme des données premières de laquelle découle l'ensemble des dispositifs conçus. L'agence Concepto a choisi de s'en inspirer fortement et en a fait la base de sa réflexion : « en nous appuyant sur les principes de base de la charte, nous avons notre fil conducteur » (Nicolas, 2017). Les concepteurs font parfois référence aux prescriptions de manière explicite « Tout d'abord, nous avons attentivement étudié la charte définie par Coup d'éclat ; c'est un support à la fois très inspirant et cadré. » (Cédé, 2017), ou encore au « manuel de [...] l'éclairage dans les gares » (E.6)

Les concepteurs reprennent aussi dans leurs propos des concepts décrits dans la charte mais sans y faire référence explicitement.

Les contraintes viennent surtout de la maîtrise d'ouvrage et des normes. En effet, dans une gare souterraine de nombreuses réglementations existent et sont assez strictes, notamment d'un point de vue de la sécurité. Plusieurs architectes en font part : « sécurité incendie » (E.3), « des raisons de sécurité, et des problématiques qui ne sont pas d'ordre architectural, mais plus sécuritaire, incendie » (E.4), « des réglementations strictes par rapport à l'incendie » (E.6).

Ces normes contraignent l'ambiance souhaitée par les concepteurs et en particulier les ouvertures laissant passer l'air et la lumière. Amélie Fritzlär qui travaille pour l'agence Kengo Kuma & associates s'en désolé : « tout est fermé, c'est une condition de sécurité » (E.5). Dans les endroits profonds, les possibilités de lumière naturelle et de vue sur l'extérieur sont donc réduites du fait des normes de sécurité. De plus, la maîtrise d'ouvrage apporte des contraintes supplémentaires. Elena Ranalletti estime que « les contraintes [...] que la SGP impose [...] sont encore plus restrictives sur certains aspects. » (E.3) par rapport aux normes françaises, ce qui ne facilite pas la conception et permet une moins grande liberté pour les concepteurs et donc une variation des ambiances entre les gares réduite. Par exemple, la lumière et plus particulièrement l'intensité lumineuse sont fortement régis. Les concepteurs lumière doivent respecter des seuils minimaux de telle sorte que « L'éclairage doit être de 150 lux au sol dans les escaliers, de 100 lux dans les espaces de circulation horizontaux et de 200 lux aux points d'accueil. » (Creach-Dehouche, 2017).

A la différence des architectes qui déplorent les contraintes qui sont dictées en terme de sécurité, les concepteurs lumière voient ces impositions comme bénéfiques dans le processus de conception. L'agence Cosil Peutz

estime que « Les fortes contraintes imposées ont considérablement enrichi ce projet et cette expérience a été pour nous extrêmement positive. » (Creach-Dehouche, 2017). Il faut en revanche prendre en compte le fait que les concepteurs lumière sont bien moins contraints par la maîtrise d'ouvrage que les architectes : « la RATP, [...] laisse une grande liberté aux concepteurs lumière, avec une volonté d'harmonisation ultérieure » (Cimadevilla, 2017). De plus, ils ont pu retravailler la charte lumière de Coup d'éclat lors d'ateliers dédiés. Rémy Cimadevilla de l'agence 8'18" explique par ailleurs qu'une grande liberté est donnée dans l'interprétation de la charte, comme c'est le cas pour les architectes : « nous avons la possibilité de nous en [la charte] écarter, à condition d'argumenter nos choix » (Cimadevilla, 2017). Ainsi, même s'il existe des contraintes techniques non contournables, des solutions sont possibles pour s'écarter des prescriptions.

Avec ces différentes opinions sur les préconisations, on peut penser que les concepteurs lumière ont su apporter aux architectes des solutions pour approcher les ambiances que ces derniers conçoivent, et par exemple réduire la sensation d'enfermement due aux exigences des normes incendie.

La charte d'architecture n'est finalement pas perçue comme une contrainte. De par ses nombreuses directives, elle permet aux concepteurs de choisir les démarches qu'ils souhaitent s'approprier dans leurs projets, en fonction du concept qu'ils développent et de la situation géographique et souterraine. Les contraintes pour la conception des ambiances en souterrain sont en grande partie liées au programme. Dans le cas d'une gare, celles-ci sont très imposantes.

Les architectes prennent en compte les prescriptions de la charte sur la lumière dans leur travail qu'ils définissent avec les concepteurs lumière. Leur travail commun sur l'ambiance est intéressant à analyser pour comprendre dans quelle mesure l'un et l'autre la conçoivent.

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

3.2. Un contexte de travail multicéphale

Le projet du Grand Paris Express est d'une envergure telle qu'il regroupe de nombreux acteurs qui doivent coordonner leur travail afin que l'ensemble soit cohérent. Leurs compétences sont variées et au sein même de chaque gare, plusieurs corps de métiers conçoivent ensemble : architecte, artiste et concepteur lumière. Leurs méthodes de travail et l'apport de chacun d'eux au projet contribue à affiner le rôle de la lumière et le rapport à la profondeur.

3.2.1. La co-conception entre architecte et concepteur lumière

Dans l'ensemble des gares, un concepteur lumière a été associé à l'architecte. La lumière étant une problématique centrale de l'espace souterrain, il était important de s'entourer de spécialistes tant pour leurs compétences techniques que artistiques. Le métier de concepteur lumière est relativement nouveau puisqu'il est né dans les années 80. Il consiste à entreprendre une recherche esthétique en prenant fortement en compte les contraintes techniques ou à développer des concepts de lumière. Les concepteurs lumière ont des compétences en éclairage intérieur et extérieur, ce qui leur permet d'intervenir sur l'ensemble d'un projet. Pour les gares du Grand Paris Express, leur travail consiste à définir les espaces extérieurs tels que le parvis ou la façade mais aussi les espaces intérieurs, que ce soit l'émergence, les espaces de circulations verticales ou encore le quai.

Cependant les concepteurs lumière n'ont pas tous eu la possibilité d'intégrer le projet dans les premières phases de conception, et c'est pourquoi leurs interventions ne sont pas du même ordre. Certains ont pu définir des concepts très en amont et définir avec l'architecte des dispositifs très liés à l'architecture de la gare quand d'autres n'ont malheureusement pu n'avoir qu'un avis à donner sur le type de luminaire à utiliser par exemple.

Les équipes de concepteurs lumière et d'architectes ont opté pour différentes méthodes de travail, en fonction des envies de chacun et de l'avancement au moment de l'intégration du concepteur lumière au projet. L'architecte, même s'il n'est pas un professionnel des ambiances lumineuses s'attache à la conception de cet élément clé dans la perception de l'espace, c'est ce que relate un des concepteurs lumière : « Ils ont tous manifesté un vrai intérêt pour la conception lumière : certains l'encadrant de près, tandis que d'autres étaient plutôt en "réaction" à nos propositions. » (Cédé, 2017). Vraisemblablement, les architectes étaient plus ou moins investis dans la conception de la lumière.

Certains architectes ont en effet des idées très précises sur ce qu'ils souhaitent en terme de conception de l'ambiance lumineuse, ce qui ne laisse pas beaucoup de possibilité de latitude créative aux concepteurs lumière. C'est le cas par exemple pour la gare de Val-de-Fontenay, dans laquelle Elena Ranalletti a conçu une ambiance globale avec une idée précise de la lumière à mettre en œuvre dans les différents espaces. Elle dit à ce sujet : « j'avais déjà imaginé [l'ambiance lumineuse] » (E.3), puis continue logiquement : « c'est moi qui ai dit à l'éclairagiste ce que je voulais » (E.3).

Dans d'autres cas, la conception est totalement laissée au concepteur lumière et l'architecte n'intervient que très peu. Dans ce cas, il s'inspire

généralement du travail déjà réalisé à l'échelle architecturale. Ainsi, Yann Sepulveda explique que Lights Cibles « a étudié les différentes ambiances » (E.2) pour réaliser le projet lumière. Pour la gare de Saint-Denis Pleyel, Amélie Fritzlar insiste sur le fait que les concepteurs lumière se sont inspirés des éléments de l'architecture : « Ils sont partis du design du plafond pour créer cette ambiance lumineuse qui respecte le programme. » (E.5). Il est intéressant de voir que le concepteur lumière s'inscrit dans une continuité par rapport à l'échelle architecturale afin qu'il y ait une réelle cohérence et qu'il ne cherche pas à se démarquer en insistant trop fortement sur les dispositifs lumineux.

Le travail du concepteur lumière est toujours en phase avec les concepts développés par l'architecte. Par exemple, les dispositifs proposés pour la gare de Nogent « étai[ent] parfaitement en harmonie, en accord avec la position » (E.3). L'architecte garde la main sur le projet et c'est lui qui choisira d'accepter l'ambiance lumineuse prévue pour le bâtiment.

Le collaboration entre l'architecte et le concepteur lumière peut aussi être l'occasion de mener une vraie co-conception. Ce fut tout particulièrement le cas entre l'agence Ateliers 2/3/4/ et Concepto. Marion Busson qui a travaillé sur les gares de Massy-Opéra et Antony-pôle a beaucoup apprécié ce travail de conception en commun et estime que « c'est vraiment une collaboration », « un échange » (E.6). Cela permet d'avoir une ambiance lumineuse très en accord avec l'architecture et le parcours imaginé depuis la surface, en profondeur puis jusqu'au quai.

De leur côté, les concepteurs lumière relatent une expérience vraiment commune. La perception, ou l'expression, de la méthode de travail est légèrement différente. Tous expriment avoir eu l'expérience d'une conception vraiment commune un partage des idées. Lights Cibles explique sa démarche de travail : « nous avons eu de nombreux échanges conceptuels avec les différents architectes, tentant de trouver des approches communes, une transversalité lumière » (Cédé, 2017). Cette idée de transversalité lumière montre que les concepteurs, qui travaillaient pour la plupart sur plusieurs gares assez proches géographiquement, ont essayé de créer une autre échelle commune en terme d'ambiance. Entre l'unité du réseau et la singularité de chaque gare, un autre degré d'ambiance se dessine, associé à la ligne de métro faisant le lien entre plusieurs gares assez proches.

Les concepteurs lumière ont apporté une dimension artistique et des connaissances techniques au projet lumière des gares. Ces apports aux projets sont relatés autant par les architectes que par les concepteurs lumière.

Les concepteurs lumière contribuent parfois à la définition d'effets d'ambiance à l'échelle architecturale. Ils peuvent travailler sur les séquences d'ambiances avec les architectes, comme ce fut le cas pour la gare de Massy-Opéra. L'équipe, très soudée dans la conception, a imaginé des « dilatations d'espaces » et des « liens visuels » (E.6) au moyen de la lumière. Ce

travail sur la mise en valeur de la volumétrie et la mise en scène de la lumière influe sur l'expérience du voyageur et contribue à lui faire ressentir l'espace, la profondeur et le lien à l'extérieur. Les concepteurs lumière sont conscients de l'apport de leurs connaissances et de leurs capacités dans l'expérience de l'utilisateur. Ils entendent « offrir une perception émotionnelle aux voyageurs » (Nicolas, 2017). Le travail sur la lumière permet d'aiguiser le ressenti de l'espace. De façon plus précise, la lumière oriente le parcours du voyageur et lui indique les différentes étapes de son parcours en hiérarchisant les espaces. Pour les concepteurs lumière de Cosil Peutz, « L'objectif était d'animer l'espace, de créer des focus et de bien coordonner l'éclairage général et les lumières d'accentuation. » (Creach-Dehouche, 2017). Deux types d'éclairage sont donc conçus dans le souterrain pour une ambiance globale ponctuée de moments plus intenses qui sont autant de marqueurs dans le parcours pour attirer l'attention de l'utilisateur sur l'information liée au programme de la gare et sur sa situation dans la descente en lien avec la profondeur.

Ces nouveaux acteurs de la conception de l'ambiance ont permis d'affiner celle-ci en mettant en valeur certains espaces par la lumière et en rendant possibles les ambitions des architectes. Cette variété dans l'éclairage peut aussi être variable. Yann Sepulveda exprime par exemple son souhait d'une variabilité des ambiances dans le puits : « il semblait intéressant d'avoir différentes ambiances, enfin différents types d'éclairages » (E.2). Pour répondre à cette problématique, Light Cibles a « proposé d'avoir une lumière évolutive » (E.2). Les concepteurs lumière ont alors pour mission de trouver des solutions pour les ambiances imaginées qui ne sont pas uniquement techniques mais qui apportent des qualités supplémentaires aux espaces. Ils relatent cette même expérience de conception : « Nous nous sommes attachés aux matériaux utilisés, à l'environnement immédiat, au concept architectural. » (Cédé, 2017). Ils essaient alors de se placer dans une continuité immédiate avec les idées développées par l'architecte, en s'intégrant au mieux et en prenant en compte la matérialité. Les concepteurs lumière sont aussi force de proposition dans la création de l'ambiance : « Pour le cycle circadien, nous avons proposé deux scénarios, un pour l'hiver, l'autre pour l'été. » (Creach-Dehouche, 2017). Ils s'intéressent à la temporalité de l'éclairage sur un temps long, ce qui permet une variabilité pour l'utilisateur et le maintien d'un contact avec le monde extérieur. Cet apport est important dans la perception de l'espace.

La conception de la lumière, outre la définition des ambiances intérieures, est l'occasion de mettre en avant l'émergence du bâtiment. Pour l'agence Light Cibles, cela représente une grande part de leur mission « notre travail a consisté surtout à mettre en valeur le bâti à l'extérieur » (Cédé, 2017). L'espace du parvis, première étape dans la descente, n'est donc pas à négliger puisqu'il constitue autant le seul lien à la ville possible de l'espace souterrain que son expression à l'échelle urbaine. Les dispositifs lumineux seront particulièrement visibles la nuit. Dans le cadre d'un travail de conception très

fin avec l'architecte, les concepts internes peuvent s'exprimer à l'extérieur et ainsi prolonger l'espace de la gare. Pour la gare d'Antony-pôle, les concepteurs lumière de Concepto ont apporté une dimension artistique grâce à l'usage de la lumière : « Ça projetait ces ombres chinoises sur le parvis comme si la gare s'étendait sur le parvis la nuit. » (E.6). Ils ont donc développé un éclairage dans la continuité de l'ambiance intérieure tout en exprimant leur créativité. Dans ce projet, la lumière a été imaginée et conçue par les deux acteurs de manière conjointe.

Dans certains cas, le concepteur lumière est une aide technique pour l'architecte. Le concepteur lumière ne crée pas une ambiance mais il permet sa mise en œuvre. Pour le projet de Val-de-Fontenay, Elena Ranalletti énonce les rapports qu'elle a eus : « il dit : "j'ai compris ce que vous souhaitez, effectivement on va le faire et il faut le faire de cette façon-là" » (E.3). Cela montre bien que le concepteur lumière, ici 8'18", n'apporte que des solutions techniques et ne se mêle pas de la conception des ambiances, préalablement imaginées par l'architecte. Il est assez intéressant de voir que 8'18" est la seule agence qui n'exprime pas le fait d'avoir contribué à l'élaboration de l'ambiance. Les concepteurs lumière expliquent cependant les aspects techniques de leurs projets avec d'une part les techniques d'éclairages : « Toutes les gares seront éclairées à 100% en LED » (Migeon, 2017) et d'autre part les méthodes permettant de les tester : « Ce projet [...] intègre le savoir-faire technique actuel de l'éclairage, comme l'utilisation du logiciel Revit pour les rendus, alimenté en 3D et intégré au BIM. » (Migeon, 2017). Le concepteur lumière peut alors aussi être une ressource pour l'intégration de technologies innovantes au projet qui favorisent la conformité à l'ambiance imaginée. Il a la connaissance des techniques d'éclairage récentes et peut choisir celle qui correspond le mieux à l'ambiance imaginée. Un nombre très important de sources de lumière existe et ils ont pour la plupart choisi d'utiliser des ampoule LED qui sont économiques d'un point de vue énergétique et qui offrent une bonne qualité lumineuse : « nous avons prévu des appareils équipés de sources LED RVB et RVBW. » (Creach-Dehouche, 2017). Elles sont souvent choisies dans des températures chaudes, soit plus de 5000 Kelvin, afin de s'approcher de la lumière du jour. En fonction des espaces et des moments, différentes températures de couleurs sont prescrites avec l'utilisation d'« une lumière dynamique à changements de température de couleur » (Cédé, 2017). Ces apports techniques viennent compléter les connaissances que l'architecte peut avoir sur l'éclairage de manière beaucoup plus précise afin que l'ambiance réelle soit la plus proche de celle conçue.

Ensemble, architecte et concepteur lumière ont conçu des dispositifs pour que la technique soit bien intégrée à l'architecture. Ils qualifient l'ensemble des dispositifs de « scénographique » (E.2). Cela indique qu'ils travaillent en

imaginant la gare comme un lieu de représentation théâtrale, en agencant une scène et un décor qui sont le futur espace dans lequel l'acteur, usager du lieu, va intervenir. La place de l'utilisateur, son parcours et les vues qu'il va avoir sont bien prises en compte dans la conception de l'éclairage.

En fonction des projets, les dispositifs sont plus ou moins visibles. A Nogent par exemple, la technique est montrée comme un élément rapporté, alors que dans les autres gares, les dispositifs tentent de cacher la source de la lumière. Cela permet à l'utilisateur de ressentir la lumière sans se poser la question de sa nature. C'est la démarche des agences Light Cibles et Concepto : « en intégrant les matériels au site avant de les rendre quasiment invisibles et de ne laisser à voir que l'effet lumineux. » (Cédé, 2017), « Intégrer les appareils [...] afin de les rendre le plus discret possible dans la journée » (Soulard, 2017). Tout est conçu par rapport au ressenti de l'espace qu'en aura l'utilisateur.

Il est prévu des dispositifs très fortement intégrés à l'architecture et qui utilisent la caractéristique souterraine. Par exemple, pour la gare de Val-de-Fontenay, l'éclairage est placé dans les galeries techniques délimitées par les parois moulées et la structure porteuse de la gare. Cet espace n'est généralement pas utilisé au profit de l'ambiance. Ici, le dispositif consiste à placer un éclairage dans cet espace résiduel qui est fermé par une paroi translucide laissant passer la lumière. La source n'est pas visible, et la lumière latérale peut symboliser que le souterrain est éclairé par la terre qui l'entoure. Cela donne une impression plus légère et permet d'ouvrir l'espace : il ne s'arrête pas là où l'utilisateur est autorisé à circuler. L'impression que d'autres espaces souterrains se déploient autour de lui peut réduire la sensation de claustrophobie.

Dans le projet de la gare d'Antony, un éclairage trouve aussi sa place dans un espace résiduel. Afin d'éclairer le parvis, l'équipe a conçu un dispositif « Entre la façade vitrée et la maille verticale » (E.6). Cela n'est donc pas visible depuis la rue et l'impression donnée est celle d'un éclairage venant de la gare, et donc par extension du souterrain.

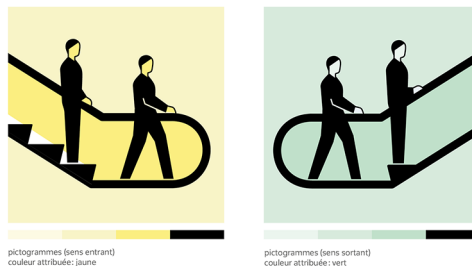
Enfin, les concepteurs lumière essaient aussi de rationaliser les dispositifs pour en faciliter l'usage : « Afin de simplifier au maximum ces opérations, nous avons réduit les typologies d'appareils » (Creach-Dehouche, 2017). Cela est nécessaire pour des raisons économiques mais peut contribuer à affaiblir la variabilité des ambiances.

Ainsi, les concepteurs lumière jouent un rôle important dans la création des ambiances lumineuses des gares souterraines. Ils trouvent des solutions artistiques et techniques dans le prolongement des idées conceptuelles développées par l'architecte. Ils apportent et intensifient notamment la notion de rythme dans l'architecture afin de séquencer le parcours et de faire de l'enfouissement une expérience agréable pour l'utilisateur.

3.2.2. L'apport d'une dimension artistique plurielle

Le designer et l'artiste ont une place importante dans la conception des gares. Ces acteurs, qui travaillent à l'échelle de l'objet ou de l'installation s'emparent parfois de la notion de profondeur et jouent avec la lumière dans l'espace souterrain. Par l'art peuvent être renforcés les concepts architecturaux ou être apportée une nouvelle dimension sensible.

Pour concevoir les dispositifs d'information voyageur et le design dans toutes les gares, le Grand Paris Express a fait appel aux designers Jouin et Baur. Ruedi Baur est graphiste et designer. Il a réalisé l'ensemble du système d'informations voyageurs, l'identité visuelle et la signalétique des gares. La principale difficulté a été d'établir une cohérence et une continuité liée à l'intermodalité et au réseau existant. La conception consiste à mettre en avant la gare et son fonctionnement, soit son contexte urbain, les repères construits ou géographiques pour favoriser l'orientation tout au long du parcours. Ruedi Baur souhaite « favoriser le lien entre le sous-sol et la réalité urbaine en surface » (Baur, irb-paris.eu). Sa démarche s'accorde avec celle de la charte d'architecture. Une typographie et un ensemble de pictogramme ont été conçus pour le réseau. Il est intéressant de s'attarder sur les pictogrammes qui utilisent un code couleur en fonction de la direction prise par l'utilisateur. Dans le sens entrant dans le réseau, les pictogrammes sont sur fond jaune, tandis que dans le sens sortant, ils sont sur fond vert. Le choix de ces couleurs dénote certainement d'une volonté d'influencer l'utilisateur. Le jaune symbolise souvent la lumière et l'emploi de cette couleur pour indiquer un chemin vers un lieu souterrain ne semble pas évidente. A la lumière des prescriptions de Sensual City Studio sur les ambiances lumineuses dans les niveaux les plus profonds, on comprend bien pourquoi le jaune a été choisi. Avec la même volonté, Ruedi Baur cherche à signifier la clarté et la luminosité des espaces souterrains du Grand Paris



[fig.15] Pictogrammes pour la signalétique du Grand Paris Express © Intégral Ruedi Baur <http://www.irb-paris.eu>

Express. La couleur verte choisie pour les pictogrammes indiquant le trajet vers la sortie symbolise sûrement la surface, l'espace extérieur, et notamment l'arbre remarquable planté sur le parvis de chaque gare. Cette couleur représente souvent l'idée de nature. On a donc jusque dans la conception graphique de la signalétique l'idée de lien avec la surface et l'ambition de montrer un espace souterrain lumineux.

Les installations doivent permettre de pouvoir trouver son chemin de manière simple et rapide. L'orientation est une question centrale dans un bâtiment dédié au transport. Il s'agit de gérer l'intermodalité avec différents médias. Les designers font référence à la carte mentale, outils de prédilection dans le parcours de l'utilisateur (Jouin, Baur, 2018). Comme les auteurs de la charte d'architecture, les designers usent de la lumière pour symboliser le parcours du train. Les luminaires symbolisent l'anneau de 200 kilomètres qui est la représentation du réseau de transports tout en assurant une fonction d'éclairage. Patrick Jouin a conçu l'ensemble du mobilier pour les 68 gares. L'enjeu principal est de pouvoir l'intégrer dans toutes les architectures qui sont développées. Patrick Jouin explique que « le design est censé faire le lien dans tout le réseau » (Jouin, 2018). Cela implique aussi pour les usagers d'avoir toujours les mêmes étapes dans le parcours, guidé par un mobilier unique. Le designer s'est inspiré de la charte de Jacques Ferrier et de la gare sensuelle. Il veut « introduire dans notre relation aux objets, dans le fait de s'asseoir, de toucher, une part de plaisir et de sensualité » (Jouin, 2018). On voit ici que les sens seront mis en éveil à chaque étape et à toutes les échelles. Patrick Jouin entend créer un mobilier capable d'apaiser et de baisser le niveau d'anxiété dû au transport (Jouin, Baur, vidéo). Les matériaux utilisés seront de la fonte et de l'inox pour leur résistance.

Le travail de Ruedi Baur et de Patrick Jouin s'appliquera ainsi dans toutes les gares. De plus, dans la plupart d'entre elles, un artiste a été associé à l'agence d'architecture. La Société du Grand Paris a en effet l'ambition de mettre la culture et la création au cœur du nouveau réseau de transport pour faire percevoir le rayonnement artistique de la métropole en mettant en place un dispositif « 1 gare 1 œuvre ». Les créateurs du Grand Paris Express veulent faire de leurs projets des « œuvre[s] d'art totale[s] » (Achour et al., 2017). Cela consiste à ne pas séparer les arts, c'est à dire à faire une synthèse et à intégrer à l'architecture les arts visuels et toute forme d'intervention faisant appel aux sens. Le directeur artistique du Grand Paris Express José-Manuel Gonçalves exprime sa volonté d'apporter une esthétique encore plus sensible à l'architecture. Il exprime plusieurs raisons de la mise en place des tandems artiste-architecte. Il souhaite que les œuvres d'art trouvent vraiment leur place dans la ville, par leur intégration au réseau de transports. Il a aussi l'ambition que les gares du Grand Paris deviennent des destinations touristiques en elles-

mêmes.

Enfin, il espère que le travail en cocréation entraînera une tension sensible qui apportera une sensualité supplémentaire dans les gares (Gonçalvès, conférence du 4 juillet 2018). Deux ou trois artistes ont été proposés à chaque architecte par la Société du Grand Paris, qui ont ensuite pu choisir avec quel artiste ils souhaitaient collaborer. Ce couple architecte-artiste est appelé « tandem ». C'est l'architecte qui a la faculté de décision sur le choix de l'artiste. Cela permet une meilleure collaboration et de compléter les approches de conceptions. Certains artistes ont ainsi travaillé en très étroite collaboration avec les architectes.

C'est le cas par exemple du tandem ANMA - Suzanna Fritscher pour la gare de Saint-Maur Créteil. La proposition artistique s'établit sur tout le parcours de descente ; l'œuvre d'art accompagne l'utilisateur. L'architecte Cyril Trétout s'accorde avec l'artiste pour dire que l'œuvre a modifié la conception architecturale et que les deux visions s'entremêlent à tel point qu'on ne sait plus ce qui est de l'ordre de l'art ou de l'architecture. Avec une telle approche, l'œuvre a des répercussions sur l'ambiance du lieu. Ici, l'installation consiste en des câbles très fins qui traversent l'espace. Suzanna Fritscher travaille généralement sur la lumière et la perception des espaces. L'idée développée par l'architecte pour cette gare très profonde l'a séduite. Il s'agit de créer un bain de lumière dans un vide circulaire. L'ouverture vers la surface est conçue comme une lentille de Fresnel. L'artiste a imaginé dans la continuité une installation permettant de conduire la lumière. Par les fils tendus, la lumière est plus facilement transmise en profondeur. Leur légèreté permet aussi de vibrer au contact de l'air. Ce dispositif est conçu pour faire oublier l'idée de l'engouffrement. L'installation fait aussi office de garde-corps. Suzanna Fritscher dit d'ailleurs qu'« on ne distinguera pas ce qui relève du travail de l'architecte de ce qui relève du travail de l'artiste » (Fritscher cité par : Grand Paris Express, culture et création). L'artiste entend retourner la perception de la lumière et donner l'impression que les profondeurs sont le lieu de la lumière. Elle ajoute d'ailleurs que l'installation se veut « à l'instar d'une pluie lumineuse descendante » (ibid.). L'œuvre d'art a permis d'appuyer le concept architectural et de modifier la perception de l'espace en retravaillant le parcours et la relation à la lumière.

Dans le cas de la gare d'Aulnay, c'est le tandem Beckmann N'Thépé - Berger&Berger qui a assuré la conception. Les architectes ont d'abord conçu les espaces et les artistes ont ensuite choisi leur lieu d'intervention : « En fait on les a conçues nous, et puis dans la volonté de faire participer un artiste au projet, on lui a dit : "Tu peux intervenir où tu veux". » (Beckmann, E.4). La dynamique de conception n'est donc pas la même que pour la gare d'Aulnay. On a là des interventions successives de la part des acteurs. L'œuvre d'art n'a

pas modifié la conception architecturale. Elle apporte cependant une dimension supplémentaire et s'insère au cœur du concept architectural : les failles-jardin. Celles-ci accroissent le rapport à l'extérieur et figurent l'expression de la volonté architecturale d'ouverture et d'apport de l'idée de nature. C'est là que les artistes ont voulu s'installer. Leur ambition est de créer une nouvelle naturalité dans un « jardin de contemplation au cœur de la ville » (Berger cité par : Jacques, 2018) en intégrant des « végétaux aux couleurs pimpantes, mottes, pousses, sculptures en céramique, roches sismiques, objets surréalistes inspirés de Max Ernst ou Henry Moore, tapis végétaux ou encore minéraux en tous genres » (Jacques, 2018). L'artiste appuie le concept de l'architecte en se concentrant sur les failles-jardin. L'aspect des jardins résultants diffère quelque peu de ce que l'architecte avait imaginé mais il précise que l'installation lui plaît beaucoup et que « ça crée un décalage qui est assez contemporain finalement » (Beckmann, E.4).

De même, la plupart des autres artistes s'emploient à aller dans le sens des concepts développés par les architectes. Certaines interventions se concentrent ainsi sur la relation au temps ou la profondeur. L'appropriation de ces concepts par des artistes permet d'attirer l'attention des voyageurs sur la spatialité particulière du souterrain. L'œuvre de Hicham Berrada pour la gare des Ardoines illustre bien la notion de rapport au temps. Cette réflexion sur le temps est aussi interprétée à une échelle plus courte par l'artiste Ned Kahn. En surface de la gare de Maison Blanche, une grande armature métallique est composée tel un voile afin de capter le mouvement du vent et les rayons du soleil. On a ici la retranscription immédiate du temps.

Certains artistes insistent sur la profondeur qu'ils mettent en valeur. Krijn De Koning par exemple s'est inspiré de la composition géologique du site pour son installation. L'artiste reprend le concept d'excavation développé par l'architecte Denis Valode. La structure souligne les volumes de la gare par des formes géométriques et s'inspire alors de l'imaginaire des carrières. Cette installation influe aussi sur les parcours des usagers en indiquant la direction à prendre, dans le sens de la montée, elle symbolise « une plante qui grandit et cherche la lumière » (De Koning cité par : Jacques, 2018), et en descendant elle peut être interprétée « comme l'eau qui coule en suivant la gravité » (ibid.). Cette relation à la nature est accentuée par les couleurs, le vert et le bleu. On a l'impression d'une nouvelle naturalité, abstraite, qui se développe et prend vie dans l'espace souterrain. La sous-face est donc entièrement repensée par l'artiste comme un lieu pour de nouvelles expériences mais fortement marquée par la dimension souterraine.

L'artiste Iván Navarro a été choisi par Dominique Perrault pour la gare de Villejuif - Institut Gustave Roussy. L'architecte, passionné par l'imaginaire

des espaces souterrains, a conçu la gare la plus profonde du réseau. La gare est le lien physique entre deux mondes : celui du dessus et celui du dessous. Cette œuvre est particulièrement intéressante puisqu'elle fait référence à la fois à la notion de temps et à celle de profondeur. L'artiste souhaite donner « l'illusion de profondeur infinie » (Jacques, 2018) et s'inspire formellement de l'image du cadran solaire. Il reprend une idée chère à Dominique Perrault : le vide est créateur de lien. L'installation consiste à recouvrir le plafond de néons, de miroirs et de caissons lumineux marqués du nom d'un astre. La lumière joue ici un rôle particulier. Contrairement à l'installation de Suzanna Fritscher et plus généralement aux ambiances développées par les architectes, l'artiste travaille avec la lumière artificielle sans chercher à conduire ou reproduire la lumière naturelle. On ne perçoit pas le temps et le cycle circadien, comme si l'œuvre faisait référence au temps, mais à une échelle qui dépasse celle de l'homme. Une ambiance particulière est créée, en phase avec le lieu. D'aspect futuriste et se référant à l'astronomie, l'installation rend le lieu singulier et forme de nouvelles ambiances qui sont dues à l'environnement souterrain. L'œuvre peut aussi être perçue comme une nouvelle voûte céleste avec les références astrales et la couleur bleutée qui se dégage des caissons. Le fait de nommer des astres lointains peut aussi faire perdre la notion de distance qui sépare le souterrain de la surface. Se rapprocher de la surface est-il un voyage vers un monde si distant ? L'interface ne semble jamais avoir été si épaisse, mais il faut dire que la profondeur de cette gare est tout autant sensationnelle. Entre temps et espace, la profondeur et la lumière ont ici une place importante qui redéfinit l'ambiance de la gare en insistant sur l'engouffrement et le passage vers un autre monde.

Ainsi, à travers le travail des designers pour l'ensemble du réseau et de chaque artiste pour les gares, on a pu voir que les questions de lumière et de profondeur ont une place centrale. A une plus petite échelle aussi, la conception peut jouer un rôle dans la définition de l'ambiance et modifier ou appuyer les ambiances prévues par l'architecte. L'analyse de ces œuvres permet donc d'avoir une idée plus précise des sensations qu'éprouveront les usagers du réseau de transport.

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

3.3. Entre la convocation de références architecturales et l'impact du contexte urbain

En tant qu'architectes, les concepteurs se positionnent dans le contexte architectural contemporain. Ils se posent la question du rapport au site et du lien au contexte urbain. Il est pour eux important de s'intégrer dans l'espace urbain et de créer ainsi une relation plus étroite de l'utilisateur avec son environnement bâti quotidien : « La culture révèle les énergies et les singularités de chaque territoire, de chaque personne, de chaque groupe. » (Achour et al., 2017). Les architectes, avant de se poser la question de la mobilité et celles des ambiances s'interrogent d'abord sur l'ancrage au territoire. Cela permet de comprendre comment les concepts architecturaux ont été pensés. Bien souvent, on remarque en effet que c'est le contexte qui est à l'origine de la volumétrie, de la matérialité et des ambiances. Ainsi, la définition des ambiances est fréquemment assujettie au site.

3.3.1. La profondeur comme source d'inspiration

Le site est souvent une entrée de base dans la conception architecturale. Dans un environnement souterrain, la terre est en contact avec cinq des six faces du bâtiment quand dans un projet en surface ce contact ne se fait généralement qu'au niveau du sol. Les parois verticales de la construction souterraine sont toutes ou en partie sous terre. Seul le plan horizontal supérieur, la couverture se trouve en contact direct avec l'extérieur. Cette omniprésence de la terre autour de l'espace à concevoir est une source d'inspiration pour les architectes que l'on retrouve dans de nombreux projets.

Les projets du Grand Paris Express sont essentiellement souterrains. Ils s'établissent à différentes profondeurs, jusqu'à cinquante-et-un mètres sous la surface du sol. Les architectes ne font donc pas référence à la profondeur de la même manière. Le sous-sol parisien est aussi composé de diverses couches géologiques, ce qui inspire des matérialités différentes.

On remarque en effet que, pour les projets présentant un site particulièrement marqué d'un point de vue de la géologie, les architectes tendent à orienter le projet vers une insistance de l'ambiance souterraine. C'est le cas par exemple de Denis Valode qui a pris en référence les carrières de calcaire et de gypse pour la gare de Vert de Maison, située entre Maisons-Alfort et Alfortville. Son projet épouse les formes du sous-sol et s'adapte aux décalages formés par la roche (Jacques, 2018). Le contexte géologique a donc ici joué un rôle majeur dans la conception. Cette relation au site est soulignée par l'architecte : « Nous sommes très attachés à la contextualité du projet. Jamais deux projets ne peuvent être les mêmes parce que jamais deux endroits ne sont les mêmes. » (Valode, 2015). Ainsi, l'ancrage au territoire marque la conception à l'intérieur de la gare par des références aux espaces souterrains présents antérieurement.

La profondeur et les espaces souterrains en général tels qu'ils sont présents dans notre imaginaire commun influencent aussi la conception. Certains architectes cherchent à concevoir une ambiance semblable à celle d'une grotte en usant de procédés architecturaux spatiaux et sensitifs.

Le vocabulaire employé par les architectes pour décrire leurs projets est souvent puisé dans le champ lexical du souterrain. On retrouve les termes suivants : « grotte artificielle », « caverne » (E.2), « carrière » (E.3), « pierre précieuse » (E.6), etc. Le monde souterrain dans son aspect le plus brut est donc bien pris en référence par les architectes.

La gare de Vitry est certainement celle qui s'inspire au plus de l'univers souterrain. Tout le travail de conception consiste à réaliser une fausse grotte souterraine dans un espace souterrain. L'architecte explique que « le jeu en fait c'était de faire une fausse grotte souterraine » (E.2). Les propriétés du sous-

sol ne permettait pas de faire de la roche les parois réelle de la gare, c'est pourquoi les architectes ont opté pour cette méthode. L'intérieur de la gare, et notamment le lieu de la descente est « un objet assez organique avec des rochers artificiels » (E.2). La référence que prend l'architecte est celle de « La grotte artificielle des parcs comme on l'avait au XIXème siècle, dans la tradition des paysagistes et des parcs. » (E.2).

Sans évoquer un rapport direct à l'imaginaire souterrain, les architectes puisent leur inspiration dans la matière même du sous-sol : la terre et la pierre. Ainsi ces matières sont déclinées dans plusieurs projets. La pierre est utilisée en plaques de parement et ou pour réaliser certains murs. Dans la gare de Champigny-Centre par exemple, les murs sont prévus en pierre meulière en référence aux bords de Marne à proximité. Les références au monde souterrain prennent aussi souvent appui sur le contexte urbain, la géologie du site et les éléments naturels à proximité resurgissant du sous-sol. Dans la gare de Nogent aussi, la référence à l'espace souterrain est très présente. Les architectes font référence à la carrière par la matérialité évoquant le pisé.

La terre est évidemment utilisée sous diverses formes, c'est un matériau qui peut être utilisé cru ou cuit et mélangé à d'autres matières biosourcées par exemple. Plusieurs architectes auraient aimé utiliser la terre directement excavée mais ce n'était pas possible pour des raisons techniques. Dans la gare d'Antony-pôle, il est prévu une grande maille en terre cuite sur le pourtour du bâtiment. Sa matérialité fait référence au sous-sol, et même plus précisément à celui dans lequel la gare se construit : « Elle [la maille] est composée d'éléments en céramique émaillée de teinte blanc nacré et sable ocre. Son matériau, la terre cuite est une évocation de la terre cuite excavée du sous-sol pour la construction du réseau du Grand Paris Express. » (a234.fr). Marion Busson explique le processus de construction que l'agence avait imaginé : « Dans notre rêve on aurait pris la terre qui sortait du site, on l'aurait cuite et on aurait fait nos petites briques. » (E.6). Le choix de ce matériau est explicitement lié à la situation souterraine de la gare. Construire l'émergence de l'espace souterrain avec des matériaux rappelant la géologie permet de faire pressentir la dimension souterraine. Pour la gare d'Arcueil Cachan, le matériau choisi est aussi la terre cuite. Les petits éléments de brique offrent des jeux de lumière qui peuvent varier dans le parcours selon la profondeur. L'agence Explorations architecture souhaitait aussi « travailler avec les terres enlevées » (E.3).

C'est parfois pour évoquer le processus de conception que cette référence au souterrain est prise. En effet, le procédé d'excavation de matière pour atteindre le niveau auquel circule le train peut être répéter dans la conception de la volumétrie. Comme rappelé précédemment, certains architectes travaillent en retirant, en creusant les volumes plutôt qu'en en ajoutant. C'est un processus de conception particulièrement adapté à la construction en souterrain et l'Ateliers 2/3/4/ l'a employé pour imaginer la

volumétrie de la gare de Massy-Opéra : la « pierre c'est par rapport à cette idée d'excavation qu'on a, de creuser quelque chose. [...] Alors que la pierre quand on est dans une carrière, on la taille, on la découpe. », « C'est l'idée qu'on prend un cube et qu'on enlève des morceaux. » (E.6). Visuellement, on a bien cet effet d'excavation qui se lit en façade. Les volumes semblent taillés de manière franche. Conçu au niveau de l'émergence, cela donne l'impression que l'ensemble de la gare a été creusé et cisailé de cette manière.



[fig.16] Échantillon de matière pour les parois du puits de la gare de Vitry © Louise Cousseau, BAP!



[fig.17] Échantillon de matière pour la gare de Nogent © Louise Cousseau, BAP!

Comme il n'est pas possible d'utiliser la terre, en employant les techniques de terre crue que l'on connaît, les architectes cherchent à y faire référence par l'usage de matériaux de substitution l'imitant. Pour évoquer la roche dure du sous-sol, les architectes usent des mêmes procédés. Pour la gare de Bagneux, Marc Barani a utilisé du béton texturé qui donne l'impression d'une roche naturelle. A travers cette matière, l'architecte cherche à exprimer la descente sous terre. De même à Noisy-Champs, gare conçue par par Jean-Marie Duthilleul, les parois de la structure béton sont traitées comme de la rocaille, dans la tradition de l'architecture pittoresque du XVIIIème siècle. A Nogent, la volonté de faire ressentir l'espace profond comme un espace souterrain naturel était aussi très forte. Mais comme il n'était pas possible d'utiliser la terre, les architectes ont trouvé une méthode pour simuler la matérialité de la terre. Ils ont alors décidé « de faire du béton matricé et architectonique [...] Mais la référence restait la terre, le pisé est une matérialité plus naturelle » (E.3). Cela n'était pas toujours dans la volonté des architectes de créer un espace illusoire, mais leur ambition de faire ressentir le monde souterrain était si forte qu'ils ont opté pour simuler la matérialité.

3.3.2. L'influence du programme

Les espaces souterrains sont différemment conçus en fonction du programme qui est prévu qu'ils accueillent. Dans le cas d'un espace public, l'émergence doit être assez visible, alors qu'un espace de stockage ou un espace très technique ne nécessitera pas d'être vu et il sera même préféré caché. Dans le cas d'une gare souterraine, on se trouve à mi-chemin entre ces deux extrémités. En tant qu'espace lié au transport et à destination du grand public, la gare doit être un repère à l'échelle urbaine. L'émergence doit alors être visible de loin. Une gare est aussi un espace très technique avec de nombreux locaux pour la gestion du trafic inaccessibles aux voyageurs. Ceux-ci ne doivent au contraire pas être trop visibles pour ne pas inciter le public à y entrer et pour des raisons de sécurité.

Aldric Beckmann a travaillé sur cette notion d'expression dans la ville. Pour lui, il est essentiel que la gare d'Aulnay soit « ressentie comme un équipement au niveau physique et puis ressentie au niveau visuel » (E.4). C'est avec l'idée de faire « une gare républicaine » (E.4) qu'il a choisi d'ouvrir la gare au maximum sur l'extérieur avec des porosités très fortes et de larges surfaces vitrées. L'architecte fait référence à un idéal de projet mais qui fictif. Pour ce qui est des références construites, il fait appel à une contre-référence qui est celle des programmes aux alentours : « ne pas faire une boîte à chaussures » (E.4).

L'agence de Kengo Kuma s'est aussi concentrée sur les données programmatiques pour imaginer l'architecture de la gare de Saint-Denis Pleyel. Les architectes sont simplement « partis des contraintes notamment celles du programme » (E.5). Ils n'ont pas d'autres références pour ce projet que les autres bâtiments que l'agence a construits, et qui ne sont ni des espaces souterrains, ni des espaces dédiés au transport. Ils travaillent toujours avec la même méthode qu'ils adaptent en fonction des projets. L'architecture de Kengo Kuma est reconnaissable par sa façon de travailler par tranches, plutôt que par objet compact. Il apprécie travailler par feuilles, ce qui engendre une stratification de l'espace, visible notamment en façade. Pour une gare souterraine, cela peut être interprété comme l'expression des différentes strates géologiques.

Peu de références d'espaces construits sont cités par les architectes. Pauline Marchetti qui a participé à la rédaction de la charte a visité les stations de métro de Naples et Stockholm et les espaces souterrains de Montréal. Le programme y est équivalent mais les projets ne s'inscrivent pas dans le même contexte géologique. Pauline Marchetti relate les ambiances qu'elle a ressenties au fil de son parcours dans le souterrain de Stockholm : « Vous avez l'odeur en fait de la caverne. Au début c'est très perturbant et déstabilisant et finalement très agréable. Donc c'est une vraie expérience d'enfouissement. » (E.1). Elle approuve la conception qui y a été faite et cela concorde avec l'idée qu'elle se fait d'un espace de transport qui exprime le souterrain. Ces références de

stations de métro souterraines ne sont pas sollicitées par les architectes. Seul Yann Sepulveda réagit lorsqu'il est questionné à ce propos, mais pour lui, il y a une différence de taille entre son projet de la gare de Vitry aux fausses parois rappelant la roche et le métro de Stockholm. Ce dernier est construit dans un environnement naturel : « Stockholm c'est naturel. Ce sont des stations qui ont été creusées à la dynamite et au marteau-piqueur, alors que nous on a fait un décor. [...] l'ambiance elle a un rendu qui ressemble » (E.2). Il s'inspire des ambiances qui y sont développées mais ne peut les reproduire du fait de la nature artificielle de son projet. Pour expliquer à la maîtrise d'ouvrage la manière dont il tente dans son projet de reproduire l'ambiance d'une caverne, il a eu recours à des références de décors de parcs d'attraction. En effet, la technique pour mettre en œuvre les parois est semblable à celle qui y sont réalisées. Il s'agit d'une structure sur laquelle est projeté du béton. La surface sculptée est ensuite retravaillée, afin d'être patinée et s'approcher d'une esthétique de grotte et de rochers. Ainsi d'autres références sans lien au programme d'équipement lié au transport sont sollicitées. Quand des références de stations de métro sont sollicitées, c'est uniquement pour leur approche souterraine.

Dans le manifeste rédigé par les architectes du réseau, les gares sont aussi comparées aux cathédrales, dont la hauteur sous voûte correspondrait à la profondeur des stations (Achour et al., 2017). Ce sont des bâtiments dans lesquels la question de l'ambiance est particulièrement traitée, notamment d'un



[fig.18] Pavillon nordique de Venise de Sverre Fehn © Åke E:son Lindman <http://archeyes.com/norwegian-pavilion-in-brussels-world-exhibition-sverre-fehn/>

point de vue de la lumière avec les vitraux, les ombres et le contraste au niveau du seuil. Y faire référence n'est donc pas sans conséquence sur la conception à l'échelle architecturale.

Pour la définition des ambiances autres que souterraines, très peu de références sont exprimées. Seule l'agence Explorations architecture évoque les espaces muséaux pour leur traitement de la lumière et la pureté des matériaux : « Comme dans une galerie d'art, les matériaux proposés sont aussi clairs et neutres que possible afin de mettre en valeur la lumière » (Explorations architecture, BAP!). L'agence prend par exemple en référence le Pavillon nordique de Venise par Sverre Fehn. La gare de Val-de-Fontenay a été conçue d'après cette ambiance. La sobriété pour des espaces publics amenés à recevoir un grand nombre d'usagers comme les gares est développée dans d'autres projets de l'agence. En revanche, les autres architectes ne font pas mention de références pour la lumière ni les ambiances en général.

Finalement, très peu de références à des programmes similaires sont faites. On peut alors supposer que l'ambiance conçue découle directement du contexte.

3.3.3. Des lieux à définir

Les architectes s'inspirent du contexte qu'ils perçoivent au début du projet. Toutefois, il est important de souligner que certaines gares sont construites dans des quartiers dont l'espace urbain n'est pas encore défini. Les architectes posent alors les premiers jalons dans un environnement ou tout reste à dessiner. C'est par exemple le cas de la gare de Val-de-Fontenay, pour laquelle Elena Ranalletti explique : « une gare qui allait en fait être construite dans un endroit dont on ne connaît absolument pas le contexte urbain, ni le parvis ni les bâtiments autour ni le projet urbain » (E.3). Cette méconnaissance du contexte influe sur la conception du projet et à l'expression de la gare dans l'environnement à définir. Les architectes ont ici alors pris le parti « d'exprimer le caractère de cette gare à l'extérieur pour créer quelque chose d'assez remarquable qui puisse être un repère au niveau urbain » (E.3). La conception de l'équipement, qui doit faire le lien entre la surface et le réseau, est alors pris d'une nouvelle mission : celle de créer un contexte. Cela permet d'expliquer la volumétrie, le travail de façade et l'expression de manière globale de l'émergence de certaines gares. Les architectes de la gare de Val-de-Fontenay, ont même été missionnés pour proposer un projet à l'échelle urbaine. Ainsi, la gare s'établit ici comme le projet au commencement du nouveau quartier, c'est pourquoi son architecture doit être remarquable.

Dans des quartiers neufs, et bien que le projet soit fixé, la conception

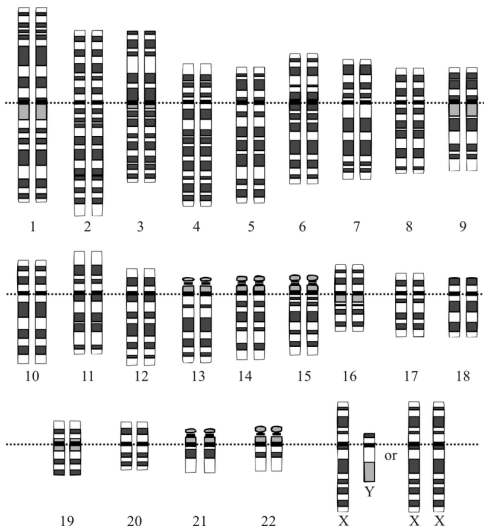
ne sera pas la même que dans un environnement construit. En effet, les architectes ne peuvent pas prendre en compte l'ambiance urbaine. Le contexte de la gare d'Antony par exemple est en construction « il y a un nouveau quartier qui se construit à côté, tout autour de la gare » (E.6). Comme pour la précédente gare, l'ambition est d'en faire un équipement qui se distingue dans le nouveau quartier. C'est une demande de la maîtrise d'ouvrage que la gare s'exprime au niveau urbain : « La mairie nous a demandé une sorte d'architecture emblématique. » (E.6)

D'autres projets ont dû être conçus dans un environnement en cours de développement. La construction du quartier et le travail simultané d'autres architectes a influé sur la conception et a nécessité une adaptation du projet au fur et à mesure. A Saint-Denis Pleyel, l'environnement n'était au départ pas défini : « quand on est arrivés, il n'y avait pas de contexte urbain parce qu'on est un peu dans un no-man's land pour l'instant » (E.5). Puis des circulations ont été tracées et des passerelles pour lier les niveaux topographiques entre eux. La gare est un espace sur lequel on peut circuler avec une grande rampe qui est liée à des éléments urbains. Comme ceux-ci ont été conçus en même temps que la gare, ils n'ont pas été une contrainte mais ils ont fait évoluer le projet.

Parfois, le quartier peut être défini mais reste en cours de modification. Les architectes doivent donc faire preuve d'inventivité pour s'intégrer dans le contexte existant en prenant en compte les modifications à venir. Aldric Beckmann a dû gérer cette ambivalence pour la gare d'Aulnay. D'un côté, le lieu est en mutation : « Alors nous on n'est pas dans la ville. On est dans un lieu un peu bizarre, une sorte de route nationale, qui va être petit à petit réorganisé. » (E.4) et de l'autre un environnement résidentiel se développe : « au milieu des grands ensembles d'un tissu pavillonnaire qui s'étend » (Aldric Beckmann, 2016). La gare, en tant qu'équipement, doit permettre de tisser des liens entre les formes architecturales du quartier mais elle n'a pas pour dessein de créer une identité nouvelle au quartier.

Les concepteurs ne peuvent donc pas s'inspirer du contexte pour imaginer les ambiances de leurs projets. C'est au contraire l'ambiance de la gare qui définira le contexte. Les gares devront alors être particulièrement ouvertes pour laisser transparaître les ambiances. L'utilisation de la lumière peut s'avérer être un outils pour créer des continuités entre intérieur et extérieur.

Trois des sept gares étudiées bénéficient quant-à elles d'un contexte en place bien défini, et prêt à accueillir ce nouvel équipement. Les contraintes pour la conception sont plus nombreuses. À Nogent par exemple, de petites constructions liées au transport déjà en place ont dues être intégrées au projet. Elena Ranalletti compare ce projet avec celui de Val-de-Fontenay dont elle a la charge : « C'est déjà un site urbain qui porte beaucoup plus de choses, qui raconte beaucoup plus de choses. » (E.3). Ce lien à la notion de récit architectural montre que l'architecte cherche à s'inscrire dans une histoire déjà en place. Les



[fig.19] Caryotype humain © Libre de droits
https://en.wikipedia.org/wiki/Human_genome



[fig.20] Maille de la gare d'Antony © Ateliers 2/3/4/
<http://www.a234.fr/architecture/projects/gare-antonipole-ligne-18-metro-grand-paris-express/>

références au contexte architectural seront donc certainement plus présentes.

À Massy, le manque de place a conduit à s'établir plus profondément dans le sol. Comme on l'a vu précédemment dans la première partie, la conception d'espaces en souterrain permet de densifier la ville et de ne pas ajouter des éléments brouillant la lecture de l'espace. Ici, « La gare de Massy est au milieu d'une toute petite place, c'est pour ça qu'elle est un peu creusée pour gagner de la place. C'est vraiment très serré. » (E.6). Au-delà d'une démarche conceptuelle, des contraintes spatiales sont présentes.

Enfin à Vitry la gare est prévue sous le parc des Coteaux. Ce parc, d'une superficie de 3,5 hectares, constitue un important espace vert et une ressource de biodiversité à l'échelle de la ville. Sa préservation est donc essentielle. Il est considéré comme « une "respiration" pour les habitants de Vitry » (Frédéric Neau, 2015). L'émergence de la gare mérite un travail particulier pour s'intégrer complètement au parc. La couverture, seule partie visible de la gare, doit prendre en compte la topographie et l'ambiance du parc. Ce site de projet constitue l'un des plus contraints dans la définition du contexte, puisqu'il doit paradoxalement préserver le parc et en prolonger les ambiances.

Ainsi, du fait de son importance dans le quotidien des usagers et à l'échelle urbaine, le projet de la gare redéfinit l'environnement, même construit. Les ambiances conçues dans la partie la plus proche de la surface seront perceptibles depuis l'extérieur et marqueront l'espace urbain.

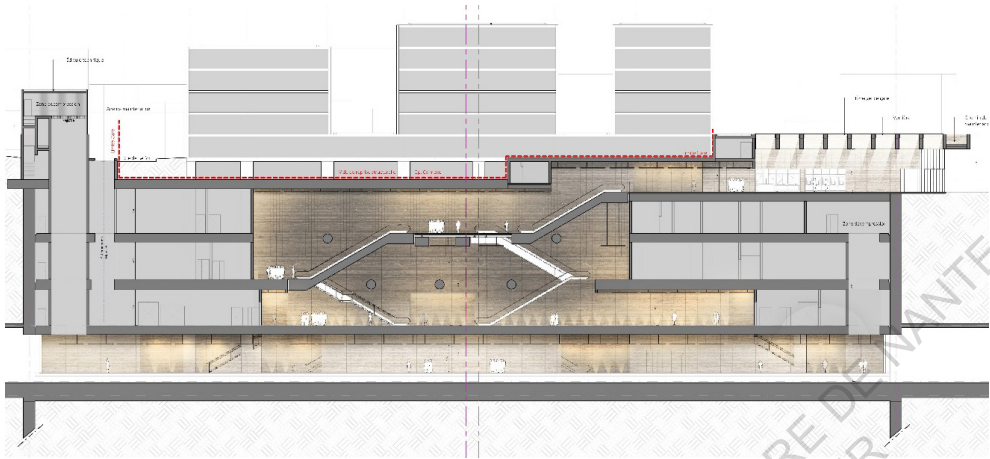
3.3.4. Un contexte pourtant influent

Bien que l'environnement ne soit pas toujours défini autour du projet, il influe sur la manière de concevoir des architectes. Dans un quartier en construction, la référence au contexte peut se faire par les données programmatiques. Par exemple, la gare d'Antony-pôle sera au cœur d'un quartier axé sur le médical et la recherche biologique. Les architectes de l'agence Ateliers 2/3/4/ se sont inspirés de ce programme à venir pour créer un motif graphique s'inspirant du caryotype. L'architecte explique : « il y a beaucoup d'entreprises du domaine médical qui viennent s'installer. [...] Et du coup on fait référence au caryotype humain. ». Ce motif est particulièrement visible en façade mais se déploie aussi à l'intérieur de la gare. Ainsi, c'est bien le contexte programmatique qui a donné son identité à la gare.

Les mêmes architectes se sont aussi inspiré du contexte programmatique autour de la gare de Massy-Opéra pour en définir la matérialité. L'opéra à proximité est perceptible par l'utilisation de métal cuivré : « Ce qui fait référence au territoire c'est le fait qu'il y ait l'opéra qui est proche, et on a donc essayé de travaillé sur des matières un peu cuivrées pour faire écho à la sonorité des instruments de musique de l'opéra. » (E.6). Cette référence au contexte a été choisie pour la matérialité et fait donc appel aux sensations visuelles et tactiles. En faisant référence à un tel programme, les architectes auraient aussi pu jouer sur les sensations auditives, qui sont assez peu développées dans l'ensemble des gares.

De même, l'architecte Yann Sepulveda s'est inspiré du contexte, cette fois construit pour la gare de Vitry. Le parc en surface définit le concept architectural et les ambiances. C'est le parc qui a insufflé l'idée de réaliser une fausse grotte souterraine et d'exprimer l'idée de nature : « c'était, dans l'histoire du projet, ce qu'on appelait le soulèvement du parc » (E.2). Le parc se prolonge sur et dans la gare. Celui-ci n'est conçu que par un geste architectural qui consiste à introduire de manière subtile la gare dans un environnement déjà approprié par ses habitants.

Cette référence au contexte peut aussi s'appuyer sur de plus petits éléments. À Nogent, la gare a pour support un mur de soutènement : « Il y a un mur, qui est le mur de soutènement existant. Déjà il a une matérialité » (E.3). La rugosité du mur, sa densité et le fait qu'il coupe la gare de l'extérieur ont incité les architectes à développer une ambiance intérieure faisant appel au monde souterrain. Les architectes ont alors cherché à déployer l'aspect de la matière dans l'ensemble de la gare mais en l'associant avec le matériau du sous-sol, la terre : « l'aspect recherché se rapproche d'une paroi en pisé ». « Cette stratification évoque de manière poétique le profil géologique du site, la rugosité du sous-sol, le caractère tellurique d'une descente sous terre » (Explorations architecture, BAP!). Finalement, c'est l'ensemble de la gare qui est marqué par ce mur qui ne représente qu'une façade de la gare, en surface. Les



[fig.21] Coupe de la gare de Nogent © Explorations architecture

éléments du dessus sont prolongés en souterrain et constituent le fil directeur de l'architecture de la gare.

Dans le cas d'un site au contexte totalement absent, les architectes ne peuvent se raccrocher à aucune donnée. Pour le projet de Val-de-Fontenay qui est dans cette situation, les architectes ont modifié leur démarche : « on s'est dit qu'on allait partir à l'inverse » (E.3). Ne pouvant prendre appui sur un contexte de surface, ils se sont inspirés de la profondeur. L'architecture de cette gare semble en effet prendre ses racines en profondeur en exprimant une structure continue dont le point de départ est l'espace profond.

3.3.5. Servitudes du dessous et du dessus

Des contraintes fortes existent à la fois en partie basse et en partie haute. Sous terre, une certaine profondeur est requise afin d'atteindre le niveau des tunnels ; à la surface, la maîtrise d'ouvrage a imaginé déployer un projet connexe sur la couverture des gares. Ces deux contraintes définissent la hauteur totale de la gare et son lien à l'extérieur. Les volumétries et les ambiances y sont alors assujetties : plus la gare sera profonde, plus le parcours de descente sera long et plus un projet connexe en surface sera imposant, moins le contact à l'extérieur sera possible. Cela réduira notamment la surface de prises de lumière naturelle possible.

Les tunnels de métro du réseau sont creusés en fonction de la topographie et des couches géologiques. En fonction des sites, qui s'établissent

sur un territoire de grande ampleur, les données ne sont pas les mêmes. Le tunnel ne passe donc pas à la même profondeur partout. Les caractéristiques géologiques influent aussi sur la volumétrie de l'architecture et sa structure afin de pouvoir supporter les poussées. Deux gares très profondes, celle de Saint-Maur Créteil et celle Villejuif - Institut Gustave Roussy se trouvent respectivement à cinquante mètres et à quarante-huit mètres de profondeur. Elles sont de forme circulaire afin de pouvoir assumer plus facilement les poussées latérales de la terre sur les parois. Les formes courbes résistent mieux aux poussées de la terre par leur géométrie mais aussi parce qu'elles suppriment les angles. La profondeur et la nature de la terre réduisent alors les possibilités en terme de volumétrie qui est souvent contrainte par la technique. D'après Yann Sepulveda, « c'est une donnée d'entrée de base et oui ça a un impact très fort bien sûr » (E.2). La gare pour laquelle il travaille est de profondeur moyenne, comme la plupart des gares situées entre vingt-et-un et trente-et-un mètres de profondeur. A Vitry, « on est quand même à -26m sous terre » (E.2), cela équivaut à la hauteur d'un immeuble de neuf étages. Pour atteindre les quais, le parcours sera alors assez long.

Certaines gares sont peu profondes avec des quais s'établissant à une profondeur comprise entre quinze et vingt mètres sous terre. Les contraintes relatives au sous-sol sont alors moins importantes. Cela est vu comme un réel avantage par les concepteurs : « On a la chance d'avoir une gare peu profonde » (Aldric Beckmann, 2016).

D'autre part, à l'autre extrémité de la gare, une contrainte supplémentaire a été apportée par la maîtrise d'ouvrage. La construction d'un projet connexe sur la gare est envisagée dans bon nombre d'entre elles. Cela est considéré par le maître d'ouvrage comme une mise en valeur économique pour créer des bureaux ou des bâtiments publics. Cependant construire sur une des seules façades de la gare en contact avec l'extérieur a des incidences sur l'ambiance. Les ouvertures sont largement réduites voir impossibles à réaliser. La gare de Nogent par exemple est dotée d'un projet connexe. On peut voir sur la coupe suivante qu'aucun contact à l'extérieur n'est possible sous le projet connexe. Ce ne sont pas les mêmes architectes qui s'occupent des deux bâtiments et le projet du dessus n'est pas encore fixé. La gare doit donc pouvoir s'adapter à un grand nombre d'implantations.

Lorsque que le projet connexe est en partie dessiné par le même architecte que la gare, cela est moins vu comme une contrainte. Le dessin simultané des deux bâtiments permet de garantir le lien à l'extérieur de chacun et de travailler les ambiances avec plus de possibilités. A Saint-Denis Pleyel par exemple, l'agence de Kengo Kuma a ainsi travaillé les deux programmes, au bénéfice des ambiances de la gare : « c'est aussi conçu comme un ensemble. Ça permet aussi d'avoir davantage de façades. En coupant au milieu avec la verrière, on ajoute des façades qui éclairent ce programme » (E.5). Les ambiances

lumineuses sont modifiées et améliorées dans l'ensemble du projet grâce à leur interaction. Le programme du dessus s'adapte à la gare dans sa volumétrie. Il n'obstrue pas les entrées de lumière et offre un nouveau paysage urbain : « le programme culturel prend la forme d'un U autour de la verrière. Depuis le programme culturel, on regarde la verrière et aussi l'intérieur de la gare. » (E.5). Ainsi, quand le projet connexe est conçu par le même architecte que la gare, celui-ci n'est pas perçu comme un élément contraignant. Une interaction est envisageable afin de créer plus de continuité visuelle et d'ambiance.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

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

4. LA LUMIÈRE DANS LA CONCEPTION DE LA SPATIALITÉ SOUTERRAINE

4.1. Interface et rapport à l'extérieur

L'interface constitue la fine couche séparant l'intérieur de la gare de l'extérieur. Elle se définit par sa matérialité et sa perméabilité aux ambiances. En fonction du contexte et de l'ambiance imaginée, son épaisseur et sa porosité varient. L'interface peut être conçue par les architectes comme une limite, une frontière ou un seuil. L'expression en surface est déjà un indicateur de ce qui se développe en sous-face. Une gare très vitrée privilégie certainement une plus forte connexion à l'environnement de surface qui impacte aussi l'ambiance lumineuse intérieure.

4.1.1. Le traitement de la limite

L'interface est une surface de contact entre deux milieux. Dès lors qu'on a affaire à deux espaces, qu'ils soient délimités par un objet physique ou une ambiance impalpable, il y a une interface. Entre chaque espace de la gare : le parvis, le hall d'entrée, le puits de circulation, le quai, mais aussi tous les sous-espaces tels que le guichet de vente des billets ou les espaces d'informations, on a une différence d'ambiance qui s'établit d'une part par la profondeur et d'autre part par la conception du lieu. L'interface qui nous intéresse plus précisément est celle qui délimite le dessus du dessous. C'est une notion qui est propre à la construction souterraine. L'intérêt de son étude repose sur le fait qu'elle est généralement dans l'espace urbain perçue comme infranchissable et opaque. Dans le cas d'une architecture souterraine, elle marque la limite entre la surface et la sous-face de la ville. L'opacité et l'épaisseur de l'interface impacte la porosité des ambiances. Le vocabulaire employé par les architectes pour décrire le passage d'un environnement à l'autre est révélateur de la conception qu'ils en ont.

Dans la charte d'architecture est abordée la notion de seuil. Elle implique un franchissement et fait appel à l'action d'entrer ou de sortir d'un lieu. En sciences, le seuil est synonyme de limite. Les deux espaces sont alors très distincts l'un de l'autre. Un seul des architectes interrogés utilise cette notion de seuil pour expliquer le ressenti spatial dans le parcours au moment du passage du puits de circulation au hall d'entrée. Il s'agit de l'agence Explorations architecture pour la gare de Nogent, l'architecte explique : « on remonte, et à un moment on a vraiment l'effet de seuil très fort » (E.3). Le seuil marque un contraste des ambiances, et même une opposition entre les deux espaces. L'effet de contraste est recherché : « on a quand même un contraste très remarquable, qui est même souligné, voulu. » (E.3). La limite définit « deux ambiances » « d'un bâtiment plutôt classique à un bâtiment enterré » (E.3). L'interface entre le hall d'accueil et l'espace de descente est si marquée que l'architecte en parle comme deux bâtiments. Bien que l'entrée de la gare soit au niveau du parvis, l'entrée dans la gare souterraine se fait réellement au niveau du puits. La différence d'ambiance est plus marquée entre le puits et le hall qu'entre le parvis et le hall. L'amorce de la descente est alors caractérisée par ce changement d'ambiance qui s'opère dans la mise en œuvre de la matière et par l'éclairage d'un côté naturel et de l'autre artificiel et conçu pour être perçu comme tel. On qualifie l'interface entre le dessus et le dessous d'opaque puisqu'aucune continuité des ambiances n'est prévue.

Certains espaces dans les gares sont bien délimités physiquement mais laissent passer une partie des ambiances. Des espaces infranchissables et fermés mais qui sont visuellement ouverts contribuent ainsi aux ambiances intérieures. La lumière les traverse et n'est filtrée que par l'épaisseur du vitrage.

Dans la gare d'Aulnay, deux espaces extérieurs inaccessibles ont été créés et font office de patios. Ils sont très ouverts, mais l'utilisateur ne peut y pénétrer : « Le jardin n'est pas quelque chose de public [...] il y a une vraie limite. » (E.4). Ce que l'architecte entend par limite est une paroi « vitré[e], avec du verre extra-clair. Les choses ont une épaisseur, juste par l'épaisseur de l'air ou de la lumière » (E.4). L'interface est donc très fine. La multiplicité des surfaces de contact augmente le rapport à l'extérieur, d'autant plus quand elles sont vitrées.

Dans les autres gares, l'interface est traitée plus en douceur et de façon progressive. Les architectes essaient de créer un lien entre le dessus et le dessous, pour ne pas que la descente dans le souterrain soit trop brutale. La continuité des ambiances facilite l'acceptabilité du souterrain puisque la frontière entre les deux espaces n'est pas explicite. L'utilisateur n'a pas l'impression d'entrer dans un espace souterrain mais la descente progressive lui indique un changement de la nature du lieu.

Cette continuité spatiale et d'ambiance est un concept développé par Explorations architecture pour la gare de Val-de-Fontenay. Dans cette gare, la conception de l'espace est orientée vers une « fluidité de l'espace » (Explorations architecture, BAP!). La limite n'est pas exprimée par l'architecte qui préfère parler des « continuités visuelles généreuses » et de la « libre circulation de la lumière » (Explorations architecture, BAP!). Les ambiances à l'intérieur de la gare sont ininterrompues. La qualité lumineuse est continue, tout comme les vues. En descendant, on imagine tout de même que le rapport à l'extérieur est moins prononcé du fait de la distance, que les vues sont moins évidentes et que la lumière doit être accompagnée d'éclairage complémentaire pour atteindre les seuils de luminosité demandés. Les seuils entre les différents espaces est perceptible via la matérialité. Des matériaux clairs et neutres sont employés pour mettre en valeur le parcours et les séquences spatiales : béton blanc, verre translucide dépoli et verre brillant opaque de différents degrés de brillance et de tonalité. Les limites entre les espaces sont atténuées et l'interface entre le dessus et le dessous est imperceptible.

Les liens entre l'urbain et le profond peuvent être entretenus par le biais de l'interface. C'est ce que cherche notamment à faire l'agence Ateliers 2/3/4/ dans les deux gares dont elle a la conception. Les surfaces vitrées sont très importantes, ce qui accroît la porosité des ambiances. Comme on l'a vu précédemment, les architectes auraient aimé que le contact avec l'extérieur soit possible partout dans la gare. Ils ont donc prévu une interface assez fine mais ils se sont encore heurtés aux contraintes techniques. Pour des grandes surfaces vitrées, il est nécessaire d'avoir des protections ou « un verre qui contrôle les apports solaires. Mais le problème c'est que plus on contrôle, moins c'est transparent. » (E.6). Tous ces dispositifs tendent à réduire l'interactivité possible entre les espaces et à limiter la diffusion des ambiances et notamment de la lumière.

Pour certains, la limite ne doit pas être perçue. La transition douce est préconisée dans une continuité des ambiances extérieures. Dans la gare de Saint-Denis Pleyel, toute la conception tourne autour de cet effacement de la limite : « Ce qui est important c'est la sensation de continuité avec l'extérieur. » (E.5). Différents moyens sont mis en œuvre pour donner l'impression d'une interface fine. Cela passe par un traitement commun de la matérialité intérieure et extérieure. Le revêtement de sol par exemple est traité uniformément. Les ouvertures sur l'extérieur sont grandes et une large verrière couvre le puits central de descente : « l'atrium [...] est très proche de la verrière » (E.5). Les ambiances intérieures et extérieures sont facilement perceptibles où que l'on soit en contact avec l'interface.

Une autre manière de concevoir l'interface est d'y dédier un espace. Pour la gare de Vitry, la transition entre l'extérieur et l'intérieur se fait de façon douce avec une voûte qui vient progressivement recouvrir le parvis donnant sur la rue. Cette voûte est percée de grandes ouvertures qui permettent de créer un lien avec le parc au-dessus. L'air y circule, la lumière du soleil éclaire l'espace dessinant çà et là des ombres aux contours organiques. C'est un espace extérieur, mais couvert, qui agit comme un espace tampon entre la ville, le parc et la gare. L'architecte qualifie cet espace de « zone de transition où le parc est présent » (E.2). Public, l'espace se trouve encore au niveau de la ville ; un lien physique et tactile est établi avec le parc et la descente vers la gare est amorcée. Des arbres traversent la voûte, insistant ainsi sur le lien qu'entretient le vivant avec la terre. On ne se trouve pas simplement sous un parc, mais dans le parc puisque les végétaux puisent leurs ressources dans le sol modelé par la gare. Les formes organiques des percées de la voûte peuvent être assimilées à des éléments naturels en fonction de l'endroit où l'on se trouve. Elles sont larges, ce qui permet à l'espace d'être éclairé naturellement : il y a « des percements qui sont des ouvertures assez grandes où il y a de la lumière naturelle » (E.2). La voûte est cependant très épaisse, on peut donc établir une première limite physique entre le dessus et le dessous. Cette limite est plus conçue comme une ligne qui marque la frontière entre deux espaces qu'une frontière entre deux espaces aux ambiances différentes. En effet l'espace est ouvert et les ambiances sont alors continues ; elles fusionnent au niveau des ouvertures. L'architecte lui-même ne qualifie pas la voûte d'espace intérieur ou extérieur à la gare : « Au niveau de la voûte : c'est entre l'extérieur et l'intérieur » (E.2). Les usagers non plus n'ont pas d'indication claire sur la nature de l'espace : « la rampe d'accès est assez ambiguë parce que les gens ne savent jamais si c'est à l'intérieur ou à l'extérieur parce qu'il pleut dedans mais c'est quand même abrité » (E.2). La limite est floue, et c'est ce qui permet la continuité des ambiances.

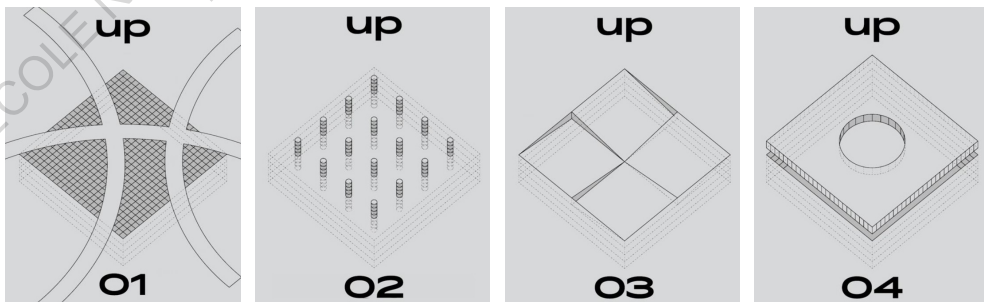
Ainsi, il existe différentes manières de concevoir l'interface. Son épaisseur n'est pas forcément un frein à la porosité des ambiances, mais peut

être considérée comme une manière d'établir une continuité. La lumière est une des données principales qui la traverse, au niveau des surfaces vitrées ou des vides créés. C'est la surface transparente de l'interface et ses caractéristiques qui influenceront sur la propension de la lumière à se diffuser depuis l'extérieur vers l'intérieur et inversement.

4.1.2. L'expression des ambiances intérieures

La construction d'une gare impacte le paysage urbain, car c'est un équipement public qui doit être vu de loin. Dans le cas d'une gare souterraine, seule la partie émergente est perceptible depuis l'espace public. Les architectes peuvent choisir d'exprimer le caractère souterrain de la gare en façade par sa matérialité. Un moment important dans l'expression urbaine du bâtiment est celui de la nuit. Alors que de jour le bâtiment essaye de capter la lumière extérieure, la phase nocturne est l'occasion d'entretenir une démarche inverse avec le contexte.

D'après les travaux de Dominique Perrault, il existe quatre manières différentes de concevoir l'émergence : créer un sol artificiel, intégrer des instruments pour l'ambiance, composer une nouvelle géographie ou habiter la couverture. Ces stratégies sont choisies en fonction du contexte et de l'ambiance qui est souhaitée à l'intérieur de la gare. Ainsi, si l'espace souterrain manque de lumière naturelle et que l'architecte souhaite en introduire, c'est la deuxième solution qui sera retenue. Ce choix a donc un impact sur les ambiances intérieures, mais aussi et surtout sur l'extérieur de la gare. L'émergence est la première impression que l'utilisateur aura de la gare (dans le cas d'une gare de départ). Il est alors important qu'elle s'intègre bien dans le contexte : selon cette donnée, elle sera un élément plus ou moins remarquable.



[fig.22] Covering up (différentes façons de concevoir la couverture d'un projet souterrain)
© Dominique Perrault



[fig.23] Un espace public et un projet connexe sur le toit de la gare de Saint-Denis Pleyel
© Kengo Kuma & Associates

Toutes les typologies sont plus ou moins utilisées dans les gares étudiées. A Antony-pôle, la couverture est pratiquement entièrement vitrée pour bénéficier de la lumière naturelle. Aucun dispositif technique n'est utilisé pour transmettre les ambiances mais la pénétration de la lumière rapproche cette conception de la deuxième typologie. A Vitry, pour prolonger les espaces extérieurs, les architectes ont opté pour une couverture créatrice d'une nouvelle géographie. A l'échelle urbaine, l'émergence de la gare est conçue comme « le soulèvement du parc. C'est-à-dire que la voûte permet de retenir les terres du parc. » (E.2). A Nogent enfin, on retrouve la quatrième typologie. La surface supérieure est habitée et prend la forme d'un projet connexe. « la grande partie centrale qui permet la descente, celle-là était a priori couverte par le projet connexe » (E.3). La gare sert de socle à de nouveaux bâtiments. Parfois deux typologies peuvent être réunies sur un même projet. C'est le cas à Saint-Denis Pleyel. La couverture de la gare permet la circulation piétonne et la construction d'un projet connexe. La première et la quatrième typologie sont réunies au sein du même projet. Cela permet d'associer plusieurs usages. La conception de l'intérieur de la gare influence les possibilités pour la couverture, d'un point de vue structurel mais aussi par rapport aux ouvertures.

La plupart des bâtiments s'expriment à l'échelle urbaine pour être un signal dans le quartier. Les émergences sont assez hautes et se démarquent par leur matérialité unique. Le matériau visible en façade est souvent celui qui est employé dans l'ensemble de la gare : à Nogent, c'est le béton matricé ; à

Massy, la pierre bleue et le cuivre ; à Antony-pôle, la terre cuite. L'expression des ambiances intérieures se fait souvent par cet emploi d'une matérialité commune. Ce prolongement par la matière se fait aussi avec d'autres éléments : « cette continuité avec le parvis extérieur, les revêtements des sols, des plafonds etc. On essaie de créer une continuité qui suit les flux » (E.5). La matérialité du dedans implique souvent celle du dehors.

Le prolongement des éléments intérieurs peut être réalisé par la structure. Dans la gare de Val-de-Fontenay, la structure qui prend sa source dans les niveaux bas, est continue jusqu'en surface, forme les façades et même la couverture. L'architecte explique que sa volonté était que « les poteaux soient continus et qu'ils viennent s'exprimer jusqu'au niveau urbain » (E.3). La matérialité et la forme continues préfigurent les ambiances intérieures. L'utilisateur éprouve avant même d'entrer dans le bâtiment la sobriété de la gare. L'architecte estime en effet que l'on peut « faire ressentir cela même quand on est sur le parvis [...] parce qu'on reconnaît la même matérialité » (E.3). Les matériaux blancs et le rythme en façade sont des éléments que l'on retrouve à l'intérieur de la gare. L'aspect clair et limpide de la façade annonce l'ambiance lumineuse intérieure. Le but est bien avec cette structure d'exprimer au dehors les ambiances intérieures puisque l'architecte explique que sa démarche consiste à « essayer d'exprimer le caractère de cette gare à l'extérieur pour créer quelque chose d'assez remarquable qui puisse être un repère au niveau urbain » (E.3).



[fig.24] Le parvis de la gare de Vitry © King Kong

La disparition du bâtiment en tant qu'espace souterrain est une stratégie assez peu employée. Seule la gare de Vitry est assez cachée. Hormis l'entrée, l'émergence disparaît sous le parc. La gare ne s'exprime pas comme une architecture mais plutôt comme une grotte dès l'entrée, comme le suggèrent les courbes et la végétation au-dessus. Cette gare cherche à l'intérieur à reproduire une grotte souterraine. Les ambiances de l'intérieur sont alors diffusées à l'extérieur.

La couverture de l'émergence de la gare de Vitry permet de nouveaux usages et la création d'un nouveau milieu. De l'extérieur, les percées de la voûte peuvent être interprétées comme une nouvelle géologie. Le béton, clair, ressemble à des blocs de calcaire dont certains auraient été creusés. Les verrières dans le parc qui éclairent l'atrium et le hall d'accueil sont aussi par leur forme organique assimilables à un élément naturel. Leur reflet miroitant au soleil et les mouvements perceptibles sous la surface en font une réinterprétation de petites pièces d'eau. Ainsi la gare est bien une émanation du parc sous lequel elle se développe. Elle le prolonge en réinterprétant les éléments naturels et en créant de nouveaux paysages, de nouvelles perceptions de l'espace, de la gare vers le parc. Les usagers du parc bénéficient de nouveaux tableaux, en regardant par les ouvertures, ils peuvent apprécier la vie qui se développe sous leurs pieds : « quand on est dans le parc, on peut percevoir le flux des voyageurs » (Frédéric Neau, 2015). La promenade dans le parc inclue alors une



[fig.25] L'espace sous la voûte percé de grandes ouvertures à la gare de Vitry © King Kong

nouvelle étape à découvrir dont la gare devient le support. Cela contribue à son intégration dans l'espace urbain.

L'émergence indique donc très souvent la matérialité intérieure et les volumétries. Cela permet d'indiquer à l'utilisateur le lieu dans lequel il va s'introduire et ainsi de prévenir ses éventuelles réticences à s'enfoncer sous terre.

Le paysage urbain est modifié par les nouvelles vues qui sont offertes vers les espaces profonds. À Massy, les passants peuvent aussi observer l'activité souterraine : « A l'arrière de la gare, il y a une grande fenêtre, et si on est sur le trottoir et qu'on colle le nez contre la fenêtre, on peut voir 14 m plus bas » (E.6). Cela contribue au lien des espaces publics entre eux.

Les façades, par leurs ouvertures, transmettent à l'extérieur les ambiances intérieures. La lumière permet une visibilité de part et d'autre. L'éclairage intérieur illumine les espaces extérieurs à proximité grâce à l'« éclairage résiduel de l'intérieur du bâtiment, par jeux de transparence » (Soulard, 2017). Cela est particulièrement visible de nuit.

Sur le parvis, espace de contact privilégié avec les ambiances urbaines, un éclairage spécifique est prévu. Il constitue l'identité extérieure des gares du Grand Paris Express. Il permet de mettre en valeur l'espace public autour de la gare et de marquer l'entrée : « L'ambiance lumineuse extérieure est bien distincte de l'éclairage public. » (Soulard, 2017). Certains éléments sont communs à toutes les gares et symbolisent l'unité du réseau. C'est le cas notamment avec les pavés lumineux qui indiquent l'entrée de la gare : « Toutes les gares comportent un parvis éclairé par des encastrés de sol qui constituent un guidage visuel vers le bâtiment » (Soulard, 2017). A l'arrivée du train, ceux-ci s'illuminent de manière dynamique. Par ces dispositifs lumineux, l'activité du dessous est transmise. La lumière constitue alors un moyen d'informer l'utilisateur et de le guider de manière sensible. L'utilisation de la lumière pour symboliser l'activité du sous-sol modifie la perception de l'utilisateur : le souterrain apparaît alors comme un espace lumineux et s'oppose aux représentations populaires d'un monde sombre et mystérieux par le dynamisme affiché.

L'expression des ambiances intérieures est à son point d'orgue quand la vie urbaine se pare de ses ambiances nocturnes. L'environnement urbain se neutralise et les teintes sombres que prennent les formes urbaines sont l'occasion pour la gare de s'exprimer, grâce notamment à la lumière. La nuit, la lumière qui éclaire le réseau au plus profond de la gare se prolonge jusque sur le parvis. Les concepteurs lumière ont conçu un éclairage nocturne pour mettre en valeur la gare de nuit. Dans toutes les gares, il y a « une mise en lumière extérieure [des façades] qui accompagne le mouvement architectural » (Soulard, 2017). C'est une stratégie qui a été mise en place dans l'ensemble des gares. Cependant, des dispositifs supplémentaires existent pour mettre en valeur la singularité des architectures et les exprimer dans chaque contexte urbain.

L'ouverture large sur l'extérieure et la porosité de l'interface permet une transmission des ambiances lumineuses. Les architectes de la gare de Saint-Denis Pleyel prévoient que « la nuit, la gare va apparaître comme une espèce de lanterne éclairée par l'intérieur qui donne envie d'aller regarder » (E.5). La

visibilité de la gare est augmentée la nuit grâce aux volumes lumineux qui se détachent de l'émergence.

Les ambiances lumineuse de la gare sont marquées par l'espace urbain d'une part et le réseau de l'autre. Quand la ville s'éteint, il ne reste plus qu'une seule lumière qui prend sa source dans le souterrain. Cet éclairage est mis en valeur la nuit pour donner l'impression aux voyageurs que : « la nuit, quand on descend dans les profondeurs de la gare, ce soit le train qui éclaire. » (E.6). Ainsi le réseau impacte l'ambiance de toute la gare par le prolongement de la lumière : « l'activité ferroviaire qui illumine vers le haut » (E.6). Par les ouvertures vitrées, la lumière est ensuite transmise dans la ville.

À Antony-pôle, un dispositif artistique a été mis en place pour mettre en valeur le parvis de nuit. La lumière qui vient de l'intérieur permet de mettre en valeur la maille qui entoure le bâtiment. Le jour, le motif de la maille est visible sur le sol de la gare grâce à la lumière du soleil, et la nuit l'éclairage intérieur dessine les motifs dans l'espace urbain. Finalement l'ambiance du parvis est « comme l'ambiance intérieur de la gare » (E.6), si l'on omet la notion de temps. Le dispositif conçu permet de prolonger les ambiances de manière artistique, ce qui crée une vraie animation nocturne et incite les passants à s'arrêter, pour jouer avec les ombres de la maille. L'architecte explique que « Ça projetait ces ombres chinoises sur le parvis comme si la gare s'étendait sur le parvis la nuit. » (E.6).

Ainsi, les ambiances intérieures de la gare sont particulièrement révélées la nuit. C'est un moment où la gare s'expose sur l'espace urbain et y diffuse ses ambiances internes plus qu'elle n'en reçoit de l'extérieur. En journée, la diffusion des ambiances s'inverse : la gare se nourrit des ambiances extérieures. La lumière joue un rôle important, c'est une des principales données qui est perceptible d'un côté et de l'autre de l'interface. C'est donc surtout au moyen des ambiances lumineuses qu'un lien va être créé entre le souterrain et l'espace urbain.

4.1.3. Le prolongement des ambiances extérieures

La gare est fortement marquée par l'environnement urbain autour d'elle. Afin de créer une continuité entre les espaces, les architectes essayent d'apporter les ambiances extérieures. Ce rapport peut s'établir par différents moyens qui demandent tous une porosité assez fine entre le dessus et le dessous. Ainsi, pour avoir une atmosphère équivalente, les ouvertures doivent être libres de tout vitrage. Pour bénéficier des vues, de grandes ouvertures sont nécessaires. Enfin, pour que la lumière naturelle pénètre au plus profond, les ouvertures doivent être placées de telle manière à ce que le moins de plans verticaux et horizontaux ne l'intersectent.

Cette démarche de continuité de l'espace urbain est particulièrement appréciable dans un contexte fortement défini. Ainsi, à Vitry, la volonté est de se placer dans le prolongement direct du parc : « On a voulu faire la gare dans la continuité du parc » (Frédéric Neau, 2015) ; « l'idée c'était de rappeler le parc dans le bâtiment » (E.2). Cela implique une conception des ambiances en conséquence afin de donner l'impression de se trouver dans le même environnement. Dans l'entrée de la gare, toute l'atmosphère du dehors est perceptible. De grandes ouvertures laissent circuler l'air, la lumière et les végétaux. Le rapport entre l'intérieur et l'extérieur est si intense que l'utilisateur se trouve toujours en contact avec l'extérieur : « En permanence, quand on est dans cette galerie, par l'intermédiaire de ces grandes trémies, on peut voir le parc » (Frédéric Neau, 2015). Depuis l'intérieur, la lumière se reflétant sur les parois verticales crée des effets de contraste dans le paysage laissé en béton brut. La couverture conçue et décrite comme une voûte semble être une métaphore du ciel en négatif. Les percées organiques, comme des nuages lumineux, offrent ainsi la lumière et l'air nécessaires au développement de la vie, les hommes peuvent s'approprier l'espace et les arbres pousser. Les percées vers le parc proposent un nouveau point de vue sur la végétation, une vue par le dessous qui lui donne une échelle plus importante.

Le lien à l'espace extérieur se fait souvent au moyen d'ouvertures zénithales. Cela permet d'avoir une luminosité importante à toute heure de la journée et de bénéficier de la luminosité de la voûte céleste. Cette typologie d'ouverture est aussi choisie en fonction de la forme de l'espace souterrain ; la surface de contact est parfois réduite à la seule couverture. C'est le cas à la gare d'Antony où : « il n'y a pas de façade comme pour un bâtiment traditionnel, du coup la lumière est zénithale, elle vient de la dalle de couverture » (E.6). Les mêmes architectes ont réitéré cette mise en oeuvre à Massy où une ouverture zénithale illumine la gare. Il y a « une grande verrière au-dessus du hall et on essaye de la prolonger le plus possible au-dessus de ces escaliers qui descendent parce que c'est comme ça qu'on apporte la lumière » (E.6). Pour l'agence Ateliers 2/3/4/, l'intérêt principal du lien à l'extérieur réside dans la transmission des ambiances lumineuses.

Quand la typologie de la couverture ne le permet pas, les architectes optent pour des façades très vitrées pour la pénétration de la lumière. À Val-de-Fontenay, la verrière zénithale n'est pas très grande et ce sont les baies vitrées sur le parvis qui permettent de créer un lien visuel et d'ambiance entre les deux : « [La lumière] pénètre dans la gare par la verrière qui recouvre l'intégralité du hall, par les entrées vitrées toute hauteur » (Explorations architecture, BAP!).

Cette utilisation de grandes baies verticales est aussi réalisée à Saint-Denis Pleyel. La gare est en effet recouverte d'un projet connexe sur une grande partie. La lumière et la vue sur l'extérieur sont alors effectuées par « les façades [qui] donnent directement sur le parvis et le trottoir extérieur » (E.5).

Dans l'entrée, la luminosité est très élevée, autant que sur le parvis. En plus de cela, le grand puits de descente est recouvert d'une verrière.

Des architectes ont opté pour une ouverture totale de l'espace intérieur afin de bénéficier partout de la lumière naturelle et des vues sur le dehors. À Aulnay, la fine interface fait alors prendre conscience de la vie qui se développe de chaque côté, du temps qu'il fait et surtout fait profiter de la luminosité extérieure. L'ambition de l'architecte est d'« être en contact avec cette lumière en permanence » (E.4). La gare étant peu profonde, il n'y a pas besoin de beaucoup de paliers intermédiaires et la lumière peut s'immiscer sans obstacle horizontaux. Ce prolongement des ambiances de l'extérieur est aussi réalisé par reproduction des caractéristiques de la lumière naturelle. L'éclairage fluctue pour être semblable à celui de l'extérieur : « la lumière artificielle est liée aussi à la température extérieure » (E.4). La lumière joue ici un rôle majeur dans la perception d'un espace continu. Cependant, ce n'est pas pour les qualités de la lumière que le lien à l'extérieur est créé mais c'est plutôt pour ressentir le dehors que la lumière est utilisée. C'est un outil au prolongement de l'espace. L'idée de l'architecte est de « rester le plus proche possible de l'ambiance extérieure » (E.4), et ce même la nuit. Le lien à l'extérieur s'opère aussi par la volumétrie qui crée des surfaces de contact plus importantes au moyen de deux patios qui sont appelés des failles-jardin. Ils sont visibles de partout dans la gare, mis à part depuis le quai. La continuité se fait au moyen de ces espaces extérieurs qui sont créés : « à travers des mezzanines, à travers des sortes d'énormes jardins qui rentrent complètement dans la gare » (E.4). Les ouvertures sont principalement latérales afin d'orienter le regard sur ces objets



[fig.26] Le hall d'entrée de la gare d'Aulnay, incisée par les failles-jardin © Aldric Beckmann architectes

d'une nouvelle nature. L'architecte explique que la nature « pénètre vraiment [...] c'est vraiment quelque chose qui rentre dans la gare » (E.4).

Plus rarement, les ambiances du dehors ne trouvent pas leur place dans le souterrain. À Nogent l'espace du hall est très ouvert. Il est baigné de lumière de lumière naturelle. Seul un filtre structurel symbolise la frontière. Les matériaux, au sol et sur les murs, sont traités de la même manière. Aucun objet technique de régulation de l'ambiance, tels que des luminaires, ne vient brouiller cette fluidité des ambiances. Cela est visible grâce aux images de synthèse réalisées par les architectes mais n'est pas évoqué dans leur discours. En effet, à part dans le hall, la gare n'est pas en relation avec l'extérieur. L'espace souterrain n'est donc pas marqué par la présence d'éléments extérieurs. Des gares étudiées, c'est la seule qui ne bénéficie pas de la lumière naturelle dans ses espaces profonds.



[fig.27] Le hall d'entrée de la gare d'Aulnay, incisée par les failles-jardin © Aldric Beckmann architectes

Souvent, la lumière naturelle du dehors est perceptible jusqu'au fond du puits de descente. Cela est rendu possible grâce à de larges ouvertures, des verrières, zénithales ou latérales. A Vitry, la lumière provient de trois ouvertures aux formes organiques et se diffuse pour éclairer l'ensemble des circulations verticales « dans le bâtiment voyageur où là vous avez une verrière, on a de la lumière naturelle » (E.2). Cet effet est cependant limité par la présence des mezzanines. Au fur et à mesure de l'enfoncement, les ouvertures ne sont plus visibles et la diffusion de la lumière est réduite.

Le lien à l'extérieur se ressent parfois en profondeur, par exemple, à Saint-Denis Pleyel, les vues sur l'extérieur sont possibles dans le puits : « L'atrium justement permet de voir le ciel si on se met pile en dessous de la verrière au niveau du S3. On peut aussi le voir depuis les mezzanines au niveau des gardes-corps en se penchant. » (E.5).

On a vu que certains architectes auraient aimé que la lumière naturelle éclaire le souterrain jusqu'à son niveau le plus profond. Ce n'est pas possible du fait des contraintes techniques au niveau du quai, mais cela s'avère aussi compliqué de faire parcourir à la lumière des distances très longues. En fonction de la volumétrie et des matériaux, la lumière naturelle est alors plus ou moins perceptible.

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

4.2. Sous-face et rapport à la profondeur

Le rapport à la profondeur s'établit à un endroit charnière qui est le puits de descente. Il fait le lien entre la surface et les espaces profonds et sert à la circulation des voyageurs. Sa caractéristique principale est qu'il est vide : ce « n'est pas un noyau solide mais il est fait de vide » » (Kengo Kuma, 2016). Seuls des paliers et des éléments de circulations verticales y sont placés

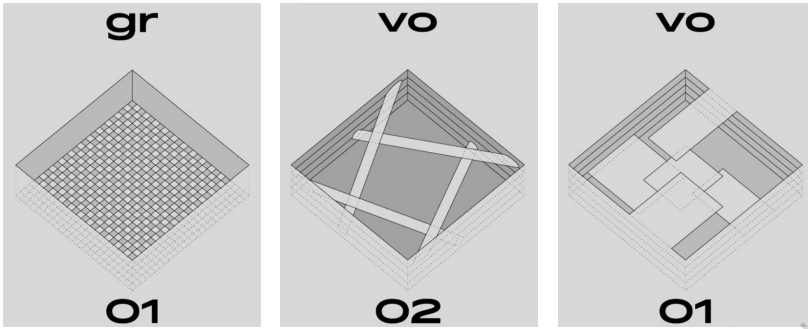
4.2.1. La conception du puits de descente

Le puits de descente est l'espace qui relie la surface constituée du parvis et du hall d'entrée à l'espace le plus profond, le quai. Il est qualifié de puits car c'est un grand vide profond. Il n'atteint pas une source aquifère comme un puits classique mais il permet de nouvelles opportunités de déplacement. Il existe différentes manières de concevoir cet espace de descente en fonction de ses caractéristiques. La classification établie selon les critères énoncés par Dominique Perrault sur la conception de l'espace souterrain, peut nous aider à comprendre la manière dont il fonctionne. Quatre éléments de l'architecture souterraine peuvent se décliner en quatre typologies de conception.

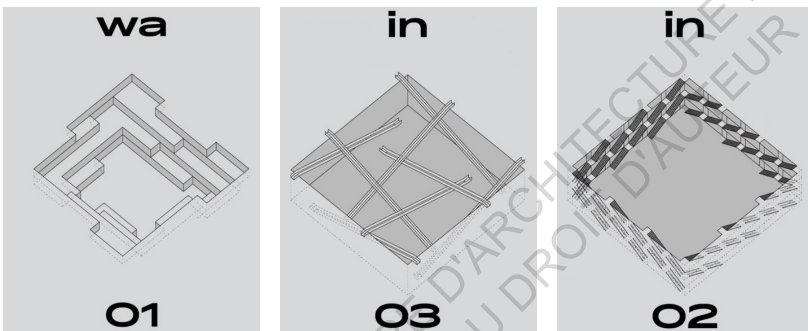
Concernant le sol ou le ground, c'est-à-dire l'espace formé au fond du puits, seule peut-être réalisée une surface libre. En effet, le programme de gare souterraine implique que le fond du puits doit servir au parcours des voyageurs. Le fond du puits n'est pas comme on pourrait le penser le quai, mais le niveau juste au-dessus, appelé palier de circulation. En effet, le quai est un espace qui doit être fermé par rapport au puits pour des raisons de sécurité. De plus, il constitue l'une des deux extrémités à relier. On ne le prend donc pas en compte dans l'étude du puits.

Le puits est entouré de murs qui peuvent montrer la nature géophysique du site ou les techniques de construction, être percés de volumes, ou encore être occupés dans l'épaisseur. Souvent, la matérialité des murs est celle de l'ensemble de la gare, comme le suggère l'utilisation d'un matériau d'insistance. De plus la maîtrise d'ouvrage émet des réticences à une matérialité trop brute. Le vide enfin est dans l'espace souterrain le cœur de l'espace. Il peut servir à des usages et être ainsi décomposé en couches ou totalement occupé. Il peut aussi être un espace de circulation traversé de tubes ou de volumes. Dans un programme de gare souterraine, le vide est conçu comme un puits de descente uniquement dédié à la circulation. Il accueille alors les circulations qui sont soit le long des parois, soit au sein même du vide qui est intersecté de paliers de circulation. Plus rarement, des tubes de circulation traversent le vide d'une paroi à l'autre. C'est le cas dans la gare de Villejuif-Institut Gustave Roussy qu'a conçue Dominique Perrault.

Ainsi on retient pour les gares les typologies ci-après extraites du tableau des stratégies de conception du vide.



[fig.29] Typologies de sol et de vide des gares © Dominique Perrault



[fig.30] Typologies de parois et de descente des gares © Dominique Perrault

La volumétrie de l'espace souterrain impacte directement son lien à la surface et par la même occasion les possibilités de lumière naturelle. Trois profils de gare sont définissables dans le réseau du Grand Paris Express d'après les coupes à l'échelle territoriale de chaque nouvelle ligne exposée à la BAP!. La première typologie est la plus fréquente. Elle consiste en la création d'un puits de même largeur sur toute sa hauteur. Ni la surface, ni le fond du puits n'est privilégié. Il semble alors que les ambiances de l'un et l'autre impactent autant l'espace. La deuxième typologie montre un volume élargi en partie basse.



[fig.28] Les profils des gares du Grand Paris Express © Louise Cousseau - d'après la documentation de la BAP!

On la retrouve dans les gares de Vitry-centre, Saint-Maur et Villejuif Louis Aragon. Enfin, la troisième typologie est celle d'un puits très fin qui s'élargit en profondeur. Elle est visible dans les gares d'Arcueil-Cachan, de Villejuif Institut Gustave Roussy et de Vert-de-maisons.

Cependant, ces typologies ne sont que celles du puits et le schéma n'intègre pas les éléments en surface qui le recouvrent et le processus d'entrée. On ne parle bien ici que du volume intérieur du puits et pas de ses relations avec ce qu'il lie.

Ces données sur la volumétrie permettent de cadrer un peu plus la conception des architectes. Le puits de descente est un espace destiné à la circulation des voyageurs. Pour une meilleure lisibilité de l'espace, il est donc dénué de tout élément pouvant perturber le parcours. Ainsi, les typologies les plus simples et les plus légères pour la conception du puits sont retenues. Les architectes imaginent en effet des puits de grandes dimensions avec des hauteurs sur plusieurs niveaux, et ce quelque soient les caractéristiques de l'élément de couverture. Ils cherchent donc à agrandir l'espace en lui-même et pas forcément dans une logique de continuité des ambiances. Les dimensions sont aussi fonction des flux.

L'espace du puits est ainsi largement rempli de vide. Les espaces en double hauteur sont nombreux, et parfois ils sont même en triple hauteur. C'est le cas dans la gare de Massy par exemple : « Et là on est même en triple hauteur. » (E.6). Cela permet des percées visuelles toute hauteur et permet à l'usager de prévoir les espaces dans lesquels il va circuler sans être surpris. Il peut imaginer son parcours à l'avance et anticiper sur les informations.

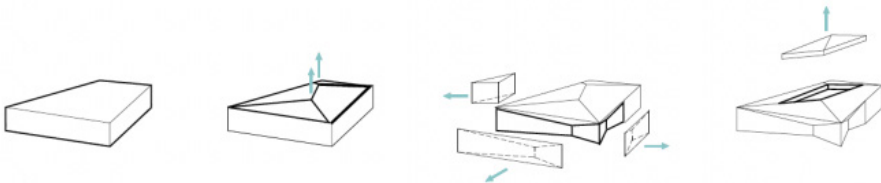
La gare de Val-de-Fontenay est entièrement conçue en fonction des vides. Ce sont eux qui structurent l'espace. Certains traversent le puits de descente du point le plus bas jusqu'à la surface. Les volumes jaunes sur l'axonométrie ci-après montre la continuité des vides sur plusieurs niveaux. Ils jouent un rôle essentiel dans le parcours et servent de repère au voyageur : « à chaque fois, on a un vide qui se crée » (E.3) qui indique la direction vers la surface. L'architecte préfère cette conception par des éléments vides que pleins. Elle estime qu'« un mur est quelque chose qui n'est pas souhaitable. Cela crée des recoins qui ne sont pas sécurisants. » (E.3) Ainsi, la volumétrie contribue aux ambiances de la gare. Les vides ne sont cependant pas continus sur toute la hauteur du puits : « On voit bien que, à aucun moment, il n'y a un vide qui va du niveau quai jusqu'en haut. Sauf, si c'est très marginal, au niveau des remontées des escaliers. » (E.3). Cela est dû aux grandes superficies demandées par la maîtrise d'ouvrage qui considère les trémies comme de l'espace perdu.

Le puits de descente est un espace souterrain, il est donc marqué par la structure importante qu'un tel espace requiert. La largeur du puits de descente

est par exemple contrainte par l'épaisse structure nécessaire. A Vitry, la structure « est complètement adaptée au terrain et à la profondeur du bâtiment, et c'est pour ça qu'on a des murs, des voiles ou des parois moulées qui font près d'un mètre voire un mètre cinquante. » (E.2). Les parois qui retiennent la terre doivent être très épaisse. A l'intérieur u puits, les architectes conçoivent ensuite une seconde peau pour placer les galeries techniques du souterrain. Cette seconde structure est moins contrainte, elle se doit simplement de supporter le bâtiment. Les architectes peuvent la dessiner comme un voile, des poteaux ou encore un portique. C'est cette dernière solution qui a été envisagée dans la gare de Val-de-Fontenay : « Du coup, je ne suis dit, on peut plutôt travailler sur un mur mais percé. D'où cette idée des portiques. Donc en gros, c'est une séquence de poteaux, mais de l'épaisseur d'un voile béton. » (E.3). Cela permet de laisser passer la lumière et de créer un rythme.

Le puits de descente étant un vide, les dispositifs techniques ne peuvent pas être placés n'importe où. Par exemple, un éclairage suspendu ne peut pas être mis en œuvre car son accès et donc son entretien sont compliqués. Les architectes ont rencontré cette problématique dans la gare de Massy : « dans le grand trou, on ne peut pas mettre de suspension pour des raisons de maintenance. Dans les niveaux inférieurs on est plus sur une intégration dans les plafonds. » (E.6). La volumétrie induit donc des contraintes pour l'ambiance lumineuse.

Les méthodes de conception du puits sont révélées par les architectes. C'est souvent par évidement que le volume est conçu. À Nogent par exemple, l'agence Explorations architecture a travaillé par creusement : « C'est plutôt comme si c'était de la masse qui était travaillée, de la masse qu'on évide. Avec l'idée de la stratification, de la matérialité. » (E.3). Les architectes auraient aimé aller encore plus loin dans cette démarche : « L'envie c'était de créer des puits de lumière mais c'était très peu faisable. » (E.3) du fait du projet connexe au-dessus. Pour la gare de Massy, des schémas expriment cette volumétrie de l'extrusion pour l'émergence, mais la même méthode a été appliquée dans l'ensemble du bâtiment. Le volume, massif, est incisé pour laisser passer la lumière.



[fig.31] Schéma de conception de la volumétrie de Massy © Ateliers 2/3/4/

On remarque que ces méthodes de conception par creusement de la matière sont plutôt employées dans des gares dont l'inspiration pour les ambiances est le monde souterrain. Ainsi, la méthode de conception du puits va de paire avec les ambiances qui y sont mises en place.

Les architectes utilisent un vocabulaire différent pour parler du puits de descente. Il est à noter que ce terme de puits provient du vocabulaire technique des espaces souterrains et qu'il est employé par la maîtrise d'ouvrage pour parler de cet espace.

Les architectes usent parfois d'un vocabulaire d'une architecture de surface. Pour la gare de Saint-Denis Pleyel, « un grand atrium » (E.5) a été pensé. Le puits est donc qualifié d'atrium, ce qui est historiquement une pièce couverte d'un toit possédant une ouverture en son centre pour laisser pénétrer l'eau de pluie et la lumière. Ici, seule la lumière passe, mais l'utilisation de ce vocabulaire montre bien la volonté d'intégrer au maximum les ambiances extérieures à l'architecture.

L'architecte de la gare de Massy considère d'abord le vide comme « un grand trou » (E.6) avant de reprendre le terme technique de puits de descente. Bien que l'architecte change pour employer un vocabulaire plus technique, le terme de trou est assez bien choisi puisqu'il fait référence à un creux dans la roche ou dans le sol. L'architecte prend ici plus en considération la dimension souterraine de la gare et en fait part de manière non consciente.

Le puits est parfois exprimé comme tel mais accompagné d'un vocabulaire relatif au souterrain. Par exemple, pour la gare de Vitry, le puits est qualifié de grotte : « traitement du puits sous la forme d'une grotte » (atelier d'architecture King Kong, communiqué de presse). Le vocabulaire employé est révélateur des ambiances qui y sont développées.

4.2.2. La pénétration de la lumière

La lumière dans le puits de descente peut être naturelle en fonction des projets. Cependant, un éclairage complémentaire est nécessaire, et particulièrement dans les niveaux les plus bas. Certains quais sont très profonds, ce qui implique une descente plus longue. Le rapport à la lumière naturelle se fait de moins en moins important avec la profondeur mais le contexte en surface ne permet pas toujours les mêmes apports.

Des schémas en coupe de pénétration de la lumière naturelle permettent de mieux comprendre les ambiances lumineuses à l'intérieur du puits. Ils ont été réalisés à partir de la documentation graphique des architectes : coupes, axonométries, images de synthèse et schémas. Ils ne représentent pas l'intensité de lumière naturelle car ils ne sont pas basés sur des mesures ou des



[fig.34] Schéma de la lumière naturelle dans la gare de Vitry © Louise Cousseau



[fig.32] Schéma de la lumière naturelle dans la gare de Val-de-Fontenay © Louise Cousseau



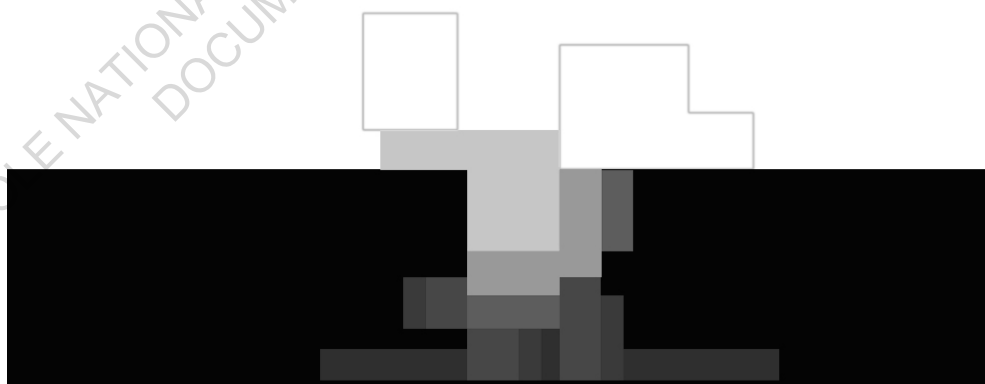
[fig.33] Schéma de la lumière naturelle dans la gare de Nogent © Louise Cousseau



[fig.35] Schéma de la lumière naturelle dans la gare de Massy © Louise Cousseau



[fig.36] Schéma de la lumière naturelle dans la gare d'Antony © Louise Cousseau



[fig.37] Schéma de la lumière naturelle dans la gare de Saint-Denis Pleyel © Louise Cousseau

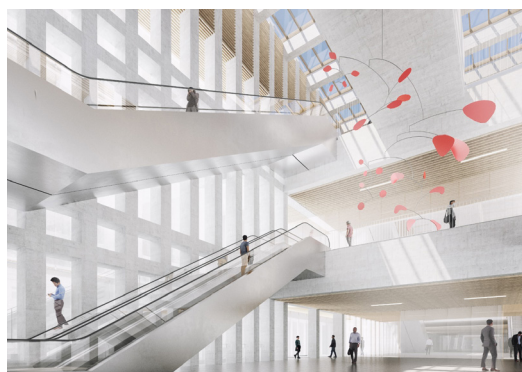
simulations. Leur intérêt est de comprendre comment la lumière naturelle se diffuse. L'échelle colorimétrique est définie par rapport à la distance qui sépare les espaces d'une ouverture sur l'extérieur et leur obstruction par des parois verticales ou des éléments horizontaux.

On voit d'après les schémas que la lumière pénètre différemment dans le puits. On peut distinguer trois typologies pour l'entrée de la lumière dans le puits : zénithale, zénithale filtrée et déportée. Une entrée de lumière zénithale correspond à une ouverture dans la couverture juste au-dessus du puits de descente avec une interface très fine, un simple vitrage. Une entrée de lumière zénithale filtrée a les mêmes caractéristiques que la précédente typologie si ce n'est que l'interface est plus épaisse. La distance entre l'ouverture et le puits est plus grande et des dispositifs la couvrent en partie. L'ouverture se situe alors dans la couverture du hall d'entrée. Enfin, ce qu'on appelle une entrée de lumière déportée par rapport au puits consiste en une séparation de l'espace du hall d'entrée du haut du puits de telle sorte qu'une discontinuité des ambiances s'opère.

La gare de Nogent présente une typologie déportée pour l'entrée de la lumière, cela est dû notamment au projet en surface : « pour la grande partie centrale qui permet la descente, celle-là était a priori couverte par le projet connexe » (E.3). Les gares de Val-de-Fontenay, Massy et Antony-pôle bénéficient d'une entrée de lumière zénithale filtrée et celle de Vitry, une lumière zénithale. La typologie de la gare de Saint-Denis Pleyel est mixte. Elle comporte deux entrées de lumière : une entrée latérale qui sert aussi d'entrée aux usager, légèrement déportée du fait d'un projet connexe et une ouverture zénithale conçue pour illuminer le puits. On voit que ce qui se passe au-dessus du puits impacte fortement l'entrée de la lumière naturelle. Certains des puits sont plus ouverts que d'autres et ont assez peu de larges paliers qui coupent la diffusion de la lumière. Enfin, en partie basse, la lumière peut se diffuser sur un côté ou les deux en fonction des trémies réalisées pour l'accès au quai.

Moins il y a de lumière naturelle, plus un éclairage complémentaire est nécessaire. Les ambiances à l'intérieur du puits sont alors plus facilement gérées puisque l'extérieur ne l'impacte pas. Dans un puits avec une lumière naturelle ayant la capacité d'éclairer, l'éclairage doit s'adapter aux changements de luminosité liés au temps et au climat si l'on veut respecter les seuils minimaux. La pénétration de la lumière est graduelle et permet de définir les espaces. C'est le cas à la gare de Saint-Denis Pleyel : « Ce qui change ce sont les niveaux d'éclairement : au début à l'entrée on a une lumière très forte pour avoir la transition entre l'extérieur et l'intérieur, et ensuite graduellement on est sur des puissances lumineuses un peu moins fortes parce que l'œil s'habitue. » (E.5).

Dans un puits sans lumière venant de l'extérieur, la sensation de se trouver dans un espace souterrain est augmentée. Les gares de Vitry et de



[fig.38] Le puits de la gare de Val-de-Fontenay
© Explorations architecture



[fig.39] Le puits de la gare de Saint-Denis Pleyel © Kengo Kuma & associates

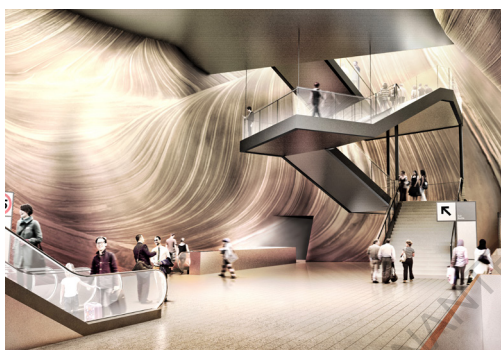
Nogent sont celles dont l'architecture s'inspire le plus du monde souterrain. Cela se ressent à travers les schémas de pénétration de la lumière. La limite haute de la première gare se situe au niveau du sol. On ne se trouve alors pas uniquement dans un rapport au ciel et des éléments de la surface comme de la végétation peuvent impacter l'ambiance lumineuse intérieure par la projection d'ombres. La perception de la présence de ces éléments en hauteur qui sont généralement au niveau du sol influe alors sur la sensation de profondeur. Pour la gare de Nogent, l'utilisateur pourrait avoir l'impression de se trouver dans un bâtiment aveugle mais la présence d'un peu de lumière naturelle venant d'une petite ouverture en hauteur renforce la sensation d'espace souterrain.

Les puits des autres gares sont largement ouverts et dans la continuité de l'espace du hall. Dans les gares d'Antony et de Massy, le puits est d'une hauteur presque équivalente à celle du hall. À Val-de-Fontenay et Saint-Denis Pleyel au contraire, le puits s'enfonce plus profondément que l'émergence ne ressort. L'effet de vide y est alors plus impressionnant puisqu'un changement d'échelle s'opère. Cependant cet effet est réduit par le traitement des parois dans ces deux gares. Dans la première, un éclairage est mis en place dans la galerie technique ce qui donne une impression d'ensoleillement extérieur latéral. Dans la seconde, la présence du bois, matériau plus léger que le béton compense la verticalité des lames qui accentuent au contraire la profondeur.

La matière et la couleur permettent différents effets de lumière. À Nogent et Vitry, les architectes jouent avec la matérialité des parois pour créer une ambiance lumineuse particulière. Le béton teinté et matricé est éclairé pour



[fig.40] Le puits de la gare de Nogent
© Explorations architecture



[fig.41] Le puits de la gare de Vitry © Atelier
d'architecture King Kong

donner l'impression que les parois sont en terre. La matière n'est pas régulière afin que la lumière vienne s'y accrocher en créant du relief. L'architecte de la gare de Nogent explique son intention pour la matérialité des parois : « Ces nuances d'aspects et de rugosité permettront de jouer avec la lumière » (Explorations architecture, BAP!). De même à Vitry, la lumière permet de révéler la matière du puits et de modifier la perception de l'utilisateur : « là se trouve la grotte et il y a à différents types d'éclairage, d'ambiance ou des éclairages où la grotte est mise en scène en jouant avec l'ombre ou alors en éclairant la géométrie » (E.2).

La profondeur du puits peut être sujet à une variation de la matière. Dans la gare d'Antony, la terre cuite est utilisée en petits éléments et mise en œuvre différemment en fonction de la profondeur : « plus on monte et plus ça se pixelise » (E.6). De même à Val-de-Fontenay, la structure blanche en portique n'a pas la même portée sur toute la hauteur du puits : « il y a quand même une densité qui est plus importante au niveau bas » (E.3). Ainsi la concentration de matière impacte la perception de l'espace, mais aussi la diffusion de la lumière. Plus les éléments sont sombres et nombreux, moins la lumière peut se propager.

Les architectes essaient de faire pénétrer la lumière naturelle le plus profondément possible. Ils expriment cette ambition : « il y a vraiment la volonté d'apporter la lumière jusqu'en bas » (E.5) et conçoivent des dispositifs pour l'atteindre : « générer des vides capables de créer une grande fluidité de l'espace, des continuités visuelles généreuses et la libre circulation de la lumière » (Explorations architecture, BAP!). À Massy et à Saint-Denis Pleyel, les architectes sont fiers de la profondeur jusqu'à laquelle la lumière naturelle est perceptible. Ils expliquent jusqu'à quelle profondeur ils ont réussi à faire percevoir la lumière naturelle : « Il y a trois niveaux : le rez-de-chaussée, le niveau -1 à 6 m 70 plus bas, et ensuite le niveau -2 à 6 m 70 plus bas. Jusque là il y a de la lumière. » (E.6).

Ainsi, la pénétration de la lumière naturelle est un sujet important pour

les architectes et s'établit en différentes stratégies pour mettre en valeur la volumétrie et la matière en fonction des concepts développés.

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

4.3. Le quai et le rapport au réseau

Le quai est l'endroit de la gare le plus profond, c'est probablement là que la sensation d'être dans un espace souterrain est la plus forte. On a précédemment étudié les caractéristiques de l'interface entre la surface et le sous-sol et on s'intéresse maintenant à un autre type de jonction, celle entre la gare et le réseau. L'espace du quai constitue la frontière souterraine de la gare. Sa conception peut s'inspirer d'une part des éléments unifiant le réseau et d'autre part des ambiances inhérentes à la gare.

4.3.1. L'influence du réseau

Si l'ensemble du réseau du Grand Paris Express est unifié par des prescriptions d'ambiance, au niveau du quai, ce sont de véritables directives qui sont exprimées. Elles sont liées à la sécurité des voyageurs (sécurité incendie, sûreté publique, accessibilité...), à la technique avec des dispositifs ferroviaires unifiés et à l'usage. En effet, la maîtrise d'ouvrage préconise une utilisation des gares standardisée afin de faciliter la compréhension et l'usage du réseau par le public, notamment lors du passage d'une gare à une autre.

Des éléments communs doivent être mis en place. Les portes de sécurité par exemple sont communes à toutes les gares. Elles sont toute hauteur avec un épais linteau noir soulignant l'éclairage en bandeau lumineux au-dessus. Cet éclairage est la manifestation du symbole d'anneau lumineux que forme le réseau et c'est la principale source d'éclairage au niveau du quai. La volonté est assurément que le réseau impacte sur l'ambiance du quai. Le schéma spatial et lumineux de l'espace souterrain est ainsi inversé : en descendant, on est ébloui par la lumière et en montant on s'éloigne de cette forte lumière. Ce sont les sensations inverses que l'on ressent au niveau de l'interface entre le dessus et le dessous.

Les architectes et concepteurs lumière expliquent : c'est « le même bandeau blanc lumineux qui éclaire tout le quai. Et ce dispositif-là est intéressant parce qu'il fonctionne avec le cycle circadien. » (E.6). La lumière qui vient symboliquement du réseau se comporte symétriquement par rapport à l'extérieur. Quand la luminosité baisse et que les couleurs de température changent, l'ambiance du quai évolue pareillement. Ainsi, l'ambiance du quai est inspirée de celle de l'extérieur.

La largeur des quais semble être équivalente dans les cinq gares étudiées. En effet, elle est imposée pour des raisons techniques : « la gare au niveau des quais, c'est la largeur d'espace des voies » (E.2) explique l'architecte de la gare de Vitry. Cette dimension se répercute ensuite sur l'ensemble du volume de la gare. En effet, le volume creusé est fait avec le moins de redents possibles et l'accès aux quais doit être possible en plusieurs points. La hauteur sous-plafond varie cependant légèrement : elle est d'environ quatre mètres. La large ouverture visible sur le quai de la gare de Massy n'est aujourd'hui plus d'actualité.

Le quai est un espace qui doit être fermé pour des raisons de sécurité incendie. Cela est imposé par la maîtrise d'ouvrage dans toutes les gares. Si l'on ne veut pas se soumettre à cette contrainte, des dispositifs conséquents d'extraction d'air et des fumées doivent être mis en place, ce qui engendre des coûts énormes et demande beaucoup de place. Ces dispositifs sont impossibles dans les gares étudiées. Cette contrainte n'est pas bien vue de la part des architectes, comme en témoigne Amélie Fritzlar : « Parfois il n'y a pas

le choix, quand on est sur les quais, c'est souterrain, on a des tunnels, c'est une ambiance... » (E.5). Les architectes préfèrent en effet une ouverture des espaces pour créer plus de lien avec l'extérieur.

De plus, un design particulier y a été défini dans une logique d'unification du réseau. Les images des architectes ne rendent pas compte de tous les éléments. Du point de vue de la signalétique, seule la police d'écriture est visible sur certaines images, la charte graphique de Ruedi Baur n'est pas intégrée. Les images du quai ont pour but de prévisualiser l'ambiance des lieux



[fig.43] L'espace du quai de la gare d'Aulnay © Aldric Beckmann architectes



[fig.42] L'espace du quai de la gare de Vitry © Atelier d'architecture King Kong

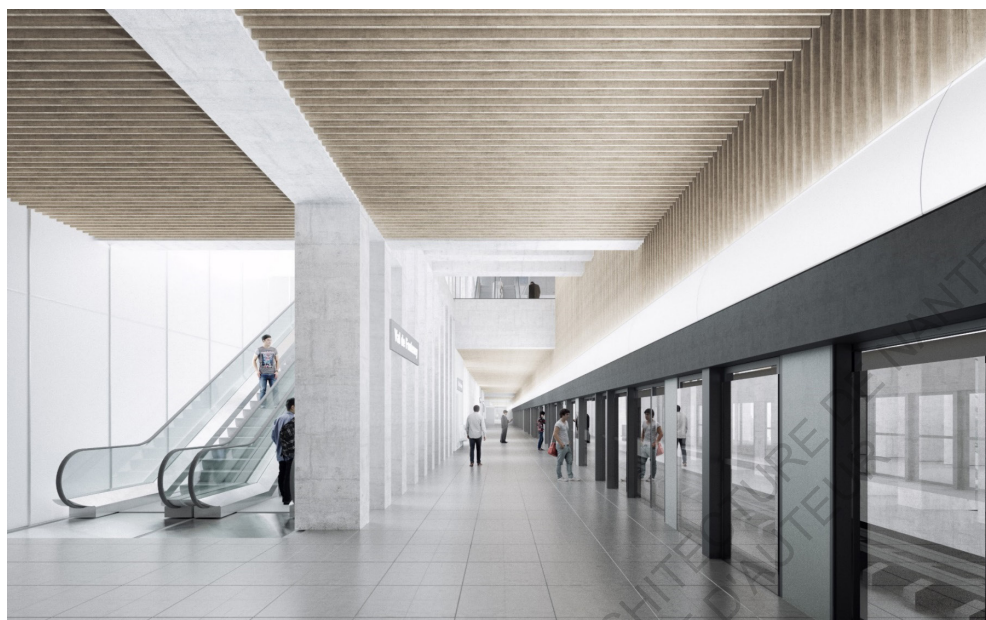
en mettant en avant l'architecture. La signalétique est souvent considérée par les architectes comme d'importance moindre dans le repérage par rapport aux ambiances et à la volumétrie, d'où cette possible omission. Seule l'image de la gare de Vitry exploite des éléments de signalétique comme en témoigne la flèche montante indiquant la sortie. L'importance que prend la signalétique dans l'image est telle qu'elle soulève presque la question de sa pertinence.



[fig.44] L'espace du quai de la gare de Nogent © Explorations architecture



[fig.45] L'espace du quai de la gare de Massy © Ateliers 2/3/4/



[fig.46] L'espace du quai de la gare de Val de Fontenay © Explorations architecture

Dans une gare sans correspondance, l'escalier au niveau du quai mène en effet forcément vers la sortie.

Ainsi, il existe de nombreux éléments communs entre les quais des différentes gares qui influent sur l'ambiance. Ils constituent essentiellement l'interface entre la gare et le réseau. L'ambiance lumineuse générale du quai vient aussi du réseau.

4.3.2. Le rapport aux ambiances de chaque architecture

Le quai constitue une entrée dans la gare et il est pour la plupart des voyageurs le seul aperçu de la gare. C'est donc un endroit clé pour les architectes pour faire pressentir l'architecture de celle-ci et les ambiances qui la composent. L'espace du quai amorce l'expérience sensible de la gare, les concepts des architectes y sont perceptibles.

Pour se placer dans le prolongement de la gare, les architectes essayent de créer des liens en ouvrant l'espace et en utilisant les mêmes matériaux.

Dans les gares peu profondes, comme à Aulnay, il est plus simple d'avoir un rapport à l'extérieur du fait de la faible distance entre le quai et la surface. L'architecte estime que depuis le quai, on a « quasiment » (E.4) un rapport au ciel. On ressent aussi la présence des jardins en surface. Créer un rapport direct à l'extérieur à travers le volume de la gare est la volonté de

nombreux architectes ; à Massy par exemple : « On avait fait en sorte qu'en se mettant juste en-dessous, on arrivait à voir le ciel. » (E.6). À Saint-Denis Pleyel, un lien est aussi créé entre le dessus et le dessous : « cet espace enfoui à -28 m de profondeur est étroitement relié du sol jusqu'au ciel » (Kengo Kuma, 2016). Enfin, à Vitry, on perçoit les ambiances extérieures : « l'extérieur, on ne le voit pas. C'est une question de perception et de sensations. » (E.2). Ainsi, les architectes ne veulent pas seulement faire transparaître les ambiances de la gare mais aussi celle du contexte.

Le rapport entre les différents espaces de la gare peut se faire au moyen de paliers permettant une vue en hauteur sur le quai. De ces espaces, le voyageur est conscient de la distance qui le sépare de la surface et du chemin qui lui reste à parcourir pour atteindre le quai. Encore dans le puits de descente, dans l'ambiance de la gare, il perçoit le quai et cela lui permet d'appréhender avec plus de distance les ambiances du quai et du réseau.

Les architectes essaient de faire ressentir les ambiances qui sont filtrées par le hall et par le puits de descente. Par les trémies des escaliers, l'ambiance de la gare est perceptible. Les matériaux des parois sont prolongés et les mêmes dispositifs sont employés. Les circulations verticales sont toutes le long du mur opposé aux voies. En montant, le voyageur s'avance ainsi vers le matériau identitaire qui devient peu à peu omniprésent. À Vitry, les parois courbes et marbrées indiquent le chemin à suivre. Le béton projeté n'est présent que sur la paroi en extrémité du quai car il représente la terre retenue. Il est mis en relief par un éclairage secondaire. La matérialité de la gare peut prendre une place plus importante. À Nogent et Massy, elle se retourne pour former le garde-corps.

Des éléments marqueurs de l'identité de la gare sont repris. À Val-de-Fontenay par exemple, la trame des portiques descend jusqu'au quai et sert de filtre entre le quai et les circulations verticales.

L'ambiance lumineuse est aussi perceptible dès le quai dans les gares. Certaines d'entre elles y reprennent en effet les mêmes dispositifs d'éclairage que dans le reste de la gare. À la gare d'Aulnay, le plafond est constitué d'une maille métallique à travers laquelle passe la lumière et qui cache les éléments techniques. Perforé et lumineux, ce plafond donne l'impression de laisser passer la vive luminosité de l'extérieur. De plus sa reprise dans l'ensemble de la gare fait que les différentes interfaces horizontales sont traitées de la même manière. Cela profite à l'unification des ambiances et réduit l'impression d'espaces à différentes profondeurs.

Un éclairage secondaire peut aussi venir mettre en valeur les matériaux de la gare. À Nogent, des luminaires sont fixés au sol et sur les marches des escaliers en direction du mur en béton. Cela permet d'indiquer le relief de la gare et sa rugosité, semblable à un mur en terre.

Les architectes souhaitaient pour beaucoup que la lumière naturelle soit

visible depuis le quai. L'image de la gare de Massy montre comment les taches de lumière solaire auraient pu venir créer du contraste entre les matériaux et être visible dès la sortie du métro. Cette ambition n'est cependant pas réalisable et l'éclairage du quai domine alors. L'architecte explique avec déception : « Après quand on va sur le quai, là il n'y a plus de lumière clairement. » (E.6).

Les matériaux sur le quai sont plus sobres que dans le reste de la gare afin de ne pas trop prendre le pas et laisser l'identité du réseau s'exprimer. Pour la gare d'Antony-pôle, les architectes expliquent que les contraintes viennent de la maîtrise d'ouvrage : « Ils nous ont demandé de se calmer un peu » (E.6). Le même matériau est utilisé : « Sur le quai c'est tout blanc [...] c'est beaucoup plus apaisé » (E.6), alors qu'il en existe différentes teintes dans l'ensemble de la gare.

Ainsi, l'espace du quai présente des volumes et une organisation de l'espace relativement semblables dans l'ensemble des gares. Hormis les éléments techniques, la porte de quai et l'éclairage en bandeau, les architectes ont la possibilité de choisir la plupart des matériaux et un éclairage secondaire propre à chaque gare. Dans cet espace qui est le plus profond, les architectes ont parfois dû s'adapter pour des raisons de sécurité. La lumière naturelle n'est pas présente sur le quai mais les architectes espèrent que l'on ressentira les ambiances extérieures. L'ambiance lumineuse est principalement régie par le bandeau lumineux du réseau. L'identité de la gare est mise en valeur sur le quai par le biais de la lumière symbole du réseau.

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

5. LA PERCEPTION DE L'USAGER

5.1. Le parcours de l'utilisateur

Dans chaque gare, un parcours sensoriel est créé. Du niveau de la rue vers la profondeur, il est échelonné en différentes ambiances qui marquent des séquences dans la descente. La matière et la lumière permettent de renforcer la volumétrie indiquant les étapes. De plus, la densité du traitement des matériaux, le recours à des sources de lumières diverses et les niveaux de luminosité évoluent en fonction de la profondeur. Enfin, des indices architecturaux dans le parcours indiquent à l'utilisateur le chemin à suivre.

5.1.1. Des séquences d'ambiances qui rythment le parcours

Le parcours de l'utilisateur est marqué par différentes séquences d'ambiances relatives aux espaces qu'il traverse. Les séquences sont plus ou moins marquées selon les gares et l'intention des architectes à ce sujet diffère. Elles servent à délimiter les espaces et à les mettre en valeur. La notion de séquence a été reprise par plusieurs architectes pour décrire le parcours de l'utilisateur.

Les architectes se demandent alors : « Comment scénographier une telle descente en trouvant un intérêt à le faire ? » (Frédéric Neau, 2015). Les variations de lumière peut être un remède à la monotonie de ce large espace. Ainsi, les architectes divisent l'espace en créant différentes ambiances. Le parcours propose en effet différents espaces qui sont même décrits par les architectes comme des tableaux, qui incitent alors à un ralentissement : « le parcours avec les différents tableaux, les différentes ambiances, et cette idée de transit » (E.2). L'arrivée dans un nouveau tableau est l'occasion de faire une pause pour s'orienter et appréhender la profondeur et la lumière de l'espace. Cette notion est reprise pour la gare d'Aulnay : « Mais c'est un peu comme une sorte de grand tableau qui s'offre à vous. » (E.4). L'architecte parle ici des failles-jardin de la surface. Cette fois, le vocabulaire est utilisé au singulier et n'est pas en relation au parcours. L'espace décrit s'apparente littéralement à un tableau : c'est un espace inaccessible et voué à la contemplation. Ainsi, pour scénographier la descente, les architectes créent des pauses marquées par une différence d'ambiance qu'ils appellent des tableaux.

La variation des ambiances dans le parcours peut avoir une signification et être un indice relatif à la profondeur. À la gare de Val-de-Fontenay par exemple, « [le rythme] correspond en fait à la différence entre la surface et la profondeur » (E.3). Les différentes séquences d'ambiance sont donc en lien avec la position de l'utilisateur. Cela lui permet donc de se situer plus facilement.

Parfois, le rythme et les variations d'ambiances n'ont pas de signification explicite. Les architectes souhaitent simplement éviter la monotonie du parcours : « c'était plutôt pour varier un peu les ambiances » (E.2). L'ambiance n'est pas uniforme dans l'espace, même si son usage reste le même. Dans cet exemple de la gare de Vitry, l'architecte n'a pas souhaité varier les ambiances en fonction de la profondeur ; la variation est simplement conçue pour le ressenti de l'utilisateur et pour que son expérience soit plaisante.

Tous les architectes ne sont pas d'accord sur le rôle de la lumière dans le parcours. Aldric Beckmann par exemple, estime que « La lumière ne marque pas les séquences, seulement : il y a ces points de focus qui sont évidemment ces jardins » (E.4). En effet cette gare est conçue pour être dans une continuité d'ambiances. Les différences sont donc minimisées entre les séquences.

Les séquences du parcours peuvent être marquées physiquement par une différence de traitement des volumes. D'un espace à l'autre, les volumétries changent du fait des besoins et de l'usage. Le quai par exemple sera traité en horizontalité quand le puits de descente le sera en verticalité. Un des architectes explique ce changement de volumétrie : « le hall est beaucoup plus vaste donc ce n'est plus la hauteur qui joue, là c'est plus la largeur » (E.6). Cette différence avec le puits sépare naturellement les espaces. Ces changements peuvent être scénographiés, comme à Nogent par exemple, où l'on a un effet d'ouverture fort vers la surface avec un contraste marqué. On comprend alors bien la distinction et la limite entre les deux espaces. De même, à la gare de Massy, les architectes ont joué avec les volumes pour influencer sur le ressenti des espaces : « On a des dilatations d'espaces, des choses qui se resserrent. On a vraiment essayer de faire en sorte que quand on emprunte les escaliers, on sache où on est en train d'arriver. » (E.6). Ces étapes marquent donc le parcours et servent aussi d'outils d'orientation à l'utilisateur.

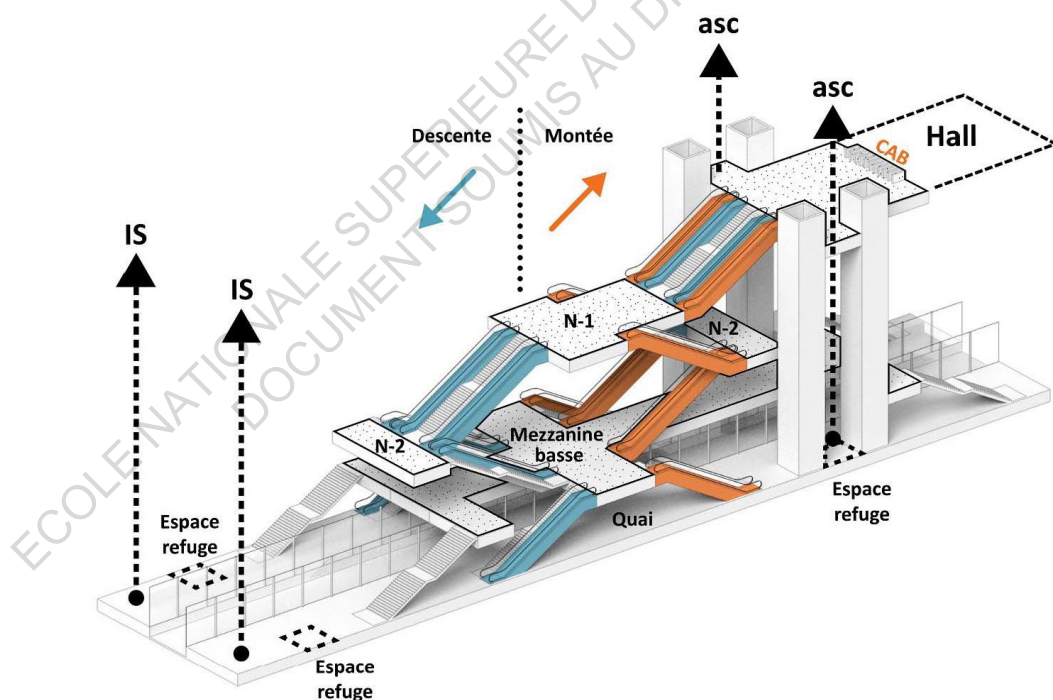
Au sein des espaces, on peut trouver un second degré de délimitation. Par exemple, dans le hall d'entrée, l'espace de vente de billet et celui d'information sont plus précisément marqués avec un éclairage d'insistance : « il y avait une accentuation ou devant les distributeurs de billets, un point où on accentue légèrement la lumière pour les voyageurs, dans l'idée d'une signalétique instinctive » (E.3). Ainsi, les ambiances sont variées au sein d'un même espace afin d'indiquer à l'utilisateur l'emplacement de ces besoins potentiels.

Une des étapes essentielles dans le parcours est l'entrée dans le bâtiment. Les architectes y sont un peu moins contraints et l'ambiance de l'entrée peut préfigurer les étapes à venir. Le traitement de l'entrée est particulier puisqu'il est possible d'y intégrer des éléments du dehors ; l'utilisateur perçoit l'extrémité de son parcours grâce à ces éléments, et par exemple la lumière : « au rez-de-chaussée [...] il y a la luminosité de dehors » (E.5). L'ambiance de l'entrée peut être caractérisée par ce lien à l'extérieur. À la gare de Vitry par exemple, c'est la végétation qui crée ce lien et qui indique d'ores et déjà la dimension souterraine de la gare : « quand on accède au bâtiment voyageur, il y a une liaison sous une voûte et sous cette voûte il y a des percements qui sont des ouvertures assez grandes » (E.2). Cette première étape est conçue de manière assez douce. L'espace n'est pas souterrain mais on a tout de même l'impression d'être dans une grotte.

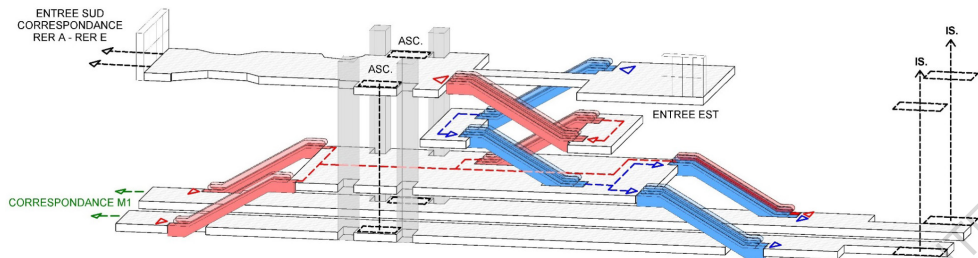
Le rythme dans le hall peut être modifié pour indiquer la sortie ou l'entrée dans le bâtiment. Ainsi, à Val-de-Fontenay, le rythme est ralenti en surface pour indiquer l'ouverture sur la ville. Cela se perçoit par le nombre de poteaux qui se dilate : « dès qu'on s'exprime dans la ville, donc au niveau de la verrière et au niveau du portique qui vient devant la gare, là on a un rythme un peu plus aéré » (E.3). Les séquences ne sont pas ici marquées clairement, mais on est plutôt dans une évolution, accompagnée par l'architecture.

Ainsi, le hall d'entrée est souvent conçu comme une première étape en continuité avec la gare. Les architectes essaient de minimiser les différences d'ambiance, mais l'entrée est marquée par sa volumétrie et les relations avec l'extérieur. Elle est conçue comme une première étape à l'immersion et comme une entrée sur la ville.

Les parcours souterrains sont régis pour une meilleure fluidité. Comme le montrent ces deux axonométries, le parcours d'un usager descendant sera différent d'un usager montant. Dans la gare de Nogent, ils ne se croisent sur deux paliers sur trois. Le parcours de descente nécessite de se retourner une fois de moins que celui de montée. La descente est continue et le moins d'obstacles possible intersectent le parcours. Le retour à la surface est ainsi plus rythmé et le dernier demi-tour, juste avant la sortie, accentue le ressenti du contraste lumineux. À la gare de Val-de-Fontenay, il y a moins de profondeur et le nombre de paliers est réduit à deux. Les usagers descendants et montants se font face ou se font dos mais ne se croisent pas. Il y a peu de contacts entre eux. Les circulations sont symétriques et c'est l'utilisateur entrant qui se trouve le plus près de la porte d'entrée.



[fig.47] Les circulations dans la gare de Nogent © Explorations architecture



[fig.49] Les circulations dans la gare de Val-de-Fontenay © Explorations architecture

L'utilisateur entrant paraît ainsi privilégié dans le parcours. Tout est fait pour que son parcours soit simple et fluide. L'utilisateur sortant est quant à lui censé trouver plus facilement son chemin, car il est attiré par les ambiances de la surface qui parviennent jusqu'à lui.

Le parcours voyageur de la gare de Massy propose des séquences d'ambiances marquées. À chaque étape, une nouvelle ambiance est créée, qui indique les caractéristiques du lieu à venir. Tout d'abord, la façade a un aspect assez minéral de l'extérieur. L'utilisateur pressent alors la dimension souterraine du bâtiment. La conception volumétrique comme une pierre taillée accentue encore l'effet. Ensuite, le hall propose une ambiance chaleureuse et feutrée à l'entrée avec l'utilisation d'inox coloré de teinte cuivrée. Cela fait écho aux instruments utilisés à l'opéra à proximité. Ainsi, dans le sens sortant, l'utilisateur



[fig.48] Les séquences d'ambiances dans la gare de Massy © Ateliers 2/3/4/

pourra imaginer le quartier dans lequel il arrive. Puis, le parcours continue dans le puits de descente, avec une succession de remontées mécaniques. La lumière latérale sur les parois incrustée dans les plis de l'inox crée une ambiance plus intime et profonde. La lumière se reflète, mettant en valeur la matérialité et créant comme de nouvelles petites sources d'éclairage. Enfin, le quai est marqué par la verticalité des montants qui renforce l'idée de profondeur. La lumière y est plus intense afin d'exprimer la clarté du réseau. Par l'étude de ces quatre espaces de la gare de Massy, on voit que les ambiances sont conçues différemment en fonction de la profondeur et permettent de percevoir les caractéristiques de l'étape ou de celle à venir.

5.1.2. La gradation en fonction de la profondeur

Afin de faire ressentir la profondeur à l'utilisateur tout en étant dans une continuité des ambiances, les architectes accentuent ou diminuent certains éléments graduellement au cours du parcours. Cela peut être d'un point de vue de la lumière ou de la matière.

La luminosité change en fonction de la profondeur. Tous les architectes appliquent différentes ambiances lumineuses, excepté Aldric Beckmann pour la gare d'Aulnay. Il essaye au contraire qu'on ne perçoive pas le changement de luminosité pour ne pas attirer l'attention sur la profondeur : « l'éclairage de rester le plus proche possible de l'ambiance extérieure [...] Pour donner un petit peu de légèreté à tout ça. » (E.4). Dans les autres gares, l'éclairage est travaillé de façon graduelle. Les architectes souhaitent varier les ambiances et la profondeur est l'occasion de créer plusieurs séquences qui évoluent. Cela peut se traduire par différentes sources de lumières ou « une variation d'intensité » (E.3) en profondeur. Souvent, la luminosité est de moins en moins forte « Parce que plus on descend, moins on a de lumière. » (E.6). L'éclairage accompagne la descente.

Quand le parcours est de plus en plus lumineux, l'utilisateur comprend qu'il s'approche de la surface. La lumière naturelle, de plus en plus vive, est alors une indication. Ainsi, la perception de la gradation permet : « qu'on sache où l'on va et qu'on soit guidé par la lumière naturelle » (E.6). Les trémies permettent de faire pénétrer la lumière naturelle avec des niveaux d'intensité de moins en moins importants en profondeur. Ressentir ces faibles niveaux d'éclairage permet d'insister sur la profondeur. De tels vides sont mis en œuvre à la gare de Val-de-Fontenay : « C'est comme si, à chaque fois, on a un vide qui se crée, et ce vide est mis en valeur, en évidence par la lumière. » (E.3).

Les architectes expliquent leur démarche de gradation de la lumière pour la gare de Saint-Denis Pleyel : « Ce qui change ce sont les niveaux d'éclairage : au début à l'entrée on a une lumière très forte pour avoir la transition entre l'extérieur et l'intérieur, et ensuite graduellement on est sur des

puissances lumineuses un peu moins fortes parce que l'œil s'habitue. » (E.5). La différence de luminosité ne s'établit ici pas forcément d'après la profondeur mais plutôt en fonction du corps et de ses capacités à s'adapter progressivement au peu de lumière.

La matière est aussi un outils utilisé par les architectes pour faire ressentir la profondeur. Souvent la même matière est présente à tous les niveaux mais c'est sa mise en œuvre qui varie. La matière est en effet un élément représentant l'identité de la gare. A la gare de Vitry, c'est la grotte et ses parois qui indiquent la profondeur et le parcours : « il y a une sorte de fil conducteur qui est le rocher artificiel » (E.2). Ce rocher, qui fait office de parois pour le bâtiment, n'a pas le même aspect partout. Au niveau de l'entrée, les parois sont lisses et en courbe douce alors que dans le puits, le béton matricé apporte une texture rugueuse. Les courbes sont aussi plus resserrées. Au fil du parcours, la matière devient de plus en plus expressive et on ressent plus sa présence. À Nogent, la matière est aussi fortement présente dans le puits. « La descente s'effectue dans une trémie entourée par des voiles de béton teintés dans la masse [...] avec des effets de stratification » (Explorations architecture, BAP!). Cependant, dans cette gare, la matière est mise en œuvre partout de la même manière. C'est son éclairage qui change et qui influe la perception. Ainsi, dans les espaces profonds la matière est éclairée de près, ce qui révèle sa matérialité alors qu'en extérieur, la luminosité générale unifie son aspect.

À la gare d'Antony par exemple, le même matériau a été utilisé jusqu'au niveau le plus profond : « ce rythme là, blanc et orange, on l'a descendu jusque sur les quais » (E.6), mais les motifs réalisés changent : « plus on monte et plus ça se pixellise » (E.6). En allant vers le quai, la matière devient plus sobre. Cela permet de ne pas brouiller la perception de l'espace, mais aussi d'être plus neutre face au réseau.

Cette gradation de la matière est assez visible dans la gare de Val-de-Fontenay. La trame et le rythme se resserrent : « C'est-à-dire que, si on descend, on est plus dense. On sent qu'on est plus en profondeur car il y a plus de matière. » (E.3). Une densification de la matière est ainsi souvent le signe de la profondeur. Vers la surface, la matière a un aspect plus aérien, comme l'espace dans lequel elle est. Cependant cette différence de mise en œuvre n'est réalisée qu'en deux degrés. Pour les architectes : « Là, il n'y avait pas de profondeur suffisante pour mettre en place une logique de changement d'espacement et de variabilité entre les poteaux. » (E.3). On n'a pas une gradation de la matière en fonction de la profondeur ; l'espace est divisé en deux parties : la surface et la sous-face.

5.1.3. Des indices qui suggèrent l'orientation

Les parcours des voyageurs sont faits de telle sorte que les flux entrants et sortants ne se croisent pas. Les architectes essayent de concevoir un parcours qui soit simple et facile à suivre pour les voyageurs. Ils se posent la question suivante : « Comment le parcours voyageur peut être le plus clair, explicite et évident possible de façon à ce qu'on ait pas besoin de mettre de la signalétique de partout et que, par la nature même de l'architecture le parcours soit intuitif ? » (E.3). Ils souhaitent que l'architecture soit compréhensible par tous, et que les informations d'affichage ne soient qu'un complément peu nécessaire. L'architecture doit être l'occasion de créer un parcours instinctif. La signalétique est en effet un élément dont les concepteurs aimeraient pouvoir se passer : « on essaye de faire une gare où on pourrait presque s'orienter sans signalétique » (E.6). Cela permet d'améliorer la fluidité du parcours avec moins de pauses pour choisir la direction à prendre.

La matière symbolisant la terre, cela appuie l'impression de l'utilisateur de descendre dans un souterrain. Les différences de texture est un principe repris à la gare de Nogent : « Ces nuances d'aspects et de rugosité permettront [...] d'accompagner le voyageur dans un parcours sensitif » (Explorations architecture, BAP!). Cette variation de la matière est bien le signe d'une profondeur qui évolue pendant le parcours et qui guide.

Le parcours est conçu dans un rapport à l'usage de l'espace. Le programme influe dans l'architecture du bâtiment et les ambiances. Pour une gare, les architectes estiment que les usagers vont rester peu de temps : « les gens ne s'arrêtent pas, à part quand ils attendent le train. Il y a un parcours, ils transitent dans la gare » (E.2) ; « c'est un espace de transit ; il y a aussi deux-trois commerces, mais généralement les gens ne restent pas. » (E.5) Ainsi, peu d'espaces de pause sont prévus et tout est dessiné pour inciter à la fluidité.

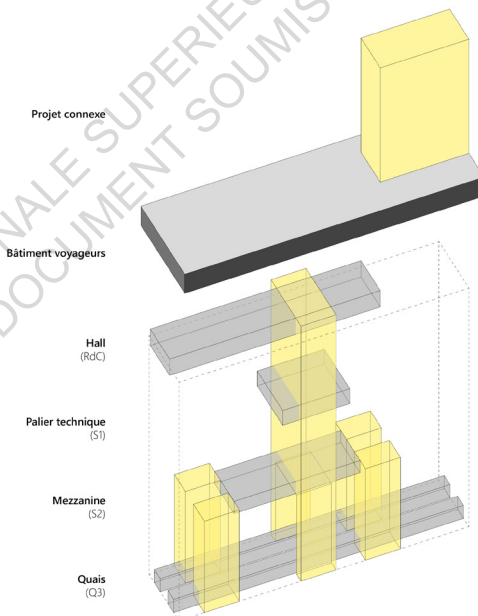
Le temps de parcours sera différent selon les gares puisqu'il dépend de la profondeur. Les architectes n'ont pas le même avis sur la perception du temps pour l'utilisateur. L'un d'entre eux dit : « Les gens sont forcément pressés, ils ne vont pas stagner, attendre. Donc je pense qu'en quelques minutes ils sont à l'extérieur. » (E.2) alors qu'un autre trouve que : « Le chemin pour aller vers les quais est quand même très long, il faut aller jusqu'au -4 » (E.5). Les architectes essayent de réduire le temps de parcours au minimum, notamment en variant les ambiances ce qui permet de fixer l'attention de l'utilisateur sur autre chose que la profondeur. Il n'y a pas d'activités qui sont prévues et le seul but de l'utilisateur est d'atteindre une extrémité de la gare. Les architectes espèrent de cette manière réduire le temps de parcours.

Dans plusieurs gares, la lumière est un véritable outils dans la définition du parcours. Pour les usagers, elle représente la surface. Son usage en partie

haute l'incite à monter. Plusieurs architectes souhaitent « que la lumière soit toujours un repère » (E.4), et notamment dans le parcours : « [La lumière] C'est pour indiquer de manière très sensorielle. » (E.6). Elle est parfois utilisée par petites touches qui rythment le parcours comme à Vitry où l'on a un éclairage dans les mains courantes, dans des engravures sur la dalle de couverture qui accompagnent l'éclairage général par les suspentes.

À la gare de Val-de-Fontenay, le parcours a été conçu autour de la lumière. Le parcours consiste en une succession de vides verticaux auxquels est associé un éclairage. L'usager a alors l'impression d'une ouverture zénithale qui constituerait la fin de son parcours. Celui-ci est donc rythmé par des vides qui indiquent la sortie. L'architecte explique le principe : il s'agit de concevoir « un vide qui accueille et qui indique et puis le mettre en valeur, le mettre en évidence par la lumière, ce qui permet de donner la direction » (E.3). La lumière peut symboliser le rapport à l'extérieur proche mais il est surtout utilisé ici comme un outils d'aide à l'orientation.

Cet usage de la hauteur comme indicateur est aussi utilisé à Massy : « il y a des double-hauteurs qui commencent à émerger, tu sens que tu n'es pas en train de rentrer dans quelque chose, tu es plus en train de sortir vers la surface » (E.6). Le vide donne l'impression d'accéder à un espace plus ouvert, tel que la surface. En agrandissant graduellement l'espace jusqu'à la sortie, l'usager ressent la proximité de l'extérieur.



[fig.50] Les vides et la lumière à Val-de-Fontenay
© Explorations architecture

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

5.2. Le rapport au temps

Sous terre, beaucoup d'espaces n'ont pas de lien avec la surface. Le rapport au temps est alors perturbé pour l'utilisateur. Les concepteurs cherchent par divers moyens à faire ressentir l'heure et le climat à l'utilisateur afin qu'il ne soit pas trop en rupture avec le rythme de la vie en surface. Plusieurs concepteurs choisissent aussi d'établir un nouveau rapport au temps en s'inspirant du temps long durant lequel se sont formées les couches géologiques.

5.2.1. L'heure en temps réel

Ressentir l'heure même dans les espaces très profonds est important pour les concepteurs. Le fait de se trouver dans une gare implique une relation d'autant plus étroite avec le temps : l'usager est lui-même dans un rapport au temps qui implique précision, et souvent rapidité. Le ressenti de l'heure par les ambiances lumineuses donne cependant un résultat approximatif. Le but n'est pas l'exactitude mais une accommodation progressive aux ambiances extérieures dans le cheminement de sortie. Cela permet aussi de ne pas se couper du temps dans l'ensemble du parcours.

La lumière et l'extérieur sont deux données essentielles dans le rapport au temps. Dans la gare d'Aulnay, l'architecte souhaite « être en contact avec cette lumière en permanence [...] comme une sorte de repère du temps. » (E.4). La lumière est ici un outils pour se repérer dans la journée. L'architecte établit ce lien par deux grandes serres qui laissent passer les ambiances extérieures et instituent donc un rapport au temps.

Les concepteurs s'intéressent au cycle circadien pour faire percevoir le temps. Les architectes de Explorations architecture expliquent qu'ils prennent appui sur cette variabilité : « il y a forcément un niveau d'éclairage partout, et après ce sont des variations très subtiles qui sont cycliques effectivement. » (E.3). Les ambiances lumineuses sont contraintes en terme d'intensité et la fluctuation est donc assez faible. La variation sera certainement à peine perceptible, et beaucoup moins importante que celle que l'on peut avoir en extérieur. L'adaptation de l'éclairage est conçu pour que les contrastes soient moins importants aux espaces de transition. Enfin, la variation ne repose pas exclusivement sur l'intensité : « l'idée du cycle circadien ce n'est pas forcément pour dire que le soir il y a moins de lumière. » (E.3). Cela consiste plutôt en un ressenti de la temporalité. La variation de l'intensité et de la couleur de l'éclairage permet alors une adaptation progressive et une connaissance approximative de l'heure par la continuité des ambiances. De plus l'éclairage en fonction du cycle circadien n'est pas uniquement lié à la luminosité extérieure mais plutôt à l'heure. En effet, il permet de ressentir l'heure mais aussi partiellement le climat. L'éclairage peut ainsi : « s'adapter en fonction des heures de la journée, ou en fonction du besoin. » (E.3), c'est-à-dire en fonction de la luminosité extérieure.

Lorsque la luminosité extérieure faiblit, l'éclairage de la gare ne peut pas diminuer autant pour des raisons de sécurité et d'orientation des voyageurs. Bien qu'on tente de reproduire la lumière extérieure, le cadre bâti de la gare impose un certain niveau d'éclairage. À la gare de Saint-Denis Pleyel, « La lumière est graduelle, elle change avec la lumière du jour ; bien sûr on ne l'éteint pas la nuit, mais on va l'abaisser pour faire sentir que c'est le soir. Par exemple, l'atrium est très sombre le soir et c'est voulu, c'est aussi le soir dans la gare, et c'est le jour dans la gare lorsqu'il y a plus de lumière extérieure. » (E.5).

L'intensité de l'éclairage baisse de manière à ce que l'on ressente que la nuit est tombée. La gare suit le rythme jour/nuit de la surface. Cela permet aux usagers de se situer, au moins dans ce rapport binaire. Cela permet de créer un lien avec l'extérieur et de ne pas créer de contrastes trop forts.

Pour les architectes d'Ateliers 2/3/4/, la lumière sera variable, mais ce n'est pas ce qui caractérise le cycle circadien : « elle ne sera pas constante dans le sens où on a le droit de changer son intensité selon l'heure de la journée. [...] Mais par contre le cycle circadien c'est uniquement sur la température de couleur. Ce sont des blancs chauds, des blancs, en fonction de l'heure de la journée. » (E.6). Les architectes s'intéressent donc aussi à la couleur de la lumière : les températures de couleur sont en général plutôt élevées pour reproduire celles du jour. Adapter la couleur de l'éclairage en fonction de l'heure de la journée est assez compliqué et requiert plus de technique que le simple réglage de l'intensité. C'est pourquoi ce dispositif sera assez peu mis en place.

La variation de l'éclairage permet au corps de ne pas être en rupture avec les conditions auxquelles il est soumis à la surface. Les architectes expriment cet intérêt pour l'utilisateur en mentionnant tout de même le bénéfice limité dans un temps court : « des cycles d'éclairage comme ça variables pour que le rythme corporel ne soit pas trop altéré. Pour une gare, c'est vrai que cet aspect est assez exceptionnel, parce que les gens qui circulent n'y restent pas non plus des durées très importantes » (E.3). L'éclairage n'est donc pas forcément conçu en accord avec le programme, c'est la situation souterraine qui prime ici.

La perception du temps qui passe peut aussi se faire en jouant avec les caractéristiques intrinsèques de la lumière naturelle. Ainsi, l'ambiance lumineuse du hall de la gare d'Antony est basée sur le changement de la position du soleil au cours de la journée. Les architectes ont conçu une couverture permettant de lire ces variations : « Mais sinon l'ombre de la maille nous on trouve ça très beau, et puis ça change au cours de la journée, parfois sur les murs, parfois sur les sols. » (E.6). Ce dessin de l'ombre n'est cependant pas perceptible en profondeur et est parfois annulé par l'éclairage artificiel à l'intérieur de la gare. Ainsi, l'ambiance intérieure de la gare peut aller à l'encontre de la perception du temps.

Dans certains espaces peu profonds, la luminosité peut être réglée par rapport à la lumière extérieure et complétée par un éclairage artificiel secondaire. À la gare de Massy-Opéra, c'est ce qui a été prévu : « Par exemple dans les niveaux où on a beaucoup de lumière naturelle, on aura presque pas d'éclairage artificiel dans la journée. » (E.6). Ainsi, quand cela est possible, on s'aide de la porosité de l'interface pour instaurer une relation au temps dans la gare.

Parfois, les architectes cherchent justement à s'écarter de la temporalité extérieure afin de renforcer l'ambiance particulière du souterrain. À la gare de Vitry par exemple, l'architecte explique la perte de repère qu'auront les usagers :

« la lumière naturelle ils ne vont pas la voir tout de suite. Ils vont devoir déjà monter quelques étages avant de percevoir, ou pas si c'est la nuit. [...] Donc non, il n'auront pas les repères habituels pour savoir quelle heure il est. Et comme il y a un décor en plus, ils vont être trompés par l'éclairage je pense. » (E.2). Les notions de temps et de lumière sont ici fortement liés. L'architecte explique que le lien au temps est brisé du fait du manque de lumière naturelle. Il entretient la confusion par la mise en place d'un décor éclairé sans prise en compte de la temporalité. Ce n'est que dans les niveaux hauts du puits, en montant, que les voyageurs peuvent apprécier l'heure grâce au contact de la lumière naturelle. Les architectes ne coordonnent pas la variabilité de l'intensité de l'éclairage avec celle de la luminosité naturelle. Cependant afin que l'ambiance de la gare ne soit pas monotone, l'éclairage est modifié au cours de la journée : « le matin, il n'y aura pas forcément la même ambiance que le soir » (E.2). Ainsi les usagers traversant la gare le matin et le soir pourront voir un changement et percevoir l'évolution du temps. Bien que l'ambiance lumineuse ne soit pas en rapport avec l'extérieur, de nouvelles ambiances sont conçues et permettent un autre rapport au temps.

5.2.2. Le ressenti du climat

Concernant le rapport au temps climatique, c'est-à-dire les variations de température, l'ensoleillement et les aléas climatiques tels que la pluie et le vent, le rapport est moins perceptible à l'intérieur de la gare. La plupart des architectes n'en font pas mention. La reproduction des conditions climatiques extérieures est plus compliquée à mettre en place qu'une variation lumineuse indiquant l'heure. Techniquement, il y a encore des progrès à faire et les architectes aimeraient pouvoir intégrer cette notion mais « Ça, on n'arrive pas à le gérer. » (E.5) disent-ils.

L'envie de ressentir le temps est pourtant bien présente : « C'est important qu'on se rende compte qu'à l'extérieur il fasse mauvais, qu'on est en plein hiver, en plein été, etc. » (E.4). Cela s'inscrit dans le prolongement des rapports entre le dessus et le dessous et la perception des ambiances extérieures. Pour cela, l'architecte a choisi d'ouvrir largement les espaces souterrains de la gare sur « deux grandes serres à ciel ouvert qui vont rappeler [...] la saison » (Aldric Beckmann, 2016). Cela est possible parce que la gare est peu profonde.

Certains artistes proposent des œuvres qui font ressentir le climat, ou qui sont en lien avec la notion de temps et d'ensoleillement. L'œuvre de Laurent Grasso à la gare de Châtillon-Montrouge par exemple est un trompe-l'œil qui représente le ciel avec des nuages. La vue du ciel permet à l'utilisateur de ressentir le climat. Cette vue fictive ne montre pas les ambiances extérieures mais propose une nouvelle relation au climat, qui serait constant. Dans sa disposition et son

effet sur l'utilisateur, on peut apparenter l'œuvre à une fenêtre artificielle sur le ciel, mais non dynamique. Le dispositif donne l'impression que le temps s'est arrêté en pleine journée. Ce décalage fait de l'immersion en souterrain une expérience hors du temps. En allant en souterrain, les ambiances climatiques ne sont plus perceptibles. L'œuvre montre un ciel constant et toujours lumineux. On ressent alors une ambiance extérieure fictive. L'arrêt sur un ciel lumineux donne à penser à l'utilisateur qu'il se trouve toujours en journée. La relation au climat est donc ici assez ambiguë.



[fig.51] Un ciel en trompe-l'oeil à Châtillon-Montrouge © Laurent Grasso <https://www.lejdd.fr/JDD-Paris/exclusif-voici-les-premiers-projets-doeuvres-destinees-aux-gares-du-grand-paris-express-3821924>

D'autres artistes préfèrent prolonger les données climatiques réelles présentes à l'extérieur de la gare, et ce en temps réel. Le vent et les mouvements de l'air par exemple sont des éléments qui sont peu perceptibles dans l'espace souterrain profond. Souvent la limite physique entre la gare et l'extérieur est en effet hermétique à l'air. À la gare de Saint-Maur, Suzanna Fritscher a créé un dispositif permettant de ressentir les fluctuations de l'air. De fins câbles translucides transmettent les mouvements de l'air dus au passage des usagers mais aussi ceux de l'extérieur à chaque ouverture des portes du hall d'entrée. Ainsi, au moindre changement, les câbles vibrent jusqu'à l'espace le plus profond. On peut donc ressentir les changements depuis le niveau souterrain le plus bas.



[fig.52] Un puits de lumière : de fins câbles formant un garde-corps translucide à Saint-Maur
© Susanna Fritscher <https://www.lejdd.fr/JDD-Paris/exclusif-voici-les-premiers-projets-doeuvres-destinees-aux-gares-du-grand-paris-express-3821924>

D'autres artistes s'intéressent à la relation au climat et jouent avec les variations lumineuses et du vent mais en restant à la surface. Les ambiances ne sont alors pas prolongées dans l'espace souterrain et leur ressenti ne s'établit qu'à l'interface entre la gare et l'extérieur.

5.2.3. L'histoire à travers la géologie

Certains architectes font référence au temps qui passe dans le concept qu'ils développent. Cela peut se faire par l'emploi de matériaux ou la conception de formes et de volumes qui indiquent une échelle que l'on peut associer au temps et à la profondeur. Les volumes sont parfois conçus avec un effet de stratification. À Saint-Denis Pleyel la conception de la façade et des volumes intérieurs est réalisée « par layers, par tranches » (E.5). On peut y voir une interprétation des différentes couches géologiques.

L'usage de certains matériaux permet aussi de faire ressentir le temps qui passe. Dans la gare de Saint-Denis Pleyel, le bois a été utilisé dans le but d'accentuer ce rapport au temps : « Le chêne par exemple grisera avec le temps,

[...] c'est un matériau vivant qui va effectivement, à contrario des matériaux qui ne le sont pas, vieillir grisailier. Ça [...] fait partie des concepts. » (E.5). Ainsi, au fil du temps, les matériaux vont s'altérer et l'inscription de la gare dans le temps sera perceptible par les usagers.

Pour d'autres architectes, le temps ne doit pas être perceptible. L'expérience sous terre fait perdre les repères chronologiques. Ainsi, pour la gare de Vitry, les architectes ont souhaité développer un concept « immémorial » (atelier d'architecture King Kong, communiqué de presse). Les strates de terre symbolisées sur les parois représentent de fait un enfoncement vers la matière créée il y a des milliers d'années. En effet, plus on creuse profondément, plus on atteint des couches formées il y a longtemps. Cependant, sans information sur la profondeur, l'usager ne peut s'établir dans un rapport au temps. Cet effet de stratification avec l'utilisation de la terre est aussi visible dans la gare de Nogent avec les parois reproduisant un mur en pisé. Cette insistance sur la géologie entretient un rapport aux temps historiques.

Cette référence au temps passé est aussi reprise par les artistes dans leurs installations. L'œuvre de Hicham Berrada pour la gare des Ardoines par exemple s'inspire du temps qui passe. Il s'agit de deux aquariums dans lesquels se trouvent une maquette coupe de la gare à l'endroit où elle se trouve. En bronze, elle vieillira à un rythme accéléré. Cette œuvre peut être interprétée comme un morceau de nature évoluant dans un monde parallèle avec des



[fig.53] Un aquarium rempli d'un liquide corrosif dans lequel s'érodera lentement la maquette en bronze de la gare des Ardoines © Hicham Berrada <https://www.lejdd.fr/JDD-Paris/exclusif-voici-les-premiers-projets-doeuvres-destinees-aux-gares-du-grand-paris-express-3821924>

conditions qui lui sont propres. Présentée sans vie à l'intérieur, cette maquette indique l'impact géologique sur les sols dans le futur et l'œuvre du temps sur l'architecture. Hicham Berrada propose alors aux usagers de s'intéresser au temps long et de « se projeter dans un futur lointain ou imaginaire » (Berrada cité par : Jacques, 2018).

Les concepteurs s'inscrivent donc parfois dans un rapport au temps géologique. Ils mettent en valeur ces éléments par un éclairage spécifique afin d'y orienter le regard des usagers. Les effets de stratification sont alors soulignés par l'éclairage et les œuvres artistiques révélées.

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

5.3. De nouvelles expériences

Certains projets réservent une grande place à la nature, et ce malgré l'enfouissement de la gare. L'idée de nature peut se présenter sous différents aspects de la végétalisation au biomorphisme. Cela est mis en valeur par des procédés architecturaux. Les architectes souhaitent que le parcours conçu pour l'utilisateur et les ambiances créées soient une expérience unique.

5.3.1. Immersion dans une nouvelle nature

Les architectes utilisent peu de références construites d'espaces souterrains de programme équivalent. Leur travail consiste alors en la création d'une identité pour la gare souterraine d'une nouvelle nature. Même si les ambiances créées ont des échos au monde souterrain, elles seront associées à de nouvelles activités et l'usager ne sera pas dans la même optique pour les appréhender. Ainsi, l'expérience du voyageur est empreinte d'éléments biologiques et géologiques qui transforment l'expérience.

Ce lien à la nature se ressent dans plusieurs gares. Cela peut être dans la volumétrie, les matériaux utilisés ou encore la vue sur des éléments naturels. Plusieurs œuvres d'art s'inspirent aussi des éléments naturels pour modifier l'expérience.

L'œuvre réalisée pour la gare de La Courneuve par l'artiste Duy Anh Nhan Duc consiste justement à intégrer des éléments naturels au fil du parcours. Des fleurs séchées et des branches sont noyées dans de la résine blanche afin de créer une matière autant naturelle qu'artificielle. Cette nouvelle matière fait penser aux objets fossilisés que l'on peut trouver dans le sous-sol. Ainsi, l'usager aura l'impression d'entrer dans un lieu d'un autre temps, dans lequel toute une vie a déjà eu lieu.



[fig.54] Echantillons de matières par l'artiste Duy Anh Nhan Duc pour la gare de La Courneuve
© Louise Cousseau, BAP!

À Aulnay, la relation à la profondeur est particulière puisque certains éléments ne sont pas naturellement présent dans l'espace souterrain (air et végétal). De plus, dans le cas d'une végétalisation, la question de la lumière naturelle devient très importante. Les artistes Berger&Berger ont voulu créer un lieu de contemplation au cœur de la ville avec végétation, sculptures, roches, Un jeu sur échelle et la matérialité vient brouiller la distinction naturel/artificiel dans deux failles-jardin avec la création d'un flux de lumière. Pour l'architecte, l'utilisateur sera en lien avec l'extérieur et les végétaux afin d'être en « contact avec le temps et la nature » (E.4). Il aura donc bien la sensation d'être immergé dans une nouvelle nature. Bien que ce soit la nature de la surface, sa perception est modifiée et s'établit par le dessous.

La volumétrie peut avoir des formes naturelles qui évoquent par exemple le mouvement de l'eau ou du vent. Les cavités naturelles sont souvent de forme courbe et c'est quelque chose qui est repris dans la gare de Vitry. L'architecte qualifie l'ensemble d'« objet assez organique » (E.2). En créant une fausse grotte, l'utilisateur a l'impression de se trouver dans un environnement naturel. C'est donc bien une nouvelle forme de nature dans laquelle il transite. L'architecte prend en effet en référence la nature dont il s'inspire. Pour l'entrée par exemple, il entend « faire plutôt comme dans la nature » (E.2). La nature est ici pour l'architecte ce qu'est un espace souterrain sans intervention de l'homme.

L'expérience souterraine donne souvent cette sensation de se trouver dans un environnement naturel. À Nogent aussi, le monde souterrain naturel est pris en référence avec la matière : « On raconte la matérialité de la grotte » (E.3). Parfois, même si la relation à la nature n'est pas perceptible dans les images du projet, les architectes imaginent que le parcours sera une véritable expérience pour l'utilisateur. À Massy, et même si les architectes essaient d'en réduire l'effet, l'utilisateur aura « l'impression de s'enfoncer dans un goulot, voir même dans les entrailles de la Terre » (E.6).

5.3.2. La mise en valeur par l'architecture

Cette conception d'une nouvelle nature propre au monde souterrain s'accompagne d'éléments architecturaux qui la mettent en valeur. L'expérience est mise en avant en faisant percevoir à l'utilisateur les lieux qu'il va parcourir. À Massy, cette relation avec la surface est assez importante et se fait par une ouverture des volumes. On ne retrouve pas de référence à la végétation dans cette gare de centre-ville mais le lien au ciel est voulu et possible seulement : « Quand on est ouvert, qu'on voit dehors, que les volumes se dilatent » (E.6). À Val-de-Fontenay, l'utilisateur profite d'une vue sur son parcours avec : « des vides sur plusieurs niveaux pour donner le maximum de lisibilité de cette profondeur là » (E.3). Le parcours propose différentes ambiances grâce aux

variations de la matière : « Ces matériaux jouent sur différents degrés de brillance et de tonalité pour offrir des ambiances à la fois élégantes et durables » (Explorations architecture, BAP!). La notion de brillance indique une nouvelle source de luminosité qui ajoute une dimension naturelle à l'espace. Dans les environnements souterrains, sur les rochers, on peut trouver des minéraux aussi brillants qui viennent enrichir l'expérience. Varier la matière permet aussi de se sentir plus proche d'un environnement naturel, rarement uniforme dans sa matérialité.

La lumière est employée par la plupart des architectes pour mettre en valeur l'expérience et les références à la nature. L'utilisation d'une lumière d'ambiance implique des zones d'ombre qui renforcent la nature géologique de l'espace. À Vitry par exemple, « la grotte est mise en scène en jouant avec l'ombre ou alors en éclairant la géométrie » (E.2). L'éclairage permet alors de bien ressentir la référence à la grotte et d'en approcher l'ambiance. L'architecte explique que l'éclairage est plus scénographique, justement « pour mettre en avant la grotte » (E.2). Au contraire, dans la gare d'Aulnay c'est un lien à la nature en surface qui cherche à être établi. L'ambiance lumineuse qui en découle s'approche de celle de l'extérieur. Son but est d'« accompagner le voyageur avec un maximum de lumière naturelle, comme élément clé du voyage » (Aldric Beckmann, 2016). Ici, la lumière n'est pas seulement un outils pour la perception de la nature mais l'élément principal du voyage.

Dans d'autres projets, ce qui est de l'ordre de l'architecture et qui n'est clairement pas naturel n'a pas le même statut que les parois d'aspect géologique par exemple. À la gare de Nogent, c'est le parti qui a été pris. Les éléments techniques ne sont pas intégrés dans l'architecture car « l'objectif était de l'exprimer comme tel, comme autonome, rapporté avec un langage très technique » (E.3). C'est aussi une manière de mettre en valeur la prétendue naturalité des parois. En créant une opposition dans la mise en œuvre, cela influe la perception de l'usager qui croira alors plus facilement à la nature simulée des parois.

Les espaces extérieurs permettent aussi une relation à la nature de surface en fin ou début de parcours. Ils ont une place importante dans l'expérience souterraine puisqu'ils constituent le dernier espace possiblement naturel de contact, notamment avec l'arbre planté sur le parvis. À la gare de Saint-Denis, les architectes estiment que le parvis et l'intérieur de la gare sont des espaces publics d'autant d'importance. À cela, ils en ajoutent un troisième qui est un jardin. Même si la nature n'est pas présente à l'intérieur du bâtiment, elle se développe particulièrement à l'extérieur. Ainsi, le début de l'expérience est marqué par cette présence de nature dans le projet constitué de « trois types d'espaces publics : le parvis de la gare en face des bâtiments, les jardins suspendus en terrasse et le cœur même de la gare » (Kengo Kuma, 2016). La

relation aux éléments naturels lorsque l'on est dans la gare est peu perceptible, mais l'expérience s'en trouve tout de même modifiée.

5.3.3. La création d'une expérience unique

Les architectes veulent faire du parcours en souterrain une expérience unique pour l'utilisateur. La profondeur offre déjà une singularité à l'espace, mais les architectes apportent des éléments supplémentaires pour l'identité de la gare et afin qu'elle se démarque des autres.

Pour certains architectes, le parcours de descente ou de montée constitue des extrémités du voyage qui doit être : « une expérience globale » (E.2) d'après Yann Sepulveda. Le parcours est alors proche d'une expérience ludique ou de loisirs, telle que l'on pourrait avoir par exemple dans un parc d'attraction. La singularité de l'expérience est ici ce qu'il y a de plus important. L'architecte n'est pas certain du ressenti des usagers : « je sais pas s'ils vont se sentir vraiment en sécurité parce que c'est sûr qu'en faisant un décor de grotte, ce peut même être anxiogène parce qu'une caverne... » (E.2). L'expérience est favorisée au dépend du ressenti de l'utilisateur. Le but n'est pas de faire une gare aux ambiances agréables mais de mettre en éveil les sens de l'utilisateur pour qu'il perçoive la profondeur.

D'autres architectes se concentrent plus à une amélioration du ressenti de l'utilisateur. Ainsi, l'architecture de la gare de Massy est conçue « pour qu'ils ne se sentent pas complètement enfermés dans un grand couloir. » (E.6) et afin de « réduire cet effet étouffant et stressant que certains ont. » (E.6). Le but est de rassurer l'utilisateur en travaillant sur la perception de l'espace et les volumes. Par exemple, dans le parcours, la profondeur n'est pas mise en valeur : « on a un palier où on se retourne, donc on n'a vraiment pas l'impression que c'est très profond. En se retournant, on n'a pas cet effet de plongée comme si on était au bord d'un balcon. » (E.6). L'effet de vide est évité pour prévenir le vertige.

Parfois, l'expérience se veut moins en rupture avec ce que l'utilisateur parcourt habituellement. Elle se place plutôt dans une continuité améliorée par un nouveau rapport à l'extérieur. À la gare d'Aulnay, l'architecte veut ainsi : « un quotidien [...] plus joyeux, léger et doux » (Aldric Beckmann, 2016) pour les usagers et que l'environnement : « puisse être un peu un enchantement du quotidien. » (E.4). Il souhaite que les usagers vivent une réelle expérience et qu'ils ne ressentent pas la lassitude des transports en commun et la monotonie des ambiances. Pour cela, il veut que l'expérience varie : « Et justement c'est pas mal d'essayer de casser ça par des choses un peu qui changent, qui évoluent » (E.4). Dans cette gare la variation est celle de la végétation en surface et de la lumière l'intérieur. Le soir et le matin, les ambiances varieront pour que l'utilisateur ait l'impression d'une nouvelle expérience.

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

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

6. CONCLUSION

L'espace souterrain a pendant longtemps été conçu sans prendre en compte les ambiances car il servait majoritairement au stockage et au passage des réseaux : l'homme y avait peu sa place. L'absence de lumière a contribué à la diffusion d'un imaginaire sombre dont les souterrains peinent encore à se défaire aujourd'hui. Les progrès concernant la conduction de la lumière naturelle et son approche par l'éclairage artificiel permettent d'y concevoir de nouvelles ambiances. Cependant, peu de dispositifs innovants ont été mis en place dans les projets des gares du Grand Paris Express. Ils coûtent souvent cher à installer et ne sont pas forcément connus des architectes. Ainsi, on ne trouve pas de lumiduc ou autre dispositif de transmission de la lumière naturelle dans les gares que nous avons étudiées.

Les spécificités de l'espace souterrain sont généralement décrites en termes péjoratifs et évoquant l'obscurité. Dans la présentation de leurs projets, les architectes ne reprennent pas ce vocabulaire car ils s'emploient à ouvrir l'espace à la lumière. Seule la référence à la grotte persiste dans certains projets où le lien à l'extérieur est peu important ou dans lesquels la volumétrie s'approche de formes naturelles. L'intensité lumineuse est alors réduite dans ces espaces et vise à mettre en valeur la matérialité rugueuse symbolisant la terre et la roche. L'éclairage est ainsi orienté sur les parois. Un faible apport de lumière accentue la sensation souterraine et même si la plupart des concepteurs veulent faire ressentir la profondeur, des minimums d'intensité lumineuse contraignent la conception de l'espace.

Comme le préconisent certains auteurs et la charte d'architecture, la conception de l'espace souterrain fait appel à plusieurs sens complémentaires pour une expérience globale et immersive. Des trois solutions proposées par Jean-Pierre Palisse pour une perception de la lumière naturelle en sous-sol, seules deux sont mises en place dans les projets. Il s'agit d'une part de la simulation via l'éclairage artificiel avec notamment une modification de l'intensité et de la couleur en fonction du cycle circadien et d'autre part de l'intégration d'espaces ouverts sur l'extérieur avec de grandes verrières et des puits de large dimension.

Ce que regrettent le plus les concepteurs et théoriciens de l'espace souterrain en général est le manque de lien entre les espaces. La proximité d'autres espaces sous terre est négligée pour ne prendre en compte que le contexte de surface. L'ensemble du réseau du Grand Paris Express visent à mettre en communication différents lieux de la métropole à une plus grande échelle. La relation se fait physiquement grâce au transport en commun mais aussi par les ambiances qui sont unifiées. L'enchaînement des espaces souterrains est ainsi traité par une prescription forte des ambiances, en particulier lumineuses, au niveau de l'espace de transition qui est le quai. Cet espace spécifique aux gares souterraines a évolué au fil des années d'un point de vue de l'ambiance lumineuse du fait des avancées techniques et des tendances architecturales. L'éclairage était au départ d'une intensité très faible et a évolué jusqu'à

l'obtention d'une luminosité plus bien plus élevée mais d'une température de couleur trop froide, contrastant dans les deux cas avec la lumière naturelle. Aujourd'hui, les caractéristiques de cette dernière sont plus largement prises en compte dans la conception de la lumière en souterrain et la notion de cycle circadien y a été intégrée.

La lumière contribue à plusieurs égards à la conception des ambiances souterraines et à la création d'un nouveau rapport à la profondeur. C'est d'abord un outil qui favorise l'immersion de l'homme, créateur de lien et révélant l'architecture. Elle est ensuite souvent conçue comme un élément essentiel indiquant entre autres le parcours à suivre pour l'utilisateur et la profondeur à laquelle il se trouve. Enfin, la lumière revêt un rôle symbolique qui permet de modifier la perception de l'espace sous la ville. La mise en valeur de l'architecture par la lumière n'est pas spécifique à l'espace souterrain mais elle permet d'affiner les ambiances et ainsi la perception de l'espace. Cependant, malgré les procédés imaginés par les architectes, la lumière y est fortement contrainte par les possibilités réduites d'ouvertures. Le traitement de l'interface est alors un élément clé dans la conception des ambiances souterraines. Il permet l'apport de lumière naturelle qui est ensuite diffusée dans le puits.

Le principal outil préconisé par les architectes pour la perception du souterrain par l'homme est la lumière. Elle aide à l'immersion en favorisant la continuité avec l'extérieur et la relation à la nature. La lumière s'adapte en effet aux ambiances de la surface en couleur et en intensité quand cela est possible. Les concepteurs lumière tentent de reproduire le cycle circadien avec un éclairage évolutif mais ils sont contraints par des problématiques de budget. Souvent, l'éclairage suit alors un cycle binaire séparant le jour de la nuit, sans prendre en compte les fluctuations climatiques et les moments de transition. Selon la profondeur et les projets, l'intensité lumineuse varie afin de s'adapter au concept architectural et d'apporter un maximum de lisibilité dans le parcours. La variabilité de l'éclairage dans le parcours est un moyen d'éviter la monotonie.

La lumière est aussi un outil qui révèle l'architecture, tant dans sa volumétrie que dans sa matérialité. Les matériaux utilisés diffèrent selon les gares, de même que leur mise en lumière. Ceux issus du sous-sol ou faisant écho au monde souterrain par leur référence géologique sont éclairés de manière à mettre en valeur leur texture et influencer ainsi l'utilisateur sur sa perception de l'espace. La matière est parfois conçue pour symboliser une structure naturelle, tel un décor. Elle est alors faite de béton matricé et travaillé dans une palette de couleurs rappelant la roche naturelle. Au contraire, les bâtiments conçus dans des teintes claires et avec sobriété pour s'imprégner de la vie apportée par les usagers sont imaginés comme des filtres. C'est la lumière même qui devient la matière de l'espace. Elle est transmise par des parois opalescentes ou se diffuse à travers des trames resserrées qui créent des jeux d'ombres variables en fonction de la nature de la lumière, modelant ainsi l'espace d'un

relief illusoire. La lumière révèle alors l'architecture et est un outil permettant de faciliter l'appréciation du souterrain par l'homme. Elle met donc en valeur la sobriété de l'espace, la matérialité identitaire du souterrain et les liens visuels d'un côté et de l'autre du souterrain.

L'espace souterrain est un lieu de mise en éveil des sens et dans lequel les sensations sont exacerbées par la profondeur. La lumière permet d'indiquer à l'usager son parcours et d'orienter sa perception. Un guidage instinctif est favorisé par les concepteurs et la lumière y tient une place de choix. L'homme est naturellement attiré par la lumière et la disposition de l'éclairage induit alors sa trajectoire. La lumière guide et son intensité est adaptée pour hiérarchiser les espaces. L'espace est mis en valeur par deux types d'éclairage qui se complètent : une ambiance lumineuse globale ponctuée de moments plus intenses. Un éclairage d'accentuation indique des moments requérant l'attention du voyageur. Un changement d'usage, de nature ou de profondeur de l'espace est perceptible par une variation de l'éclairage. La continuité des espaces ou la volonté d'unification sont quant à elles suggérées par une continuité des ambiances. L'éclairage souligne les séquences parcourues par l'usager et est indicateur des nouvelles étapes, créant ainsi un rythme. Les dilatations d'espace et les liens visuels sont partiellement mis en valeur par la lumière. Celle-ci est aussi indicatrice de la profondeur quand elle est conçue de manière graduelle. Dans les espaces les plus proches de la surface, la lumière naturelle reflète l'ambiance extérieure faisant ressentir le climat et le temps. La lumière est aussi utilisée de manière symbolique pour indiquer le mouvement sous la surface de la terre et donner ainsi à lire la vie se développant sous de la terre. Ainsi, la lumière permet d'indiquer à l'usager les étapes de son parcours et la profondeur des espaces.

La lumière est utilisée de manière symbolique pour modifier les avis préconçus sur l'espace souterrain. Sa présence accrue dans ce lieu vise à aller au-delà des *a priori* et à réduire l'angoisse. Le sous-sol n'est alors pas conçu comme un espace sombre mais plutôt à l'inverse comme un lieu d'émission de lumière. L'éclairage du souterrain par le réseau est une manière de retourner les sens de l'usager et de la placer en contradiction avec l'imaginaire habituellement diffusé. Cet éclairage de la gare par l'espace le plus profond est poussé à son paroxysme la nuit, le bâtiment illuminant la ville. Cette conception de la lumière est prescrite dans la charte, reprise par les architectes et parfois accentuée par des installations artistiques. La lumière symbolise l'unité du réseau et son dynamisme par la continuité de l'éclairage et le changement de luminosité à l'arrivée d'un nouveau train. La lumière marque les différentes échelles de conception donnant alors une identité au réseau, à chaque ligne puis à chaque gare. Cette dichotomie de la conception entre unité du réseau et singularité de la gare s'exprime par la lumière. Prenant sa source au plus bas, elle donne aussi l'illusion d'une profondeur infinie.

Il existe cependant des contraintes relatives au souterrain qui ne

permettent pas de faire pénétrer la lumière en profondeur. D'abord, le contexte influe sur le rapport à l'extérieur et par extension sur les possibilités d'entrée de lumière en profondeur. L'émergence est la partie au-dessus du souterrain ; sa forme, sa matière et ses ouvertures impactent alors les ambiances du dessous. Les projets connexes au-dessus de l'émergence sont les principales limites à l'entrée de la lumière. Ensuite, l'ambiance lumineuse est régie par des prescriptions indiquant des minimums d'intensité à respecter.

L'interface est plutôt poreuse afin de laisser passer les ambiances de l'extérieur, et avant toute chose la lumière. Cela est le cas la plupart du temps si aucune contrainte ne s'y oppose. L'interface peut être ouverte de manière extrême sans qu'aucun élément n'intersecte la diffusion des ambiances par la création de vides. On ressent alors les données climatiques telles que le vent et la température, en plus des taches solaires. Les ouvertures sont souvent de très grande dimension et placées au-dessus du puits quand cela est possible. Elles sont donc souvent zénithales ce qui permet de profiter de la luminosité de la voûte céleste et de la lumière du soleil plus longtemps. La lumière pénètre ainsi plus profondément.

Plusieurs manières de faire pénétrer la lumière dans le puits sont possibles : zénithalement avec une interface plus ou moins épaisse ou latéralement. La lumière naturelle pénétrera dans le souterrain en fonction de la nature de l'interface mais aussi de la profondeur. Les obstacles à la lumière tels que les paliers ou les parois sont limités. Le vocabulaire employé par les architectes montre bien cette volonté d'ouvrir le puits vers la surface et de laisser la lumière y entrer. Un éclairage artificiel complémentaire est cependant toujours nécessaire.

La conception privilégiée par les architectes est donc l'apport de lumière naturelle au plus profond d'une part et un éclairage venant des profondeurs d'autre part. Celle-ci s'établit différemment en fonction de la profondeur, de la matérialité et du contexte. Le souterrain n'est alors pas perçu de la même manière par l'usager.

La lumière joue donc un rôle majeur dans la conception des ambiances sous la ville. L'expression du souterrain s'établit en fonction de la profondeur, du contexte et de la vision qu'en ont les architectes. Cette étude, réalisée sur des projets pourrait être complétée par la comparaison aux ambiances réellement mises en œuvre et par le ressenti des usagers afin de voir si la lumière a pour eux un impact dans leur perception de l'espace. Il faudra attendre encore quelques années avant que les projets soient terminés pour vérifier que les ambiances conçues sont en adéquation avec ce que ressent l'usager.

ANNEXES

Tableaux d'analyse des projets d'après le discours des concepteurs

Base de données informative des gares du Grand Paris Express

Carte du Grand Paris Express

E.1 - Entretien téléphonique avec Pauline Marchetti de Sensual City Studio

E.2 - Entretien téléphonique avec Yann Sepulveda de l'atelier d'architecture King Kong

E.3 - Entretien téléphonique avec Elena Ranalletti de l'agence Explorations architecture

E.4 - Entretien téléphonique avec Aldric Beckmann de l'agence Intégral Aldric Beckmann

E.5 - Entretien téléphonique avec Amélie Fritzlar de l'agence Kengo Kuma & Associates

E.6 - Entretien téléphonique avec Marion Busson de l'agence Ateliers 2/3/4/

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

[tab.01] Les références d'ambiances aux prescriptions

Concepteurs	Lumière	Cycle circadien	Profondeur
Yann Sepulveda (King Kong)	Est conçue pour souligner l'ambiance et révéler l'architecture « différents types d'éclairage, d'ambiance » (E.2)	La lumière varie « suivant l'heure de la journée » (E.2), mais sans rapport à la charte d'architecture : « c'était plutôt pour varier un peu les ambiances » (E.2)	Souhaite exprimer l'ambiance, mais ne cache pas qu'on essaie de ne pas faire croire qu'il y a une profondeur : « Ce n'est jamais très profond » (Frédéric Neau, 2017)
Elena Ranalletti (Explorations architecture)	« maximum de lumière naturelle » (E.3)	Y fait référence comme une demande de la maîtrise d'ouvrage : « la SGP [y] était assez sensible » (E.3) et sans l'appliquer vraiment, intègre « quand même des variations possibles dans l'intensité, pas dans la couleur mais dans l'intensité » (E.3)	« On ne nie pas le fait que la lumière est importante » (E.3) « le plus clair, explicite » (E.3)
Aldric Beckmann (Aldric Beckmann architectes)			S'y oppose : « faire quelque chose de quasiment au niveau de la lumière »
Amélie Fritzlar (Kengo Kuma & associates)		« en fonction du cycle circadien : on baisse un peu la nuit l'éclairage » (E.5) « [la SGP l'a] intégré dans le concept » (E.5)	
Marion Busson (Ateliers 2/3/4/)	« manuel de [...] l'éclairage dans les gares » « [il] est demandé, que la lumière vienne du réseau » (E.6)	« conservé sur le quai » (E.6) malgré des problématiques de « coût » (E.6)	Concernant le ressenti, les architectes disent de faire très attention à ne pas produire cet effet étouffant
Patrick Jouin (Patrick Jouin ID)			
François Migeon et Rémy Cima-devilla (8*18")		« il nous est demandé d'en [LED] faire une utilisation intelligente avec de la gradation, de l'éclairage circadien » (Migeon, 2017)	
Nathalie Cédé (Light Cibles)	« Tout d'abord, nous avons attentivement étudié la charte définie par Coup d'éclat ; c'est un support à la fois très inspirant et cadré. » (Cédé, 2017) « utiliser autant que faire se peut les apports de lumière naturelle » (Cédé, 2017)	« en l'absence de celle-ci [la lumière naturelle], créer un éclairage évolutif qui reproduit le plus possible le cycle de la lumière du jour » (Cédé, 2017)	
Nawel Creach-Dehouche (Cosil Peutz)	« Plutôt que de créer des projets, il s'agissait surtout de mettre en valeur chaque gare selon ses caractéristiques. » (Creach-Dehouche, 2017) « la composition d'un éclairage général et d'une lumière d'accentuation [...] et une large place à la lumière naturelle » (Creach-Dehouche, 2017)	« la création d'un cycle circadien » (Creach-Dehouche, 2017)	« partir de la lumière naturelle pour descendre vers l'artificialité en donnant l'impression que la lumière naturelle nous accompagne » (Creach-Dehouche, 2017) températures de couleur (Creach-Dehouche, 2017)
Virginie Nicolas et Fanny Soulard (Concepto)	« en nous appuyant sur les principes de base de la charte, nous avons notre fil conducteur » (Nicolas, 2017) « augmenter les sensations de lumière du jour [...] rendre vivante la sensation de lumière artificielle » (Nicolas, 2017)	« les projets utilisent l'influence bénéfique de la lumière naturelle [...] variations d'intensité et de température de couleur » (Nicolas, 2017)	« Des accents de lumière pour créer des déplacements afin de varier la disposition des lumières et s'adapter au flux circadien » (Nicolas, 2017)

ur et parcours	Ambiance générale	Contraintes d'ambiance
la vérité : « on ne leur t sous terre », « on ne va on est à l'extérieur » (E.2) es agréable de descendre rs, comme sensation » (15)	« le cahier des charges nous demandait de travailler avec les sens » (E.2)	
ait qu'on est en profon- site et évident possible »	Une sobriété des matériaux, mais sans rapport à la charte : « il faut faire en sorte que chaque élément s'exprime de façon claire sans des choses qui ne sont pas essentielles » (E.3)	« sécurité incendie », « les contraintes françaises ou que la SGP impose, qui sont encore plus restrictive sur certains aspects. » (E.3) La matérialité structurelle n'est pas visible car : « la SGP qui n'aimait pas trop l'idée d'espace trop brut » (E.3) Intensité lumineuse : « respecter un nombre de lux » (E.3) « On pourrait dire que c'est le souhait de la mairie de beaucoup de transparence
croire qu'on est encore u du sol » (E.4)	« le plus doux possible, le plus diaphane possible, le plus léger » (E.4)	« des raisons de sécurité, et des problématiques qui ne sont pas d'ordre architectural, mais plus sécuritaire, incendie » (E.4)
		« tout est fermé, c'est une condition de sécurité » ; « c'est comme ça qu'on fait les nouvelles lignes maintenant » (E.5)
enti : « dans la charte Jacques Ferrier, ils nous attention à ça », « ré-iffant et stressant » (E.6)	« On était clairement missionnés pour faire des gares qui s'expriment au niveau urbain pour les voyageurs » (E.6)	« des réglementations strictes par rapport à l'incendie », « [La SGP ne veu] pas qu'on mette en communication les quais avec d'autres espaces » (E.6) « pas eu le droit de faire plus grand [les ouvertures] » (E.6)
	« le design est censé faire le lien dans tout le réseau » (Jouin, 2018) « introduire dans notre relation aux objets, dans le fait de s'asseoir, de toucher, une part de plaisir et de sensualité » (Jouin, 2018)	
	« Dans un premier temps, nous nous sommes conformés à la charte, qui aborde le thème de la "Gare sensorielle" » (Cimadevilla, 2017) « Notre travail est infiniment complexe et demande de prendre en compte la charte, bien sûr, mais aussi les usages. » (Migeon, 2017)	« nous avons la possibilité de nous en [la charte] écarter, à condition d'argumenter nos choix » (Cimadevilla, 2017) « la RATP, qui laisse une grande liberté aux concepteurs lumière, avec une volonté d'harmonisation ultérieure » (Cimadevilla, 2017) « Les concepteurs lumière sont donc les seuls à pouvoir répondre, au vu des contraintes imposées » (Migeon, 2017)
	« la charte nous a beaucoup aidés et a rejoint également nos propres idées » (Cédé, 2017)	« il a fallu s'adapter aux orientations "imposées" qui, dans un tel contexte, se révèlent être davantage un fil conducteur qu'une série de contraintes » (Cédé, 2017) « obstacles [...] ont contribué à faire évoluer la charte, chaque concepteur lumière se nourrissant de l'expérience des autres, lors des ateliers lumière » (Cédé, 2017)
e du jour dans le hall, s les quais en sous-sol sion que la lumière mpagne avec les mêmes uler et intensité » (2017)	« Nous souhaitions traduire la vision des architectes [...] tout en nous conformant à la charte. » (Creach-Dehouche, 2017)	« le programme, la charte, la sensibilité de l'éclairagiste, la vision de l'architecte, les normes PMR, les matériaux utilisés » (Creach-Dehouche, 2017) « L'éclairage doit être de 150 lux au sol dans les escaliers, de 100 lux dans les espaces de circulation horizontaux et de 200 lux aux points d'accueil. » (Creach-Dehouche, 2017) « Les fortes contraintes imposées ont considérablement enrichi ce projet et cette expérience a été pour nous extrêmement positive. » (Creach-Dehouche, 2017)
mière ponctuent les d'offrir une hiérarchisa- un guidage instinctif. La inaires et leur intensité des voyageurs. » (Soulard,		« les concepts lumineux devaient être en conformité avec la charte » (Nicolas, 2017)

[tab.02] La collaboration architecte-concepteur lumière

Concepteurs	Méthode de travail	Apport à l'amb
Yann Sepulveda (King Kong)	Travail avec Light Cibles qui « a étudié les différentes ambiances » (E.2)	L'éclairagiste a « proposé d' lumière évolutive » (E.2) « il semblait intéressant d'av rentes ambiances, enfin diffi d'éclairages » (E.2)
Elena Ranalletti (Explorations architecture) • Val-de-Fontenay • Nogent	Travail avec 8'18" « c'est moi qui ai dit à l'éclairagiste ce que je voulais », « j'avais déjà imaginé » (E.3)	
	Travail avec 8'18" « c'est plutôt l'éclairagiste qui a proposé mais ça vient aussi en cohérence avec l'architecture » (E.3) « était parfaitement en harmonie, en accord avec position » (E.3)	
Aldric Beckmann (Aldric Beckmann architectes)	Travail avec l'Atelier ON	
Amélie Fritzlar (Kengo Kuma & associates)	Travail avec 8'18" « Ils sont partis du design du plafond pour créer cette ambiance lumineuse qui respecte le programme. » (E.5)	Travail autour du cycle circad l'ont intégré dans le concep
Marion Busson (Ateliers 2/3/4/) • Massy-Opéra • Antonypôle	Travail avec Concepto « c'est avec eux qu'on définit le projet de lumière » en se référant au « manuel » (E.6) de l'éclairage dans les gares « ils font une vraie conception », « C'est vraiment une collaboration », « un échange » (E.6)	Travail sur les séquences d' « dilatations d'espaces », « li (E.6) « Ça projetait ces ombres c le parvis comme si la gare s le parvis la nuit. » (E.6)
François Migeon et Rémy Cimadevilla (8'18")	« [Nous] avons travaillé en concertation avec les différents architectes » (Cimadevilla, 2017) « C'est dans l'échange et dans les propositions [...] que naissent ces projets » (Cimadevilla, 2017) « Ce projet est un animal multicéphale et vivant » (Cimadevilla, 2017)	
Nathalie Cédé (Light Cibles)	« nous avons eu de nombreux échanges conceptuels avec les différents architectes, tentant de trouver des approches communes, une transversalité lumière » (Cédé, 2017) « notre démarche a [...] consisté à utiliser un vocabulaire commun, un langage lumière qui s'applique à tous les projets, tout en conservant une identité visuelle propre à chaque gare » (Cédé, 2017) « Ils ont tous manifesté un vrai intérêt pour la conception lumière : certains l'encadrant de près, tandis que d'autres étaiet plutôt en "réaction" à nos propositions. » (Cédé, 2017)	« notre travail a consisté su mettre en valeur le bâti à l' (Cédé, 2017) « Nous nous sommes attach matériaux utilisés, à l'envir immédiat, au concept archi (Cédé, 2017)
Nawel Creach-Dehouche (Cosil Peutz)	« Certains architectes avaient une idée très claire de la mise en lumière, alors que d'autres exprimaient plutôt des envies. » (Creach-Dehouche, 2017)	« L'objectif était d'animer l' créer des focus et de bien o l'éclairage général et les lun centuation. » (Creach-Deho « Pour le cycle circadien, no proposé deux scénarios, un l'autre pour l'été. » (Creach-2017)
Virginie Nicolas et Fanny Soulard (Concepto)	« guidé aussi par les intentions des architectes » (Nicolas, 2017) « l'étude d'éclairage s'est fondée sur la proposition "d'insistance" de chaque bâtiment » (Nicolas, 2017)	« Il reste toujours une gran création, d'interprétation » 2017) « offrir une perception émo aux voyageurs » (Nicolas, 20

Luminance	Apport technique	Dispositif conçu
avoir une avoir diffé- férents types		« scénographique » (E.2) « et puis il y a des éclairages qui sont par exemple sur des suspentes et qui eux éclairent le parcours des voyageurs. Et puis il y a aussi de l'éclairage qui se trouve dans des engravures sur la dalle de couverture et vous avez aussi un éclairage dans les mains courantes des escaliers. » (E.2)
	« J'ai demandé à l'éclairagiste comment obtenir l'effet souhaité. Alors lui il m'a apporté plutôt des compétences techniques » (E.3) « il dit : "j'ai compris ce que vous souhaitez, effectivement on va le faire et il faut le faire de cette façon-là" » (E.3)	« on utilise cet espace [les galeries techniques] pour mettre la lumière, un éclairage pas cher, parce que les régulateurs standards suffisent, mais par contre on va faire en sorte que les parois elle-même laissent passer la lumière » (E.3) les parois sont en « verre translucide » pour « diffuser » (E.3)
		« le projet d'éclairage c'est aussi de mettre en valeur et d'accentuer certaines zones » (E.3)
		« un caillebotis métallique et la lumière passe juste derrière » (E.4)
radien « [ils] ot » (E.5)		Création d'« une trame d'alternance de panneaux : c'est un plafond qui est un peu aléatoire, c'est-à-dire les cellules en bois en quinconce et les luminaires sont de longs tubes faits sur mesure » (E.5)
ambiances : sens visuels »		
chinoises sur s'étendait sur	Travail sur la lumière artificielle pour « estomp[er] les ombres » (E.6) à l'intérieur et sur la « couleur chaude on la retrouvait dans les projecteurs » (E.6) à l'extérieur	« maille est décalée va être décollée des vitrages » (E.6) « Entre la façade vitrée et la maille verticale, au niveau des acrotères, on avait mis des gros projecteurs qui projetait sur le parvis une sorte d'ombre chinoise. » (E.6)
	« Toutes les gares seront éclairées à 100% en LED » (Migeon, 2017) « Ce projet [...] intègre le savoir-faire technique actuel de l'éclairage, comme l'utilisation du logiciel Revit pour les rendus, alimenté en 3D et intégré au BIM. » (Migeon, 2017)	« une trop forte luminance et nous avons demandé à ce que les bandeaux deviennent actifs » (Cimadevilla, 2017)
partout à extérieur » nés aux onnement tectural. »	« utiliser une lumière dynamique à changements de température de couleur » (Cédé, 2017)	« Nous avons créé des scénographies communes en intégrant les matériaux au site avant de les rendre quasiment invisibles et de ne laisser à voir que l'effet lumineux. » (Cédé, 2017)
espace, de coordonner nières d'ac- che, (2017) ous avons pour l'hiver, Dehouche,	« Afin de rythmer l'éclairage, nous avons prévu des appareils équipés de sources LED RVB et RVBW. » (Creach-Dehouche, 2017)	« Pour les lumières d'accentuation, nous avons ponctuées parcours d'événements en nous appuyant sur les matériaux de l'architecture » (Creach-Dehouche, 2017) « Afin de simplifier au maximum ces opérations, nous avons réduit les typologies d'appareils » (Creach-Dehouche, 2017)
de part de (Nicolas, tionnelle 2017)	« les luminaires sont à LED » (Soulard, 2017)	« Nous avons créé de véritables mises en scène de la lumière du jour avec les architectes, afin de définir des scénographies en négatif de l'éclairage artificiel qui puissent aménager dans le parcours voyageur des paliers de transition » (Soulard, 2017) « Intégrer les appareils [...] afin de les rendre le plus discret possible dans la journée » (Soulard, 2017)

[tab.03] La collaboration architecte-artiste

Concepteurs	Méthode de travail	Echelle de l'oeuvre et intégration à l'architecture	Inspiration (contexte, ambiance lumineuse, profondeur)
Cyril Trétout artiste : Suzanna Frischer	« on ne distinguera pas ce qui relève du travail de l'architecte de ce qui relève du travail de l'artiste » (Fritscher cité par : Grand Paris Express, culture et création)		« à l'instar d'une pluie lumineuse descendante » (Fritscher cité par : Grand Paris Express, culture et création)
Dominique Perrault artiste : Iván Navarro			« l'illusion de profondeur infinie » (Jacques, 2018)
Aldric Beckmann artiste : Berger&Berger	« on les a conçues nous [les failles-jardin] », « on lui a dit : "Tu peux intervenir où tu veux" », « Il s'est proposé de faire les jardins lui-même » (E.4)	L'architecte apprécie le résultat et le « décalage qui est assez contemporain » (E.4)	« jardin de contemplation au coeur de la ville » (Berger cité par : Jacques, 2018) « végétaux aux couleurs pimpantes, mottes, pousses, sculptures en céramique, roches sismiques, objets surréalistes inspirés de Max Ernst ou Henry Moore, tapis végétaux ou encore minéraux en tout genres » (Jacques, 2018)
Denis Valode artiste : Krijn de Koning			« une plante qui grandit et cherche la lumière », « comme l'eau qui coule en suivant la gravité » (De Koning cité par : Jacques, 2018)

Concepteurs	Lumière	Profondeur	Volumétrie	Programme
Pauline Marchetti (Sensual City Studio)		« Vous avez l'odeur en fait de la caverne. Au début c'est très pas perturbant mais déstabilisant et finalement très agréable. Donc c'est une vraie expérience d'enfouissement. » (E.1)		« Naples », « Stockholm [...] quasiment la même expérience », « Montréal » (E.1)
Yann Sepulveda (King Kong)		« grotte artificielle », « caverne », « l'expression de la reprise des charges et tout le langage d'une architecture souterraine » (E.2) « l'absorption et les échos pour qu'on ait l'impression qu'on est dans une grotte » (E.2) « le jeu en fait c'était de faire une fausse grotte souterraine »	« un objet assez organique avec des rochers artificiels » (E.2) « La grotte artificielle des parcs comme on l'avait au XIXème siècle, dans la tradition des paysagistes et des parcs. » (E.2) « Des éléments artificiels qui venaient toujours enrichir et scénographier les parcs » (Frédéric Neau, 2015)	« Stockholm c'est naturel. Ce sont des stations qui ont été creusées à la dynamite et au marteau-piqueur, alors que nous on a fait un décor. [...] l'ambiance elle a un rendu qui ressemble » (E.2)
Elena Ranalletti (Explorations architecture) • Val-de-Fontenay • Nogent	« Comme dans une galerie d'art, les matériaux proposés sont aussi clairs et neutres que possible afin de mettre en valeur la lumière » (Explorations architecture, BAP!)		« très sobre, très minimaliste », « très peu des éléments, les articuler de la manière la plus harmonieuses avec les besoins et, du moment où on ne démultiplie pas trop les éléments, à la fin, on comprend l'ensemble » (E.3)	
		« la carrière », le mouvement de la Terre, « la stratification », « travailler avec les terres enlevées [...] de faire du béton matricié et architectonique [...] Mais la référence restait la terre, le pisé est une matérialité plus naturelle » (E.3)		
Aldric Beckmann (Aldric Beckmann architectes)		Etablissement de la nature en surface par rapport à l'idée « de terre, de naturel » (E.4)	« ne pas faire une boîte à chaussures » (E.4)	« ressenti comme un équipement au niveau physique et puis ressenti au niveau visuel », « une gare républicaine » (E.4) « C'est un équipement public et voilà... » (E.4)
Amélie Fritzlar (Kengo Kuma & associates)			« façon de travailler chez M. Kuma, par layers, par tranche, plutôt que par objet cube compact, il aime travailler plutôt par feuille » (E.5)	« partis des contraintes notamment celles du programme » (E.5)
Marion Busson (Ateliers 2/3/4/) • Massy-Opéra • Antonypôle		« pierre c'est par rapport à cette idée d'excavation qu'on a, de creuser quelque chose. [...] Alors que la pierre quand on est dans une carrière, on la taille, on la découpe. [...] Et du coup à l'intérieur c'est un peu comme une pierre précieuse. » (E.6)	« un concept de pierre qu'on creuse et ça nous a aidé à faire la forme du bâtiment », « C'est l'idée qu'on prend un cube et qu'on enlève des morceaux. » (E.6)	
		« il faut beaucoup creuser et il y a beaucoup de terres qui ressortent de tout ça, les déblais. Dans notre rêve on aurait pris la terre qui sortait du site, on l'aurait cuite et on aurait fait nos petites briques. » (E.6)		191

[tab.05] Les références d'ambiance au contexte

	Contexte urbain	
Lieu		
Vitry (King Kong)	<p>Se trouve sous le parc des Coteaux. Ce parc, d'une superficie de 3,5 hectares, constitue un important espace vert et une ressource de biodiversité à l'échelle de la ville</p> <p>« le parc est géré par la ville et la gare est gérée par le preneur » (E.2)</p> <p>« C'est un endroit très intéressant mais c'est aussi un endroit paradoxal », « Le parc est une "respiration" pour les habitants de Vitry » (Frédéric Neau, 2015)</p>	<p>« ce qu'on appelle « s'implanter [...] dans un bâtiment » (Frédéric Neau, 2015)</p>
Nogent - Le Pereux (Explorations architecture)	<p>« C'est déjà un site urbain qui porte beaucoup plus de choses, qui raconte beaucoup plus de choses. » (E.3)</p>	<p>« Il y a un mur, qu'on Déjà il a une matérialité « Le site est très intéressant »</p>
Val-de-Fontenay (Explorations architecture)	<p>« il y a un travail au niveau urbain qui est très important par rapport à la composition qu'on a faite. Au niveau urbain donc, on a un site qui n'est pas du tout défini aujourd'hui. » (E.3)</p> <p>« c'est un site vraiment énorme. En gros, il n'y a pas encore de projet urbain d'aménagement de cette zone. » (E.3)</p> <p>« une gare qui allait en fait être construite dans un endroit dont on ne connaît absolument pas le contexte urbain, ni le parvis ni les bâtiments autour ni le projet urbain. » (E.3)</p>	
Aulnay (Aldric Beckmann architectes)	<p>« Alors nous on n'est pas dans la ville. On est dans un lieu un peu bizarre, une sorte de route nationale, qui va être petit à petit réorganisé. » (E.4)</p> <p>« c'est un environnement qui a trop souffert de boîtes à chaussures. » (E.4)</p> <p>« au milieu des grands ensembles d'un tissu pavillonnaire qui s'étend » (Aldric Beckmann, 2016)</p>	<p>« C'est sûr qu'on a fait les choses différemment, ça va plutôt dans une autre organisation. Et par rapport à l'opéra. » (E.4)</p>
Saint-Denis - Pleyel (Kengo Kuma & associates)	<p>« quand on est arrivés, il n'avait pas de contexte urbain parce qu'on est un peu dans un no-man's land pour l'instant » (E.5)</p> <p>« on savait que c'était un quartier qui allait évoluer, que d'autres bâtiments allaient arriver. » (E.5)</p>	<p>« il y a aussi des nouvelles choses qui relient tout ça. Ça va être un franchissement important, on peut le faire en liaison avec ce qu'il y a déjà »</p>
Massy Opéra (Ateliers 2/3/4/)	<p>« La gare de Massy est au milieu d'une toute petite place, c'est pour ça qu'elle est un peu creusée pour gagner de la place. C'est vraiment très serré. » (E.6)</p>	<p>« ce qui est par rapport à l'opéra à proximité, c'est le fait qu'il y a eu un essai de travailler avec l'opéra, faire écho à la sonorité de l'opéra. » (E.6)</p>
Antonypôle (Ateliers 2/3/4/)	<p>« la gare d'Antony est au milieu d'un parvis. On a 20 m de chaque côté de la gare. La mairie nous a demandé une sorte d'architecture emblématique. » (E.6)</p> <p>« il y a un nouveau quartier qui se construit à côté, tout autour de la gare » (E.6)</p>	<p>« il y a beaucoup de choses qui viennent s'installer, un peu comme un caryotype humain »</p>

Référence explicite au contexte et contraintes

Programmatique	Profondeur	Projet connexe
<p>« le soulèvement du parc » (E.2) « en gardant l'idée d'un parc tout en créant Frédéric Neau, 2015)</p>	<p>« c'est une donnée d'entrée de base et oui ça a un impact très fort bien sûr » (E.2) « on est quand même à -26m sous terre » (E.2)</p>	
<p>« le mur de soutènement existant. « sérialité » (E.3) « enclavé » (E.3)</p>	<p>« incorporer ponctuellement des éléments de pierre naturelle », « l'aspect recherché se rapproche d'une paroi en pisé », « Cette stratification évoque de manière poétique le profil géologique du site, la rugosité du sous-sol, le caractère tellurique d'une descente sous terre » (Explorations architecture, BAP!)</p>	<p>« il y a un projet connexe » (E.3) « la grande partie centrale qui permet la descente, celle-là était a priori couverte par le projet connexe » (E.3) « On avait peut-être encore l'espoir que le projet connexe ne serait peut-être pas si rentable et pouvoir retrouver de la lumière naturelle dans cette partie là. » (E.3)</p>
	<p>« on s'est dit qu'on allait partir à l'inverse » (E.3)</p>	<p>« il y a un projet connexe » (E.3)</p>
<p>« aurait été en plein centre-ville, on aurait fréquenté. Mais là, oui je pense que ce sens de dire : attention à la future puis pour moi c'était aussi un lieu ouvert »</p>	<p>« On a la chance d'avoir une gare peu profonde » (Aldric Beckmann, 2016)</p>	
<p>« rampes derrière et des escaliers, qui a forme un cheminement continu, le forme un Y, et c'est un parcours continu, un boucle. Il y a donc quand même une il y a autour. » (E.5)</p>		<p>« le programme culturel prend la forme d'un U autour de la verrière. Depuis le programme culturel, on regarde la verrière et aussi l'inté- rieur de la gare. » (E.5) « c'est aussi conçu comme un ensemble. Ça permet aussi d'avoir davantage de façades. En coupant au milieu avec la verrière, on ajoute des façades qui éclairent ce pro- gramme » (E.5)</p>
<p>« rapport au site c'est le fait qu'il y ait [...] Ce qui fait référence au territoire ait l'opéra qui est proche, et on a donc é sur des matières un peu cuivrées pour majorité des instruments de musique de</p>	<p>« le bâtiment évoque un monolithe de pierre tel un volume extrait d'une car- rière » (a234.fr)</p>	
<p>« d'entreprises du domaine médical qui er. [...] Et du coup on fait référence au n. » (E.6)</p>	<p>« Elle [la maill] est composée d'éléments en céramique émaillée de teinte blanc nacré et sable ocre. Son matériau, la terre cuite est une évocation de la terre cuite excavée du sous-sol pour la construction du réseau du Grand Paris Express. » (a234.fr)</p>	

[tab.06] Le traitement de la limite

Lieu	Qualification	Épaisseur	Ouvertures
Vitry (King Kong)	<p>Une voûte vient progressivement recouvrir le parvis donnant sur la rue. C'est un espace extérieur, mais couvert, qui agit comme un espace tampon entre la ville, le parc et la gare.</p> <p>« toute une zone de transition où le parc est présent » (E.2)</p> <p>« faire le lien entre l'intérieur et l'extérieur et toute la zone, la rampe d'accès est assez ambiguë parce que les gens ne savent jamais si c'est à l'intérieur ou à l'extérieur parce qu'il pleut dedans mais c'est quand même abrité » (E.2)</p> <p>« une transition assez douce » (E.2)</p>	« Au niveau de la voûte : c'est entre l'extérieur et l'intérieur » (E.2)	<p>L'air y circule, la lumière du soleil éclaire l'espace dessinant ça et là des ombres aux contours organiques.</p> <p>« des percements qui sont des ouvertures assez grandes où il y a de la lumière naturelle » (E.2)</p>
Nogent - Le Pereux (Explorations architecture)	<p>« on remonte, et à un moment on a vraiment l'effet de seuil très fort » (E.3)</p> <p>« Après le passage du coup on se retrouve dans un hall baigné de lumière mais il y a ces poutres très hautes qui font en sorte qu'il y a un filtre. [...] Mais on a quand même un contraste très remarquable, qui est même souligné, voulu. » (E.3)</p> <p>« La limite définit « deux ambiances »</p> <p>« d'un bâtiment plutôt classique à un bâtiment enterré » (E.3)</p>	« on a un passage très réduit en hauteur pour accéder à la partie hall » (E.3)	
Val-de-Fontenay (Explorations architecture)	« fluidité de l'espace », « continuités visuelles généreuses », « libre circulation de la lumière » (Explorations architecture, BAP!)		« relier le niveau du sol avec le niveau des quais par la vue, la pénétration de la lumière » (E.3)
Aulnay (Aldric Beckmann architectes)	« Le jardin n'est pas quelque chose de public [...] Il y a une vraie limite. » (E.4)	« quasiment au niveau du sol » (E.4)	« vitré, avec du verre extra-clair. Les choses ont une épaisseur, juste par l'épaisseur de l'air ou de la lumière » (E.4)
Saint-Denis - Pleyel (Kengo Kuma & associates)	<p>« Essai d'effacer les limites avec « le revêtement de sol [...] appelé sol "identitaire" » (E.5)</p> <p>« on ne sent pas trop la différence avec l'extérieur » (E.5)</p> <p>« Ce qui est important c'est la sensation de continuité avec l'extérieur. » (E.5)</p> <p>« Il y a effectivement une transition douce vers l'intérieur. » (E.5)</p>	« l'atrium qui est très proche de la verrière » (E.5)	
Massy Opéra (Ateliers 2/3/4/)	Importance des liens entre l'urbain et le profond : « C'est le concept des deux gares ça » (E.6)	« un verre qui contrôle les apports solaires. Mais le problème c'est que plus on contrôle, moins c'est transparent. » (E.6)	
Antony-pôle (Ateliers 2/3/4/)		« très aérienne » (E.6)	

[tab.07] L'impact de l'ambiance du bâtiment sur l'extérieur

Lieu	Typologie de l'émergent	Matière	Expression à l'échelle urbaine
Vitry (King Kong)	« le soulèvement du parc. C'est-à-dire que la voûte permet de retenir les terres du parc. » (E.2)	De l'extérieur, les percées de la voûte peuvent être interprétées comme une nouvelle géologie. Le béton, clair, ressemble à des blocs de calcaire. Les verrières dans le parc sont assimilables à un élément naturel.	« la toiture, topographie paysagère visible depuis le Mont Valérien et ses abords, exprime l'idée d'une gare-jardin » (Marc Lehmann, BAP!) « quand on est dans le parc, on peut percevoir le flux des voyageurs » (Frédéric Neau, 2015)
Nogent - Le Pereux (Explorations architecture)	« la grande partie centrale qui permet la descente, celle-là était a priori couverte par le projet connexe » (E.3)	« des façades en béton clair teinté dans la masse [...] tantôt poli à la façon d'un terrazzo, tantôt bouchardé ou matricé » (Explorations architecture, BAP!)	
Val-de-Fontenay (Explorations architecture)		« les poteaux soient continus et qu'ils viennent s'exprimer jusqu'au niveau urbain », « faire ressentir cela même quand on est sur le parvis [...] parce qu'on reconnaît la même matérialité » (E.3)	« essayer d'exprimer le caractère de cette gare à l'extérieur pour créer quelque chose d'assez remarquable qui puisse être un repère au niveau urbain », « comme un ovni » (E.3) « un contexte qui va naître autour de cet événement » (E.3)
Aulnay (Aldric Beckmann architectes)			« cet équipement va être un lien et un lieu essentiel pour la commune et ses habitants » (Aldric Beckmann, 2016)
Saint-Denis - Pleyel (Kengo Kuma & associates)		« cette continuité avec le parvis extérieur, les revêtements des sols, des plafonds etc. On essaie de créer une continuité qui suit les flux » (E.5) « un matériau qui se met en extérieur qui ressemble au grès cérame utilisé à l'intérieur » (E.5)	« la nuit, la gare va apparaître comme une espèce de lanterne éclairée par l'intérieur qui donne envie d'aller regarder » (E.5) « un espace extérieur intéressant, totalement intégré au bâtiment » (Kengo Kuma, 2016)
Massy Opéra (Ateliers 2/3/4/)			« la nuit, quand on descend dans les profondeurs de la gare, ce soit le train qui éclaire. » (E.6) « l'activité ferroviaire qui illumine vers le haut » (E.6)
Antony-pôle (Ateliers 2/3/4/)			« Ça projetait ces ombres chinoises sur le parvis comme si la gare s'étendait sur le parvis la nuit. » (E.6) « comme l'ambiance intérieur de la gare » (E.6)
Ensemble des gares	« une mise en lumière extérieure [des façades] qui accompagne le mouvement architectural » (Soulard, 2017)		« Toutes les gares comportent un parvis éclairé par des encastrés de sol qui constituent un guidage visuel vers le bâtiment » (Soulard, 2017) « un éclairage résiduel de l'intérieur du bâtiment, par jeux de transparence » (Soulard, 2017) « L'ambiance lumineuse extérieure est bien distincte de l'éclairage public. » (Soulard, 2017)

[tab.08] L'impact de l'ambiance de l'extérieur sur le bâtiment

Lieu	Lumière	Vues	Autre
Vitry (King Kong)	« dans le bâtiment voyageur où la vous avez une verrière où là on a de la lumière naturelle » (E.2)	« on voit aussi le parc et le végétal depuis les ouvertures » (E.2) « En permanence, quand on est dans cette galerie, par l'intermédiaire de ces grandes trémies, on peut voir le parc » (Frédéric Neau, 2015)	« il pleut au travers de ces ouvertures [de la voûte] » (E.2) « l'idée c'était de rappeler le parc dans le bâtiment » (E.2) « On a voulu faire la gare dans la continuité du parc » (Frédéric Neau, 2015)
Nogent - Le Pereux (Explorations architecture)			
Val-de-Fontenay (Explorations architecture)	« une succession de portiques [...] qui permet de garder la vue et la pénétration de la lumière » (E.3) « [La lumière] pénètre dans la gare par la verrière qui recouvre l'intégralité du hall, par les entrées vitrées toute hauteur » (Explorations architecture, BAP!)		permett[re] au corps humain de se sentir comme dans un contexte naturel de variation. C'est comme une sorte de confort du bien-être naturel. » (E.3)
Aulnay (Aldric Beckmann architectes)	« être en contact avec cette lumière en permanence » (E.4) « la lumière artificielle est liée aussi à la température extérieure » (E.4) « la lumière change en fonction de la qualité de la lumière extérieure » (E.4)		« à travers des mezzanines, à travers des sortes d'énormes jardins qui rentrent complètement dans la gare » (E.4) « La nature : ça pénètre vraiment [...] c'est vraiment quelque chose qui rentre dans la gare » (E.4) « la descente n'est pas un enfermement et une rupture avec le monde extérieur » (E.4) « rester le plus proche possible de l'ambiance extérieure », même « la nuit » (E.4) « Eléments techniques dessinés : par rapport au traitement des façades » (E.4)
Saint-Denis - Pleyel (Kengo Kuma & associées)	« au niveau des entrées, la lumière est très très forte, aussi forte que la lumière extérieure » (E.5)	« les façades donnent directement sur le parvis et le trottoir extérieur » (E.5) « L'atrium justement permet de voir le ciel si on se met pile en dessous de la verrière au niveau du S3. On peut aussi le voir depuis les mezzanines au niveau des gardes-corps en se penchant. » (E.5)	« les casquettes avec une surface en aluminium se prolongent à l'intérieur » (E.5)
Massy Opéra (Ateliers 2/3/4/)	« pour faire entrer la lumière au plus profond de la gare. Et visuel, c'est un petit peu pour qu'on soit orienté » (E.6) « une grande verrière au-dessus du hall et on essaye de la prolonger le plus possible au-dessus de ces escalier qui descendent parce que c'est comme ça qu'on apporte la lumière » (E.6) « la lumière sera influencée par les choix qu'on fera de protections solaires » (E.6) « de jour on a la lumière naturelle qui éclaire la gare » (E.6)	« des trous ça permet de voir à l'intérieur et on a essayé de travailler des liens entre les niveaux. A l'arrière de la gare, il y a une grande fenêtre, et si on est sur le trottoir et qu'on colle le nez contre la fenêtre, on peut voir 14 m plus bas » (E.6)	
Antonyppôle (Ateliers 2/3/4/)	« il n'y a pas de façade comme pour un bâtiment traditionnel, du coup la lumière est zénithale, elle vient de la dalle de couverture donc forcément ça impacte la conception » (E.6)		

[tab.09] L'espace du quai

Lieu	Influence du réseau		Rapport au bâtiment	
	Contraintes	Lumière	Ouverture	Lumière et matière
Vitry (King Kong)	« la gare au niveau des quais c'est la largeur d'espace des voies » (E.2)		« l'extérieur, on ne le voit pas. C'est une question de perception et de sensations. » (E.2)	
Nogent - Le Pereux (Explorations architecture)				
Val-de-Fontenay (Explorations architecture)				
Aulnay (Aldric Beckmann architectes)			on a « quasiment » (E.4) un rapport au ciel	
Saint-Denis - Pleyel (Kengo Kuma & associates)	« tout est fermé, c'est une condition de sécurité » (E.5) « Après parfois il n'y a pas le choix, quand on est sur les quais, c'est souterrain, on a des tunnels, c'est une ambiance... » (E.5)	« Bien que les quais soient bien éclairés » (E.5)	« ils sont complètement isolés » (E.5) « mais tout ça c'est complètement fermé » (E.5) on ne voit pas ce qu'il se passe au dessus » (E.5) « cet espace enfoui à -28m de profondeur est étroitement relié du sol jusqu'au ciel » (Kengo Kuma, 2016)	
Massy Opéra (Ateliers 2/3/4/)	« on n'a pas eu le droit de faire plus grand [les ouvertures] » (E.6) « sur les quais on a une hauteur de 4 m » (E.6)	« le bandeau lumineux. C'est placé au-dessus de la façade de quai » (E.6) « le même bandeau blanc lumineux qui éclaire tout le quai. Et ce dispositif-là est intéressant parce qu'il fonctionne avec le cycle circadien. » (E.6) « Les parois lumineuses qui font figurer l'illumination du réseau »	« On ressent quand même qu'on est guidé par la lumière naturelle, on sent où est l'extérieur, comme quand on est dans un couloir de métro et qu'on sent le vent, on sent que c'est par là la sortie. » (E.6) « on a essayé de faire des petits trous » (E.6) « On avait fait en sorte qu'en se mettant juste en-dessous, on arrivait à voir le ciel. » (E.6)	« Après quand on va sur le quai, là il n'y a plus de lumière clairement. » (E.6)
Antony pôle (Ateliers 2/3/4/)				« Ils nous ont demandé de se calmer un peu » (E.6) « sur le quai, donc on a fait un dégradé. Sur le quai c'est tout blanc sur le quai c'est beaucoup plus apaisé » (E.6)
Ensemble des gares		« Certains éléments sont récurrents, comme les portes de quai par exemple, auxquelles l'éclairage doit être intégré. » (Cimadevilla, 2017) « Sur les quais, les bandeaux sont les mêmes pour toutes les gares. » (Creach-Dehouche, 2017)		

[tab.10] La conception du vide

	Le vide		
Lieu	Typologie et intentions	Structure et dispositifs	
Vitry (King Kong)	<p>« Comment scénographier une telle descente en trouvant un intérêt à le faire ? » (Frédéric Neau, 2015)</p> <p>« univers onirique » (atelier d'architecture King Kong, communiqué de presse)</p> <p>« traitement du puits sous la forme d'une grotte » (atelier d'architecture King Kong, communiqué de presse)</p>	<p>« Elle est complètement adaptée au terrain et à la profondeur du bâtiment, et c'est pour ça qu'on a des murs, des voiles ou des parois moulées qui font près d'un mètre voire un mètre cinquante. » (E.2)</p> <p>« la voûte est adaptée » (E.2)</p> <p>« des suspentes et qui eux éclairent le parcours des voyageurs » (E.2)</p>	<p>« là se trouvent différents types d'éclairages où jouant avec la géométrie » (E.2)</p>
Nogent - Le Pereux (Explorations architecture)	<p>« C'est plutôt comme si c'était de la masse qui était travaillée, de la masse qu'on évide. Avec l'idée de la stratification, de la matérialité. » (E.3)</p> <p>« Le concept d'insistance qui définit l'aménagement des espaces souterrains de la gare repose sur un contraste entre le lourd et le léger, entre le solide et l'immatériel » (Explorations architecture, BAP!)</p>		<p>« L'envie c'était mais c'était tr</p>
Val-de-Fontenay (Explorations architecture)	<p>« les vides qui sont sur plusieurs niveaux. C'est juste un peu espacé comme une vue éclatée pour que ce soit lisible. En gros, les volumes jaunes, c'est là où il y a des visibilité de l'espace sur plusieurs niveaux. » (E.3)</p> <p>« à chaque fois, on a un vide qui se crée » (E.3)</p> <p>« un mur est quelque chose qui n'est pas souhaitable. Cela crée des recoins qui ne sont pas sécurisants. » (E.3)</p>	<p>« Du coup, je ne suis dit, on peut plutôt travailler sur un mur mais percé. D'où cette idée des portiques. Donc en gros, c'est une séquence de poteaux, mais de l'épaisseur d'un voile béton. » (E.3)</p> <p>« structurellement quelque chose de rentable et efficace » (E.3)</p> <p>« La structure donne le rythme à l'architecture » (Explorations architecture, BAP!)</p>	<p>« ça crée une garder la vue » (E.3)</p> <p>« générer des grande fluidité visuelles gén la lumière » (E.3)</p> <p>« [La lumière]rière [...] et d grandes trém architecture,</p>
Aulnay (Aldric Beckmann architectes)			
Saint-Denis - Pleyel (Kengo Kuma & associates)	<p>« un grand atrium » (E.5)</p> <p>« c'est plutôt à l'horizontale » (E.5)</p> <p>« des strates au fur et à mesure qu'on s'enfonce dans la gare » (E.5)</p> <p>« l'atrium descend le plus profond possible » (E.5)</p>	<p>« n'est pas un noyau solide mais il est fait de vide » (Kengo Kuma, 2016)</p>	<p>« Ce qui charment : au dé très forte po rieur et l'inté on est sur de moins fortes « il y a vraie lumière jusqu « un grand vi lumière natu</p>
Massy Opéra (Ateliers 2/3/4/)	<p>« je vais faire un grand trou entre le quai et la surface, je vais mettre des escaliers » (E.6)</p> <p>« tout à coup ça commence à s'ouvrir vers ce qu'on appelle le puits de descente. Le puits de descente c'est quelque chose qu'on retrouve dans toutes les gares du Grand Paris. Et là on est même en triple hauteur. » (E.6)</p>	<p>« dans le grand trou, on ne peut pas mettre de suspension pour des raisons de maintenance. Dans les niveaux inférieurs on est plus sur une intégration dans les plafonds. » (E.6)</p>	<p>« Il y a trois n niveau -1 à 6 niveau -2 à 6 de la lumière</p>
Antonyopôle (Ateliers 2/3/4/)			

Ambiance souterraine

Lumière	Matière	Rapport à l'extérieur
<p>« la grotte et il y a là diffé- l'éclairage, d'ambiance ou des la grotte est mise en scène en ombre ou alors en éclairant la (E.2)</p>	<p>« tout est artificiel : la lumière est artificielle, la grotte est artificielle » (E.2) « pour la grotte c'est du mortier projeté, du béton, et pour tout ce qui insertion de produits, de mobi- lier et autre, il y a ce qu'on appelle des plages d'insertion qui sont en inox, et c'est du métal » (E.2) « un décor et quelque chose d'ar- tificiel qui retranscrit la réalité en fac-similé » (E.2)</p>	
<p>« peut de créer des puits de lumière très peu faisable. » (E.3)</p>	<p>« Ces nuances d'aspects et de ru- gosité permettront de jouer avec la lumière » (Explorations architecture, BAP!)</p>	<p>« pour la grande partie centrale qui permet la descente, celle-là était a priori couverte par le projet connexe » (E.3)</p>
<p>« une succession qui permet de et la pénétration de la lumière » « les vides capables de créer une ré de l'espace, des continuités éereuses et la libre circulation de (Explorations architecture, BAP!) « pénètre dans la gare par la ver- ans les étages inférieurs par les ies de descente » (Explorations BAP!)</p>	<p>« il y a quand même une densité qui est plus importante au niveau bas » (E.3)</p>	<p>« On voit bien que, à aucun moment, il n'y a un vide qui va du niveau quai jusqu'en haut. Sauf, si c'est très marginal, au niveau des remontées des escaliers. » (E.3)</p>
<p>« ce sont les niveaux d'éclair- out à l'entrée on a une lumière ur avoir la transition entre l'exté- rieur, et ensuite graduellement s puissances lumineuses un peu parce que l'œil s'habitue. » (E.5) « ont la volonté d'apporter la 'en bas » (E.5) « [...] point de passage pour la relle » (Kengo Kuma, 2016)</p>		<p>« chaque niveau est en rapport avec l'extérieur » (E.5) « la lumière pénètre [...] jusqu'à la salle d'échanges. On a des espaces à ce niveau sous la verrière, donc si on s'y place et on regarde en haut, on voit la lumière du jour. » (E.5) « L'atrium justement permet de voir le ciel si on se met pile en dessous de la verrière au niveau du S3. On peut aussi le voir depuis les mezzanines au niveau des gardes-corps en se penchant. » (E.5)</p>
<p>« niveaux : le rez-de-chaussée, le m 70 plus bas, et ensuite le m 70 plus bas. Jusque là il y a » (E.6)</p>		<p>« comme ça quand je serais en train d'attendre le métro je verrai le ciel à travers la verrière » (E.6)</p>
	<p>« plus on monte et plus ça se pixellise » (E.6)</p>	

[tab.11] Le parcours de l'utilisateur

	Marquage des séquences	Entrée	Gradation en fonction de la pro	
Lieu			Lumière	M
Vitry (King Kong)	« c'était plutôt pour varier un peu les ambiances » (E.2) « le parcours avec les différents tableaux, les différentes ambiances, et cette idée de transit » (E.2)	« quand on accède au bâtiment voyageur, il y a une liaison sous une voûte et sous cette voûte il y a des percements qui sont des ouvertures assez grandes » (E.2)	« il semblait intéressant d'avoir différentes ambiances, enfin différents types d'éclairages » (E.2)	« il y a une sorte est le rocher arti
Nogent - Le Pereux (Explorations architecture)	« il y avait une accentuation ou devant les distributeurs de billets, un point où on accentue légèrement la lumière pour les voyageurs, dans l'idée d'une signalétique instinctive » (E.3)		une variation d'intensité » (E.3)	« La descente s'entourée par teints dans la m effets de stratifié architecture, BA
Val-de-Fontenay (Explorations architecture)	« [Le rythme] correspond en fait à la différence entre la surface et la profondeur. » (E.3)	« dès qu'on s'exprime dans la ville, donc au niveau de la verrière et au niveau du portique qui vient devant la gare, là on a un rythme un peu plus aéré » (E.3)	« C'est comme si, à chaque fois, on a un vide qui se crée, et ce vide est mis en valeur, en évidence par la lumière. » (E.3)	« C'est-à-dire qu'est plus dense. C plus en profondeur matière. » (E.3) « Là, il n'y avait p suffisante pour n gique de change de variabilité ent « La part du béton et à mesure de l' les quais » (Explor BAP!)
Aulnay (Aldric Beckmann architectes)	« Mais c'est un peu comme une sorte de grand tableau qui s'offre à vous. On est vraiment dans le contemplatif, par le fait qu'il [les failles-jardin] soit largement ouvert par sa taille et sa proximité. » (E.4) « La lumière ne marque pas les séquences, seulement : il y a ces points de focus qui sont évidemment ces jardins » (E.4)		« l'éclairage de rester le plus proche possible de l'ambiance extérieure [...] Pour donner un petit peu de légèreté à tout ça. » (E.4)	
Saint-Denis - Pleyel (Kengo Kuma & associates)		« au rez de chaussée [...] il a la luminosité de dehors » (E.5)	« Ce qui change ce sont les niveaux d'éclairement : au début à l'entrée on a une lumière très forte pour avoir la transition entre l'extérieur et l'intérieur, et ensuite graduellement on est sur des puissances lumineuses un peu moins fortes parce que l'oeil s'habitue. » (E.5) « il remonte vers les mezzanines et effectivement vers plus de lumière » (E.5)	« il y a des strate qu'on s'enfonc est guidé par les sont accrochées dans une logique et de flux pour comment s'orienter sont aus tecture avec ces
Massy Opéra (Ateliers 2/3/4/)	« On a des dilatations d'espaces, des choses qui se resserrent. On a vraiment essayer de faire en sorte que quand on emprunte les escaliers, on sache où on est en train d'arriver. » (E.6) « des liens visuels entre les séquences » (E.6)	« le hall est beaucoup plus vaste donc ce n'est plus la hauteur qui joue, la c'est plus la largeur » (E.6)	« qu'on sache où l'on va et qu'on soit guidé par la lumière naturelle » (E.6)	
Antonyppôle (Ateliers 2/3/4/)			« Parce que plus on descend, moins on a de lumière. » (E.6)	« ce rythme là, b descendu jusque « plus on monte (E.6)

Profondeur	Manière de s'orienter	Rapport à l'espace et usage
Manière		
de fil conducteur qui officiel » (E.2)	<p>« vous allez arriver dans le bâtiment voyageur où la vous avez une verrière où là on a de la lumière naturelle et bien sûr de la lumière artificielle pour... parce qu'on est à l'intérieur du bâtiment et après vous passez la ligne de contrôle et vous arrivez dans la boîte gare, le puits de descente où là se trouve la grotte » (E.2)</p> <p>« des suspentes et qui eux éclairent le parcours des voyageurs. Et puis il y a aussi de l'éclairage qui se trouve dans des engravures sur la dalle de couverture et vous avez aussi un éclairage dans les mains courantes des escaliers. » (E.2)</p>	<p>« les gens ne s'arrêtent pas, à part quand ils attendent le train. Il y a un parcours, ils transitent dans la gare » (E.2)</p> <p>« il n'y a aucune chose à faire on veut sortir, et monter » (E.2)</p> <p>« Les gens sont forcément pressés, il ne vont pas stagner, attendre. Donc je pense qu'en quelques minutes ils sont à l'extérieur. » (E.2)</p>
effectuée dans une trépanation des voiles de béton massive [...] avec des perforations » (Explorations Architecture)	<p>« Ces nuances d'aspects et de rugosité permettront [...] d'accompagner le voyageur dans un parcours sensitif » (Explorations architecture, BAP!)</p>	
de, si on descend, on sent qu'on est sûr car il y a plus de profondeur. On met en place un élément d'espacement et entre les poteaux. » (E.3)	<p>« comment le parcours voyageur peut être le plus clair, explicite et évident possible de façon à ce qu'on ait pas besoin de mettre de la signalétique de partout et que, par la nature même de l'architecture le parcours soit intuitif ? » (E.3)</p> <p>« au niveau de la descente et de la remontée, je pense que vraiment, c'était la volonté d'avoir des trémies » (E.3)</p> <p>« cette lumière là est comme un appel pour dire : si on veut sortir de la gare c'est vers là-bas qu'il faut aller. Donc on crée ainsi un appel. Ensuite, on remonte, là il y a une divinité vide sur un puits central, on crée un puits central qui va jusqu'à la partie haute, on appelle par la lumière, on crée un vide. » (E.3)</p> <p>« un vide qui accueille et qui indique et puis le mettre en valeur, le mettre en évidence par la lumière, ce qui permet de donner la direction » (E.3)</p>	
à mesure de cheminement que les gens sachent où aller, les directions à donner, les données par l'architecture, les poteaux, » (E.5)	<p>« que la lumière soit toujours un repère. Je ne veux pas aseptiser l'espace. » (E.4)</p> <p>« dans la gare, vous pouvez vous orienter par rapport au nord, au sud, à l'est et à l'ouest » (Aldric Beckmann, 2016)</p>	<p>« A aucun moment on ne pourra pénétrer dans cet endroit, dans ce lieu [les failles-jardin]. » (E.4)</p>
à mesure de cheminement que les gens sachent où aller, les directions à donner, les données par l'architecture, les poteaux, » (E.5)	<p>« la transparence est voulue pour orienter facilement les gens » (E.5)</p> <p>« cela reste quand même bien éclairé : il faut pouvoir lire tous les messages, tous les panneaux d'affichage qui sont très nombreux car il faut orienter les gens dans la gare. » (E.5)</p> <p>« Les gens circulent partiellement dans la lumière grâce à des escalators et des escaliers métalliques qui traversent l'atrium. » (E.5)</p>	<p>« salle d'échanges [...] un grand espace, il y a pas mal d'exposition de panneaux publicitaires, un accueil où les gens peuvent s'orienter, etc. ; mais essentiellement c'est pour changer de ligne. [...] c'est un espace de transit ; il y a aussi deux-trois commerces, mais généralement les gens ne restent pas. » (E.5)</p> <p>« Le chemin pour aller vers les quais est quand même très long, il faut aller jusqu'au -4 » (E.5)</p>
à mesure de cheminement que les gens sachent où aller, les directions à donner, les données par l'architecture, les poteaux, » (E.5)	<p>« on essaye de faire une gare où on pourrait presque s'orienter sans signalétique » (E.6)</p> <p>« il y a des double-hauteurs qui commencent à émerger, tu sens que tu n'es pas en train de rentrer dans quelque chose, tu es plus en train de sortir vers la surface » (E.6)</p> <p>« C'est plutôt quand on est dans les étages au-dessus du quai, on a des parois qui sont éclairées et qui indiquent la direction. C'est une sorte de mise en lumière de certains endroits qui attirent sans qu'on ne s'en rende vraiment compte. » (E.6)</p> <p>« [La lumière] C'est pour indiquer de manière très sensorielle. » (E.6)</p>	
à mesure de cheminement que les gens sachent où aller, les directions à donner, les données par l'architecture, les poteaux, » (E.5)	<p>« une "maille" ajourée à claire-voie qui recouvre le bâtiment à la manière d'une "nappe" et réapparaît ensuite dans la gare en accompagnant le voyageur jusqu'aux quais. » (www.a234.fr)</p>	

[tab.12] Le rapport au temps

	Le temps présent
Lieu	Heure
Vitry (King Kong)	« le matin, il n'y aura pas forcément la même ambiance que le soir » (E.2) « la lumière naturelle ils ne vont pas la voir tout de suite. Ils vont devoir déjà monter quelques étages avant de percevoir, ou pas si c'est la nuit. [...] Donc non, il n'auront pas les repères habituels pour savoir quelle heure il est. Et comme il y a un décor en plus, ils vont être trompés par l'éclairage je pense. » (E.2) « manière comparable à celle du jour » (atelier d'architecture King Kong, communiqué de presse)
Nogent - Le Pereux (Explorations architecture)	« l'idée du cycle circadien ce n'est pas forcément pour dire que le soir il y a moins de lumière. De mémoire oui. » (E.3) « il y a forcément un niveau d'éclairage partout, et après ce sont des variations très subtiles qui sont cycliques effectivement. » (E.3)
Val-de-Fontenay (Explorations architecture)	« s'adapter en fonction des heures de la journée, ou en fonction du besoin. Parce qu'il y a des moments de journée, en fonction de la luminosité naturelle » (E.3) « des cycles d'éclairage comme ça variable pour que le rythme corporel ne soit pas trop altéré. Pour une gare, c'est vrai que cet assez exceptionnel, parce que les gens qui circulent n'y restent pas non plus des durées très importantes » (E.3) « La lumière artificielle avait quand même des variations possibles dans l'intensité, pas dans la couleur mais dans l'intensité. » (E.3)
Aulnay (Aldric Beckmann architectes/Berger&Berger)	« être en contact avec cette lumière en permanence [...] comme une sorte de repère du temps. » (E.4) « deux grandes serres à ciel ouvert qui vont rappeler l'heure du temps » (Aldric Beckmann, 2016)
Saint-Denis - Pleyel (Kengo Kuma & associates)	« Il est géré jour/nuit, c'est-à-dire que l'éclairage oscille en fonction du cycle circadien : on baisse un peu la nuit l'éclairage pour que les voyageurs se rendent compte que l'on n'est plus dans la journée, on suit le rythme biologique. » (E.5) « La lumière est graduelle, elle change avec la lumière du jour ; bien sûr on ne l'éteint pas la nuit, mais on va l'abaisser pour faire sentir que c'est le soir. Par exemple, l'atrium est très sombre le soir et c'est voulu, c'est aussi le soir dans la gare, et c'est le jour dans la gare lorsqu'il y a plus de lumière extérieure. » (E.5) « Quand on passera dans l'atrium pendant la nuit et qu'il sera plongé dans le noir (pas complètement parce qu'on n'a pas le droit mais avec une ambiance lumineuse baissée), on sentira que c'est la nuit, le soir. Le lumière joue un grand rôle. » (E.5)
Massy Opéra (Ateliers 2/3/4/)	« elle ne sera pas constante dans le sens où on a le droit de changer son intensité selon l'heure de la journée. Par exemple dans les niveaux où on a beaucoup de lumière naturelle, on aura presque pas d'éclairage artificiel dans la journée. Mais par contre le cycle circadien c'est uniquement sur le température de couleur. Ce sont des blancs chauds, des blancs, en fonction de l'heure de la journée. » (E.6)
Antonyppôle (Ateliers 2/3/4/)	« Mais sinon l'ombre de la maille nous on trouve ça très beau, et puis ça change au cours de la journée, parfois sur les murs, parfois sur les sols. » (E.6)
Les Ardoines (Hicham Berrada)	

	Le temps historique
Climat	
	un concept « immémorial » (atelier d'architecture King Kong, communiqué de presse)
« c'est important qu'on se rende compte qu'à l'extérieur il fasse mauvais, qu'on est en plein hiver, en plein été, etc. » (E.4) « deux grandes serres à ciel ouvert qui vont rappeler [...] la saison » (Aldric Beckmann, 2016)	
« Ça, on n'arrive pas à le gérer. » (E.5)	« [conception] par layers, par tranches » (E.5) « Le chêne par exemple grisera avec le temps, [...] c'est un matériau vivant qui va effectivement, à contrario des matériaux qui ne le sont pas, vieillir grisailler. Ça [...] fait partie des concepts. » (E.5)
	« se projeter dans un futur lointain ou imaginaire » (Berrada cité par : Jacques, 2018)

[tab.13] Le souterrain support de nouvelles ambiances et expériences

Lieu	Eléments naturels	Expérience souterraine	Soulignement par la lumière et la matière	Appo
Vitry (King Kong)	« un objet assez organique » (E.2) « accompagnent les voyageurs vers une évocation symbolique de la nature » (Marc Lehmann, BAP!)	« faire plutôt comme dans la nature [l'entrée de la grotte] » (E.2)	« la grotte est mise en scène en jouant avec l'ombre ou alors en éclairant la géométrie » (E.2) « un éclairage qui est plus scénographique, pour mettre en avant la grotte » (E.2)	
Nogent - Le Pereux (Explorations architecture)		« On raconte la matérialité de la grotte » (E.3)		« tout ce qui était technique comme tel, comme au très technique » (E.3) « C'est plutôt un objet comme des carrés sus tout ce qui était éclairé »
Val-de-Fontenay (Explorations architecture)		« des vides sur plusieurs niveaux pour donner le maximum de lisibilité de cette profondeur là » (E.3)	« Ces matériaux jouent sur différents degrés de brillance et de tonalité pour offrir des ambiances à la fois élégantes et durables » (Explorations architecture, BAP!)	
Aulnay (Aldric Beckmann architectes)	« c'est plutôt un contact avec le temps et la nature » (E.4) « par des choses nouvelles [...] comme ce rapport au ciel. » (E.4)		« accompagner le voyageur avec un maximum de lumière naturelle, comme élément clé du voyage » (Aldric Beckmann, 2016)	« par des choses nouvelles » (E.4)
Saint-Denis - Pleyel (Kengo Kuma & associates)				« trois types d'espaces des bâtiments, les jardins même de la gare » (Kengo Kuma, 2016) « avec ces trois espaces de vie de ce quartier p » (2016)
Massy Opéra (Ateliers 2/3/4/)		« on a moins l'impression de s'enfoncer dans un goulot, voir même dans les entrailles de la Terre » (E.6)		« On se bat tous les jours les trémies. » (E.6) « Quand on est ouvert se dilatent » (E.6)
Antony-pôle (Ateliers 2/3/4/)	« dans le hall on a presque l'impression d'être à l'extérieur. » (E.6)			

art architectural	Ressenti de l'utilisateur
	<p>« Je sais pas s'ils vont se sentir vraiment en sécurité parce que c'est sûr qu'en faisant un décor de grotte, ce peut même être anxiogène parce qu'une caverne... » (E.2)</p> <p>« Après c'est une expérience globale » (E.2)</p> <p>« des parois, des ambiances qui laissent toujours l'utilisateur dans un doute. Qu'est ce qui est réel ou faux ? Naturel ou artificiel ? » (Frédéric Neau, 2015)</p> <p>« On maintient cette ambiguïté du début jusqu'à la fin du parcours » (Frédéric Neau, 2015)</p>
<p>l'unique l'objectif était de l'exprimer autonome, rapporté avec un langage</p> <p>et du coup il y avait des ensembles suspendus qui intégraient l'acoustique, l'usage. » (E.3)</p>	
elles comme des œuvres artistiques »	<p>« puisse être un peu un enchantement du quotidien. [...] pour les personnes qui utilisent les transports en commun tous les jours, il y a une sorte de lassitude qui se crée. On a l'impression de voir toujours un peu les mêmes choses, de vivre toujours la même expérience. Et justement c'est pas mal d'essayer de casser ça par des choses un peu qui changent, qui évoluent » (E.4)</p> <p>« une ambiance un peu particulière pour cet équipement dès qu'on y pénètre c'est sûr, qui invite, qui évite la monotonie du quotidien. » (E.4)</p> <p>« un quotidien [...] plus joyeux, léger et doux » (Aldric Beckmann, 2016)</p>
<p>publics : le parvis de la gare en face des escaliers suspendus en terrasse et le coeur de la gare (Kengo Kuma, 2016)</p> <p>les espaces publics complémentaires, le style peut être modifié » (Kengo Kuma,</p>	
<p>pour essayer de conserver ces volumes</p> <p>qu'on voit dehors, que les volumes</p>	<p>« pour qu'ils ne se sentent pas complètement enfermés dans un grand couloir. » (E.6)</p> <p>« réduire cet effet étouffant et stressant que certains ont. [...] Par exemple on a un palier où on se retourne, donc on n'a vraiment pas l'impression que c'est très profond. En se retournant, on n'a pas cet effet de plongée comme si on était au bord d'un balcon. » (E.6)</p> <p>« Lorsqu'il pénètre dans le hall, l'atmosphère minérale laisse place à une ambiance plus chaleureuse et feutrée, avec l'utilisation de l'inox coloré de teinte cuivrée. » (www.a234.fr)</p>

Base de données informative des gares du Grand Paris Express

Nom de la gare	Caractéristiques		Architecte
	Profondeur	Ligne de métro	
Noisy-Champs	21	15 Sud	Jean-Marie Duthilleul
Bry - Villiers - Champigny	23	15 Sud	Richez Associés
Champigny Centre	21	15 Sud	Richez Associés
Saint-Maur - Créteil	51	15 Sud	ANMA - Cyril Trétout
Créteil L'Échat	21	15 Sud	ANMA - Cyril Trétout
Le Vert de Maisons	36	15 Sud	Valode & Pistre Architectes
Les Ardoines	28	15 Sud	Valode & Pistre Architectes
Vitry Centre	25	15 Sud	King Kong - Frédéric Neau
Villejuif Louis-Aragon	29	15 Sud	Philippe Gazeau
Villejuif Institut Gustave Roussy	36	15 Sud	Philippe Gazeau
Arcueil Cachan	25	15 Sud	Jean-Pierre Vaysse
Bagneux	36	15 Sud	Marc Barani
Châtillon - Montrouge	30	15 Sud	David Trottin
Fort d'Issy - Vanves - Clamart	26	15 Sud	Philippe Gazeau
Issy RER	22	15 Sud	Jérôme Brunet
Pont de Sèvres	28	15 Sud	Jean-Marie Duthilleul
Saint-Cloud	24	15 Sud	Architecture Studio
Rueil - Suresnes « Mont Valérien »	24	15 Sud	Architecture Studio
Nanterre La Boule	29	15 Sud	Dubuisson Architecture
Nanterre La Folie	24	15 Nord	Architecture Studio
La Défense	37	15 Nord	Wilimotte & Associés
Bécon-les-Bruyères	36	15 Nord	Jean-Paul Viguier et Associés
Bois-Colombes	29	15 Nord	Jean-Paul Viguier et Associés
Les Agnettes	27	15 Nord	Périphériques architectes
Les Grésillons	23	15 Nord	Périphériques architectes
Saint-Denis Pleyel	28	15 Nord	Kengo Kuma
Stade de France	20	15 Nord	Bordas+Peiro Architecte
Mairie d'Aubervilliers	33	15 Nord	Grimshaw Architects LLP
Fort d'Aubervilliers	26	15 Nord	Grimshaw Architects LLP
Drancy Bobigny	23	15 Nord	Atelier d'architecture Brenac + G
Bobigny P.Picasso	27	15 Nord	Atelier d'architecture Brenac + G
Bondy	21	15 Nord	Scape-Offscape

Concepteurs		
	Artiste	Concepteur Lumière
	Ange Leccia	-
	Michelangelo Pistoletto	Light Cibles
	Susanna Fritscher	Light Cibles
	Mathias Isouard	Light Cibles
	Krijn de Koning	Light Cibles
	Hicham Berrada	Light Cibles
	Numen/For use	Light Cibles
	Nathalie Junod-Ponsard	Cosil Peutz
	Ivan Navarro	Jean-Paul Lamoureux
	Vincent Mauger	Cosil Peutz
	Tatiana Trouvé	Cosil Peutz
	Laurent Grasso	Cosil Peutz
	Superflex	Cosil Peutz
	Pablo Valbuena	Cosil Peutz
	Ryoji Ikeda	Cosil Peutz
	-	
	-	
	-	
	-	Light Cibles
	-	Concepto
	-	-
	-	-
	-	-
	-	-
	-	-
	Stromae & Luc Junior Tam	-
	-	8'18"
	-	8'18"
	-	8'18"
onzalez & Associés	-	8'18"
onzalez & Associés	-	8'18"
	-	8'18"

Nom de la gare	Caractéristiques		Architecte
	Profondeur	Ligne de métro	
Rosny Bois Perrier	20	15 Nord	Vezzoni & Associés
Val de Fontenay	18	15 Nord	Explorations Architecture
Nogent - Le Perreux	24	15 Nord	Explorations Architecture
La Courneuve « Six Routes »	20	16	Pascale Dalix et Frédéric Chartier
Le Bourget RER	22	16	Elisabeth de Portzamparc
Le Blanc-Mesnil	21	16	Stéphanie Vincent et Jérôme Bernier
Aulnay	15	16	Aldric Beckmann et Françoise N'Guyen
Sevran Beaudottes	30	16	Jean-Marie Duthilleul
Sevran - Livry	19	16	Jean-Marie Duthilleul
Clichy - Montfermeil	24	16	Benedetta Tagliabue en association
Chelles	28	16	Pierre Schall
Mairie de Saint-Ouen	21	14 Nord	
Saint-Ouen RER C	18	14 Nord	
Porte de Clichy	26	14 Nord	
Pont Cardinet	20	14 Nord	
Maison Blanche - Paris XIII	21	14 Sud	Groupe-6
Kremlin-Bicêtre Hôpital	26	14 Sud	Jean-Paul Viguier et Associés
Chevilly « Trois Communes »	21	14 Sud	Franklin Azzi
MIN Porte de Thias	19	14 Sud	Jérôme Brunet
Pont de Rungis	26	14 Sud	Denis Valode
Versailles Chantiers	25	18	Dietmar Feichtinger Architectes
Satory	22	18	Vezzoni & Associés
Saint-Quentin Est	21	18	Dietmar Feichtinger Architectes
CEA Saint-Aubin	10	18	Bentham Crowel Architects
Orsay - Gif	10	18	Bentham Crowel Architects
Palaiseau	10	18	Bentham Crowel Architects
Massy - Palaiseau	26	18	Richez Associés
Massy Opéra	21	18	Ateliers 2/3/4
Antony-pôle	21	18	Ateliers 2/3/4
Le Mesnil Amelot	6	17	Explorations Architecture
Aéroport Charles de Gaulle T4	40	17	-
Aéroport Charles de Gaulle T2	40	17	Bentham Crowel Architects
Parc des Expositions	+14	17	Dietmar Feichtinger Architectes
Triangle de Gonesse	13	17	Atelier Novembre
Le Bourget Aéroport	20	17	Atelier Novembre

Concepteurs		
cte	Artiste	Concepteur Lumière
	-	8'18"
	-	8'18"
	-	8'18"
	Duy Anh Nhan Duc	?
	Jeppe Hein	Lightec
ranger	Noémie Goudal	-
Thépe	Berger&Berger	-
	Leandro Erlich	Patrick Rimoux
	-	Patrick Rimoux
on avec Bordas+Peiro	-	Marc Dumas
	-	-
	-	8'18"
	-	8'18"
	-	8'18"
	-	8'18"
	Ned Kahn	-
	-	-
	Nonotak Studio	-
	Gerda Steiner et Jörg Lenzlinger	-
	Lyes Hammadouche	-
	-	Concepto
	-	Concepto
	-	Concepto
	-	8'18"
	-	8'18"
	-	-
	-	Concepto
	-	Concepto
	-	Concepto
	-	8'18"
	-	8'18"
	-	-
	-	-
	-	Concepto
	-	Concepto

Entretien téléphonique avec
Pauline Marchetti de Sensual City
Studio réalisé le vendredi 16 mai
2019 à 9h (durée de 32 minutes)

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

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

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

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

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

Entretien téléphonique avec Yann
Sepulveda de l'atelier d'architecture
King Kong réalisé le vendredi 7 juin
2019 à 16h (durée de 22 minutes)

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

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

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

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

Entretien téléphonique avec Elena
Ranalletti de l'agence Explorations
architecture réalisé le jeudi 14 juin
2019 à 14h (durée de 53 minutes)

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

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

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

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

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

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

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

Entretien téléphonique avec Aldric Beckmann de l'agence Intégral Aldric Beckmann réalisé le mercredi 26 juin 2019 à 12h (durée de 15 minutes)

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

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

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

Entretien téléphonique avec
Amélie Fritzlar de l'agence Kengo
Kuma & Associates réalisé le
mercredi 26 juin 2019 à 16h (durée
de 31 minutes)

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

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

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

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

Entretien téléphonique avec
Marion Busson de l'agence Ateliers
2/3/4/ réalisé le jeudi 27 juin 2019
à 16h (durée de 44 minutes)

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

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

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

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

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

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

MÉDIAGRAPHIE

Ouvrages généraux

Centre Georges Pompidou / Centre de Création Industrielle (CCI), *Le temps des gares*, catalogue d'exposition : Paris, 1978-1979, Paris, éditions du Centre Georges Pompidou, 1978.

Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales <https://www.cnrtl.fr/>

MUMFORD Lewis, *Technique et civilisation*, Paris, éditions du Seuil, 1950.

RAGON Michel, *L'architecture des gares : naissance, apogée et déclin des gares de chemin de fer*, Paris, Denoël, 1984.

Sensual City Studio, *A History of thresholds, life, death & rebirth*, Berlin, Jovis, 2018.

Ouvrages spécialisés : l'espace souterrain

AMAR Georges, « Pour une approche sensible de l'espace métro », in AHRWEILER Hélène, *Aménagement : construire pour le transport*, Paris, éditions du Centre Georges Pompidou / Centre de Création Industrielle (CCI), Cahiers du CCI n°6, 1989, pp 47-55.

BARLES Sabine, JARDEL Sarah, *L'urbanisme souterrain : étude comparée exploratoire* [en ligne], Paris, Laboratoire Théorie des mutations urbaines CNRS et Paris VIII, 2005.

BARROCA Bruno, *Penser la ville et agir par le souterrain*, Paris, Presses ENPC, 2014.

CHELKOFF Grégoire, THIBAUD Jean-Paul, *Ambiances sous la ville, une approche écologique des espaces publics souterrains*, Grenoble, Editions du CRESSON, 1997.

DOBRSZYK Paul, LOPEZ GALVIZ Carlos, GARRETT Bradley, *Global undergrounds, Exploring cities within*, Londres, Reaktion Books Ltd, 2016.

FREI Ivo, « Stratégies du projet souterrain : un arrêt de train », in MEISS Peter von, RADU Florinel, *Vingt mille lieux sous les terres : espaces publics souterrains*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004, pp. 148-153.

GUILLAUD Maurice, « Projet national Ville 10D - Ville d'idées, Journée d'échanges " Penser la ville avec son sous-sol l'avenir de l'aménagement souterrain " » [en ligne], *Tunnels et espace souterrain*, mars-avril 2016, n°254, pp. 148-151. Disponible sur : http://www.aftes.asso.fr/doc_gd_public/revue_tos/integral254.pdf [consulté le 06/01/2019]

KOHN, VAYSSE, « Stratégies du projet souterrain : charte architecturale du métro de Turin », in MEISS Peter von, RADU Florinel, *Vingt mille lieux sous les terres : espaces publics souterrains*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004.

LABBÉ Monique, « Faut-il passer par le sous-sol pour mieux concevoir la ville ? », in BARROCA Bruno, *Penser la ville et agir par le souterrain*, Paris, Presses ENPC, 2014, pp.37-66.

LABBÉ Monique, « Aménager l'espace souterrain, un nouvel enjeu pour le Grand Paris » [en ligne], *Tunnels et espace souterrain*, juillet-août 2014, n°244, pp. 277-284. Disponible sur http://www.aftes.asso.fr/doc_gd_public/revue_tos/integral244.pdf [consulté le 06/01/2019]

LOMBARD Anne, « Météor : sous la terre comme au ciel », *Lux*, mars-avril 2004, n°274, pp. 26-30.

MALET Michel, « Vertus du souterrain », in MEISS Peter von, RADU Florinel, *Vingt mille lieux sous les terres : espaces publics souterrains*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004, pp. 11-24.

MEISS Peter von, RADU Florinel, *Vingt mille lieux sous les terres : espaces publics souterrains*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004.

MISSIKA Jean-Louis, PERRAULT Dominique, *Paris sous Paris ?* [conférence en ligne], 2017. Disponible sur <http://www.pavillon-arsenal.com/fr/arsenal-tv/10700-paris-sous-paris.html> [consulté le 10/11/2018]

NOVAK Luka, *Le métro, inconscient urbain*, Paris, édition Léo Scheer, 2017.

PALISSE Jean-Pierre, *Projet National de Recherche Ville 10D-ville d'idées, Rapport d'étape*, 2017. Disponible sur <https://www.ville10d.fr/wp-content/>

uploads/2017/04/VILLE10D_Rapport-etape_avril-2017.pdf [consulté le 22/02/2019]

PAULE Bernard, « Les lumières du métro », in MEISS Peter von, RADU Florinel, *Vingt mille lieux sous les terres : espaces publics souterrains*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004, pp. 95-107.

PERRAULT Dominique, « Vivre le sous-sol », in BARROCA Bruno, *Penser la ville et agir par le souterrain*, Paris, Presses ENPC, 2014.

PERRAULT Dominique, *Groundscapes*, Orléans, ed HYX, 2016.

PICCIRILLO Gabrielle, *Le souterrain, crainte et fascination, Paris sous Paris*, Mémoire de master de l'École Spéciale d'Architecture, 2018.

SALLES Sylvie, « Parcours souterrain à la Défense : convoquer la mémoire et l'expérience pour aménager la ville » in BERTHOZ Alain, SCHEID John, *Les arts de la mémoire et les images mentales* [en ligne], Paris, Collège de France, 2018.

TERRIN Jean-Jacques, *Le monde souterrain*, Paris, Editions Hazan, 2008.

UTUDJIAN Edouard, *Architecture et urbanisme souterrain*, Vendôme, Laffont, 1966.

UTUDJIAN Edouard, *L'Urbanisme souterrain*, Vendôme, PUF, 1972.

VERNE Jules, *Les Indes noires*, 1877.

ZOLA Emile, *Germinal*, Paris, Charpentier, 1885.

Ouvrages spécialisés : les ambiances

ARNAUD Isabelle, « Eclairage des gares », *Lumières*, décembre 2018, n°25, pp.

ATTAOUA Mohammed-Yazid, *Lumiducs : histoire et enjeux dans la ville contemporaine*, Mémoire de master de l'École Centrale Nantes et de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, 2016. Disponible sur : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01383832/document> [consulté le 07/02/2019]

AUGOYARD Jean-François (dir), *Faire une ambiance*, Grenoble, Actes du

colloque international de l'unité de recherches Ambiances architecturales et urbaines du laboratoire CRESSON, 10-12 septembre 2008, Bernin, édition A la croisée, 2011.

BOREL Lucie, « France : valoriser les espaces souterrains grâce à l'éclairage naturel par fibre optique » [en ligne], in *Livre des résumés*, Congrès international de l'AFTES, 2017. Disponible sur <http://217.16.3.127/~aftes2017.com/articlescomplets/A1-13.pdf> [consulté le 05/01/2019].

DROZD Céline, REQUENA Ignacio, SIRET Daniel, *L'Eternel été chez soi, Dispositifs contemporains d'artificialisation du rayonnement solaire et de la lumière naturelle*, Nantes, 2017.

ENRECH-XENA Claudia, *Simulation de la lumière naturelle par des sources artificielles : enjeux architecturaux*, Thèse de l'université de Nantes (ENTPE), 1999.

FOLLUT Dominique, GROLEAU Dominique, *Solarscape or the sun as creator of urban forms*, Florence, Alinea Editrice, 1999.

FONTOYNONT Marc, « Mesurer et prédire les ambiances lumineuses en architecture », in ADOLPHE Luc, *Ambiances architecturales et urbaines*, in *Les Cahiers de la recherche architecturale*, Marseilles, Parenthèses, n°42-43, 1998, pp.91-103.

KAHN Louis, *Silence et lumière*, Paris, Editions du Linteau, 1996.

MATIC Zorica (dir), *Lumière dans la cité, vecteur de cohésion sociale ?*, Paris, Les Idées Lumières, 2018.

PONIZY Anna, *Suggestion de la lumière naturelle par des techniques d'éclairage artificiel : État des lieux et prospective*, Mémoire de master de l'ENTPE de Lyon, 2016.

TAHRANI Souha, *Les indicateurs physico-sensibles pour une exploitation des ambiances lumineuses*, Mémoire de DEA en « ambiances architecturales et urbaines » de l'École Polytechnique de Nantes et des Ecoles d'Architecture de Nantes et de Grenoble, 2002.

TANIZAKI Junichirô, *Eloge de l'ombre*, Paris, Editions Verdier, 2011 [1933].

VAN DER ELST Benoît, « La peur du noir » in CZECHOWSKI Nicole, *Lumière*, Paris, Autrement, 1991.

Etudes de cas

ACHOUR Mouloud *et al.*, *Grand Paris Express : Manifeste de la création*, Paris, Alternatives, 2017.

ARENE Alexandre, ARNAUD Isabelle, « Paroles de concepteurs lumière », *Lumières*, octobre 2017, n°20, pp. 40-48.

Architecture et design des gares du Grand Paris Express, Catalogue de l'exposition à la galerie d'architecture à Paris présentée du 10 au 15 juillet 2012 : <https://www.societedugrandparis.fr/sites/default/files/78973-1hkldl88f9.pdf> [consulté le 02/08/2019]

Atelier parisien d'urbanisme (APUR), *Une petite synthèse du grand Pari(s) de l'agglomération parisienne*, Marigny, ParisProject39, 2009.

AUZANNET Pascal, *Les secrets du Grand Paris : zoom sur un processus de décision publique*, Paris, Hermann, 2018.

DE JARCY Xavier, *Gare Montparnasse, Grand Paris : Patrick Jouin met du plaisir dans les transports publics*, *Télérama*, mis à jour le 01/02/2018 : <https://www.telerama.fr/scenes/gare-montparnasse-grand-paris-patrick-jouin-met-du-plaisir-dans-les-transport-publics,132498.php> [consulté le 25/06/2019]

Grand Paris Express, culture et création : <https://www.culture-grandparisexpress.fr/> [consulté le 25/06/2019]

JACQUES Sasha, *Des gares imaginées par des architectes et des artistes*, mis à jour le 21/11/2018 : http://www.pierre-laporte.com/DP/SGP_Tandems.pdf [consulté le 25/06/2019]

Les tandems artistes et architectes, conférence du mercredi 4 juillet 2018 à la Maison de l'architecture de Paris : <https://www.maisonarchitecture-idf.org/>

PREVOT Florelle, « La station de métro Wilhelm-Leuschner-Platz à Leipzig par Max Dudler », *Exe*, n°23, février-mars-avril 2016.

Société du Grand Paris, *Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur... L'information voyageur et le design des gares*, entretien avec Patrick Jouin et Ruedi Baur, mis en ligne le 05/12/2018 : <https://www.youtube.com/watch?v=UuftrrqQRGs> [consulté le 24/04/2019]

Société du Grand Paris, Vitry Centre : la gare du Grand Paris Express par l'architecte Frédéric Neau, mis en ligne le 18/06/2015 : https://www.youtube.com/watch?v=SLLwgvNvcPA&list=PLrTVdloHpSdXlaoCI38H1y1xZcwD_ED7P&index=14&t=0s [consulté le 27/07/2019]

Société du Grand Paris, Aulnay : la gare du Grand Paris Express par l'architecte Aldric Beckmann, mis en ligne le 14/04/2016 : https://www.youtube.com/watch?v=8ZT41e53Bvw&list=PLrTVdloHpSdXlaoCI38H1y1xZcwD_ED7P&index=6&t=0s [consulté le 27/07/2019]

Société du Grand Paris, Saint-Denis Pleyel : la gare du Grand Paris Express par l'architecte Kengo Kuma, mis en ligne le 17/03/2016 : https://www.youtube.com/watch?v=4usHHsQEnrM&list=PLrTVdloHpSdXlaoCI38H1y1xZcwD_ED7P&index=10&t=0s [consulté le 27/07/2019]

Sites en ligne des concepteurs

Sensual City Studio : <http://www.sensual-city.com/> [consulté le 28/07/2019]

Agence de design Intégral Ruedi Baur, projet du Grand Paris Express : <http://www.irb-paris.eu/projet/index/id/149> [consulté le 25/06/2019]

Atelier d'architecture King Kong, Vitry-sur-Seine > gare du Grand Paris Express : http://www.kingkong.fr/fr/projets-urbain-4-vitry-sur-seine_%3E_gare_du_grand_paris_express-126.html [consulté le 27/07/2019]

Explorations architecture : <https://explorations-architecture.com/fr/category/projets/> [consulté le 27/07/2019]

Aldric Beckmann Architectes, gare du Grand Paris Express ligne 16 : <https://aldricbeckmann.fr/work/gare-du-grand-paris-express-ligne-16/> [consulté le 27/07/2019]

Kengo Kuma & Associates : <https://kkaa.co.jp/works/architecture/saint-denis-pleyel-emblematic-train-station/> [consulté le 27/07/2019]

Ateliers 2/3/4/ : <http://www.a234.fr/architecture/projects/> [consulté le 27/07/2019]

IMAGES

[fig.01] Schéma de la lumière naturelle à l'Université féminine d'Ewha © Dominique Perrault	25
[fig.02] Les processus d'aménagement du sous-sol © Jean-Pierre Palisse	41
[fig.03] More Eyes : un tunnel sertis de lumières © Peter Svenson https://www.peter-ojstersek.com/commissions/more-eyes-1/	47
[fig.04] Moodwall : un dispositif lumineux interactif © Thomas Anneson & Roel van Lanen https://www.archdaily.com/23239/moodwall-studio-klink-and-urban-alliance	47
[fig.05] Epure d'un capteur à concentration ou lumiduc © Maurice Touchais https://www.tectonica.archi/articles/lumiduc-guy-rottier	49
[fig.06] Coalcity, une ville éclairée par un soleil artificiel, gravure : C.Barbant, 1877 in Verne Jules, <i>Les Indes noires</i>	51
[fig.07] Luz, un dispositif simulant une luminosité extérieure © Marina Mellado https://coolhunting.com/design/milan-design-week-2015-marina-mellados-luz/	53
[fig.08] Aurore boréale artificielle © lida Home Max https://www.lemonde.fr/a-la-une/portfolio/2006/08/12/les-images-de-la-semaine-du-7-au-11-aout_803026_3208.html	53
[fig.09] La fenêtre Coelux donnant une impression de ciel bleu © Coelux https://www.coelux.com/en/home-page/index	54
[fig.10] Table de classification des principes de conception du Groundscape © Dominique Perrault	63
[fig.11] La gare de Wilhelm-Leuschner-Platz, vue des quais © Max Dudler https://www.maxdudler.de/de/projekte/station-wilhelm-leuschner-platz/	68
[fig.12] La gare de Wilhelm-Leuschner-Platz, entrée dans la gare © Max Dudler https://www.maxdudler.de/de/projekte/station-wilhelm-leuschner-platz/	68
[fig.13] Station de métro souterraine Rådhuset à Stockholm © Julian Herzog http://julianherzog.com/albums/categories/genre-albums/architecture/	69
[fig.14] Le parcours de la ville sensuelle © Sensual City Studio in Thresholds	79
[fig.15] Pictogrammes pour la signalétique du Grand Paris Express © Intégral Ruedi Baur http://www.irb-paris.eu	97
[fig.16] Échantillon de matière pour les parois du puits de la gare de Vitry © Louise Cousseau, BAP!	106
[fig.17] Échantillon de matière pour la gare de Nogent © Louise Cousseau, BAP!	106
[fig.18] Pavillon nordique de Venise de Sverre Fehn © Åke E:son Lindman http://archeyes.com/	

norwegian-pavilion-in-brussels-world-exhibition-sverre-fehn/	108
[fig.19] Caryotype humain © Libre de droits https://en.wikipedia.org/wiki/Human_genome	111
[fig.20] Maille de la gare d'Antonypôle © Ateliers 2/3/4/ http://www.a234.fr/architecture/projects/gare-antonipole-ligne-18-metro-grand-paris-express/	111
[fig.21] Coupe de la gare de Nogent © Explorations architecture	113
[fig.22] Covering up (différentes façons de concevoir la couverture d'un projet souterrain) © Dominique Perrault	123
[fig.23] Un espace public et un projet connexe sur le toit de la gare de Saint-Denis Pleyel © Kengo Kuma & Associates	124
[fig.24] Le parvis de la gare de Vitry © King Kong	125
[fig.25] L'espace sous la voûte percé de grandes ouvertures à la gare de Vitry © King Kong	126
[fig.26] Le hall d'entrée de la gare d'Aulnay, incisée par les failles-jardin © Aldric Beckmann architectes	130
[fig.27] Le hall d'entrée de la gare d'Aulnay, incisée par les failles-jardin © Aldric Beckmann architectes	131
[fig.29] Typologies de sol et de vide des gares © Dominique Perrault	135
[fig.30] Typologies de parois et de descente des gares © Dominique Perrault	135
[fig.28] Les profils des gares du Grand Paris Express © Louise Cousseau - d'après la documentation de la BAP!	135
[fig.31] Schéma de conception de la volumétrie de Massy © Ateliers 2/3/4/	137
[fig.34] Schéma de la lumière naturelle dans la gare de Vitry © Louise Cousseau	139
[fig.32] Schéma de la lumière naturelle dans la gare de Val-de-Fontenay © Louise Cousseau	139
[fig.33] Schéma de la lumière naturelle dans la gare de Nogent © Louise Cousseau	139
[fig.35] Schéma de la lumière naturelle dans la gare de Massy © Louise Cousseau	140
[fig.36] Schéma de la lumière naturelle dans la gare d'Antonypôle © Louise Cousseau	140
[fig.37] Schéma de la lumière naturelle dans la gare de Saint-Denis Pleyel © Louise Cousseau	140
[fig.38] Le puits de la gare de Val-de-Fontenay © Explorations architecture	142
[fig.39] Le puits de la gare de Saint-Denis Pleyel © Kengo Kuma & associates	

	142
[fig.40] Le puits de la gare de Nogent © Explorations architecture	143
[fig.41] Le puits de la gare de Vitry © Atelier d'architecture King Kong	143
[fig.43] L'espace du quai de la gare d'Aulnay © Aldric Beckmann architectes	147
[fig.42] L'espace du quai de la gare de Vitry © Atelier d'architecture King Kong	147
[fig.44] L'espace du quai de la gare de Nogent © Explorations architecture	148
[fig.45] L'espace du quai de la gare de Massy © Ateliers 2/3/4/	148
[fig.46] L'espace du quai de la gare de Val de Fontenay © Explorations architecture	149
[fig.47] Les circulations dans la gare de Nogent © Explorations architecture	158
[fig.49] Les circulations dans la gare de Val-de-Fontenay © Explorations architecture	159
[fig.48] Les séquences d'ambiances dans la gare de Massy © Ateliers 2/3/4/	159
[fig.50] Les vides et la lumière à Val-de-Fontenay © Explorations architecture	163
[fig.51] Un ciel en trompe-l'oeil à Châtillon-Montrouge © Laurent Grasso https://www.lejdd.fr/JDD-Paris/exclusif-voici-les-premiers-projets-doeuvres-destinees-aux-gares-du-grand-paris-express-3821924	169
[fig.52] Un puits de lumière : de fins câbles formant un garde-corps translucide à Saint-Maur © Susanna Fritscher https://www.lejdd.fr/JDD-Paris/exclusif-voici-les-premiers-projets-doeuvres-destinees-aux-gares-du-grand-paris-express-3821924	170
[fig.53] Un aquarium rempli d'un liquide corrosif dans lequel s'érodera lentement la maquette en bronze de la gare des Ardoines © Hicham Berrada https://www.lejdd.fr/JDD-Paris/exclusif-voici-les-premiers-projets-doeuvres-destinees-aux-gares-du-grand-paris-express-3821924	171
[fig.54] Échantillons de matières par l'artiste Duy Anh Nhan Duc pour la gare de La Courneuve © Louise Cousseau, BAP!	174

TABLE DES MATIÈRES

Sommaire	4
Préambule	7
1. Introduction	11
1.1 Cadrage de l'étude et contexte	13
1.2 Problématique et hypothèses	17
1.3 Méthode	18
1.3.1 Démarche de recherche	
1.3.2 Démarche d'analyse	
2. Ambiances souterraines dans la conception architecturale : un cadrage conceptuel	29
2.1 L'espace souterrain	31
2.1.1 À conquête de nouveaux territoires	
2.1.2 Imaginaire, symbolique et représentation	
2.1.3 Expérience sensible	
2.1.4 L'architecture souterraine	
2.2 Lumière et matière	43
2.2.1 Décrire la lumière	
2.2.2 Effets et perception	
2.2.3 Conduction de la lumière naturelle	
2.2.4 Approche par la lumière artificielle	
2.3 Théories de conception	55
2.3.1 Expression de la singularité	
2.3.2 La conception souterraine : une architecture à inventer	
2.3.3 Le Groundscape	
2.4 Infrastructures de transport en souterrain	65
2.4.1 L'exemple des stations de métro	
2.4.2 L'urbanisme souterrain parisien	
2.4.2 Le Grand Paris Express contraintes et enjeux	

3. L'influence notable du contexte dans la conception souterraine 75

- 3.1 Une conception des ambiances dans un environnement prescrit 77
 - 3.1.1 La prescription architecturale
 - 3.1.2 La posture des concepteurs face à la prescription
- 3.2 Un contexte de travail multicéphale 91
 - 3.2.1 La co-conception entre architecte et concepteur lumière
 - 3.2.2 L'apport d'une dimension artistique plurielle
- 3.3 Entre la convocation de références architecturale et l'impact du contexte urbain 97
 - 3.3.1 La profondeur comme source d'inspiration
 - 3.3.2 L'influence du programme
 - 3.3.3 Des lieux à définir
 - 3.3.4 Un contexte pourtant influent
 - 3.3.5 Servitudes du dessous et du dessus

4. La lumière dans la conception de la spatialité souterraine 117

- 4.1 Interface et rapport à l'extérieur 119
 - 4.1.1 Le traitement de la limite
 - 4.1.2 L'expression des ambiances intérieures
 - 4.1.3 Le prolongement des ambiances extérieures
- 4.2 Sous-face et rapport à la profondeur 133
 - 4.2.1 La conception du puits de descente
 - 4.2.2 La pénétration de la lumière
- 4.3 Le quai et le rapport au réseau 145
 - 4.3.1 L'influence du réseau
 - 4.3.2 Le rapport aux ambiances de chaque architecture

5. La perception de l'utilisateur 153

5.1 Le parcours de l'utilisateur 155

5.1.1 Des séquences d'ambiances qui rythment le parcours

5.1.2 La gradation en fonction de la profondeur

5.1.3 Des indices qui suggèrent l'orientation

5.2 Le rapport au temps 165

5.2.1 L'heure en temps réel

5.2.2 Le ressenti du climat

5.2.3 L'histoire à travers la géologie

5.3 De nouvelles expériences 173

5.3.1 Immersion dans une nouvelle nature

5.3.2 La mise en valeur par l'architecture

5.3.3 La création d'une expérience unique

6. Conclusion 179

Annexes 185

Médiagraphie 240

Table des images 246

Table des matières 249

ILLUMINER LES DESSOUS

Une étude de la conception des espaces souterrains
par le prisme de la lumière

Louise COUSSEAU

Les espaces souterrains sont aujourd'hui un moyen de densifier les villes et la question de leur acceptabilité par les usagers se pose alors. Le manque de lumière naturelle est une des principales problématiques de l'architecture souterraine. La conception de la lumière peut ainsi modifier la perception de l'utilisateur et s'établir de différentes manières en fonction de la profondeur. Les projets de gares souterraines du Grand Paris Express constituent le terrain d'étude pour répondre à la problématique suivante :

Comment la lumière contribue-t-elle à la conception des ambiances souterraines et à la création d'un nouveau rapport à la profondeur ?