

- Station expérimentale : B-1342 Limelette, avenue P. Holoffe, 21 Tel : (32) 2 655 77 11 Fax : (32) 2 653 07 29
 - Bureaux : B-1932 Sint-Stevens-Woluwe, Lozenberg, 7 Tel : (32) 2 716 42 11 Fax : (32) 2 725 32 12
 - Siège social : B-1000 Brussel, Rue du Lombard, 42 Tel : (32) 2 502 66 90 Fax : (32) 2 502 81 80

TVA nr. : BE 407.695.057

Page: 1/71

LABORATOIRE :	RAPPORT D'ETUDES	Nr. :	636x043
<i>Lumière et Bâtiment</i>		Nr. Labo :	LB 045
<i>(L&B)</i>		Nr. Echantillon :	-

DEMANDEUR :

Aries Consultants
 Chemin des Deux Fermes,1
 1331 Rosières
 Belgique

Personnes contactées :

- Demandeur -
 Mr. Gilles Ledent

- CSTC -
 Mr. Bertrand Deroisy
 Mr. Arnaud Deneyer

Essais effectués : Etude d'éclairage naturel en site urbain pour l'étude d'impact du RRUZ rue de la Loi à Bruxelles – Etude complémentaire sur une modélisation suivant le règlement amendé.

Références : -

Date et référence de la demande : 2013.02.22
Date de réception des échantillons : -
Date de l'essai : Février 2013
Date d'établissement du rapport : 2013.03.07

Ce rapport contient 71 pages, numérotées de 1 à 71. Il ne peut être reproduit que dans son ensemble.
 Sur chaque page figure le cachet du laboratoire (en rouge) et le paraphe du chef de laboratoire.

Bertrand Deroisy
 Chef de projet

Arnaud Deneyer
 Chef de Laboratoire

Collaboration technique : -



Table des matières

1	INTRODUCTION.....	4
2	CONCEPTS DE BASE ET TERMINOLOGIE	4
2.1	Facteur de masque du ciel ('Sky View Factor' ou SVF).....	5
2.2	Durées d'ensoleillement ('Maximal Sunshine Duration' ou MSD)	5
2.3	Localisation géographique et conditions climatiques.....	6
3	ETUDE D'ÉCLAIRAGE.....	8
3.1	Description des alternatives	8
3.2	Etude d'ombrages.....	9
3.2.1	21 décembre	10
3.2.2	21 mars.....	12
3.2.3	21 Juin	15
3.2.4	21 septembre	19
3.3	Détermination du périmètre d'étude	23
3.3.1	Zone d'impact pour ciel diffus.....	24
3.3.2	Zone d'impact pour ensoleillement direct	27
3.3.3	Conclusions pour l'étude sur le contexte urbain	34
3.4	Etude d'éclairage sur la zone RRUZ	36
3.4.1	Plans de référence et surfaces de contrôle	36
3.4.2	Calcul des facteurs de masque du ciel ('Sky View Factors')	38
3.4.3	Calcul des durées d'ensoleillement ('Maximal Sunlight Duration')	41
3.4.4	Synthèse et évaluation du projet RRUZ amendé.....	43
4	CONCLUSIONS	46
4.1	Conclusion générales	46
4.2	Conclusions particulières	49
5	LISTE DES FIGURES	51
6	LISTE DES TABLEAUX	52
7	ANNEXES.....	53
7.1	Annexe A - Résultats calculs SVF.....	53
7.1.1	Surface de contrôle 1 - Rue de la Loi	55
7.1.2	Surface de contrôle 2 - Rue de la Loi	56
7.1.3	Surface de contrôle 3 - Rue de la Loi- Avenue des Arts	57
7.1.4	Surface de contrôle 4 - Avenue des Arts - Rue Joseph II	58
7.1.5	Surface de contrôle 5 - Rue Joseph II	59
7.1.6	Surface de contrôle 6 - Rue Joseph II	60
7.1.7	Surface de contrôle 7 - Rue Joseph II	61
7.1.8	Surface de contrôle 8 - Jardin du Maelbeek	62
7.1.9	Surface de contrôle 9 - Square Frère Orban	62



7.2	<i>Annexe B - résultats calculs MSD</i>	63
7.2.1	<i>Surface de contrôle 1 - Rue de la Loi</i>	64
7.2.2	<i>Surface de contrôle 2 - Rue de la Loi</i>	65
7.2.3	<i>Surface de contrôle 3 - Rue de la Loi - Avenue des Arts</i>	66
7.2.4	<i>Surface de contrôle 4 - Avenue des Arts - Rue Joseph II</i>	67
7.2.5	<i>Surface de contrôle 5 - Rue Joseph II</i>	68
7.2.6	<i>Surface de contrôle 6 - Rue Joseph II</i>	69
7.2.7	<i>Surface de contrôle 7 - Rue Joseph II</i>	70
7.2.8	<i>Surface de contrôle 8 - Jardin du Maelbeek</i>	71
7.2.9	<i>Surface de contrôle 9 - Square Frère Orban</i>	71



1 Introduction

Le périmètre urbain autour de la rue de la Loi à Bruxelles est amené à connaître, dans un futur proche, un développement important et une augmentation des surfaces construites. La Région de Bruxelles-Capitale désire, en parallèle à ce développement, introduire de la mixité dans le quartier et améliorer la qualité des espaces publics.

Un projet de Règlement Régional d'Urbanisme Zoné (RRUZ) a été élaboré pour donner un cadre réglementaire au projet urbain désigné et ainsi encadrer le développement futur du quartier. Ce projet de règlement a été soumis à une étude d'impact qui traite notamment des aspects concernant le « confort lumineux ». L'impact des constructions projetées sur les conditions d'éclairage naturel des espaces publics et sur les constructions neuves a été déterminé et évalué (voir études CSTC sous référence DE 636x040). Cette étude de base a débouché sur une série de recommandations ayant pour but d'atténuer l'impact du développement du quartier sur les îlots limitrophes, mais aussi pour optimiser l'éclairage sur le périmètre du projet.

Un projet de règlement a ensuite été élaboré par l'administration régionale prenant en compte certaines recommandations de l'étude d'impact, mais aussi des contraintes techniques, juridiques et urbanistiques. Il est évident que les interactions entre les différents domaines d'étude sont parfois convergentes et parfois divergentes. Le rapport général de l'étude retranscrit ainsi les recommandations pratiques qui sont le fruit d'un travail de synthèse. Le projet de RRUZ amendé a été soumis à une évaluation suivant les mêmes critères que ceux de l'étude de base. Cette étude-ci traite donc des performances de cette nouvelle proposition pour le projet RRUZ et fait la comparaison avec les conditions d'éclairage pour le projet RRUZ initial. Il est ainsi possible de vérifier l'impact de certaines recommandations émises suite à l'étude précédente sur les performances d'éclairage naturel.

Les résultats sont aussi mis en relation avec un cas de référence correspondant à une situation existante et à une situation fictive proposant une densification maximale sur base de la réglementation actuellement en vigueur.

Au niveau de l'impact sur le périmètre plusieurs variantes introduisant des hauteurs maximales différentes pour certaines constructions en hauteur du projet RRUZ sont étudiées.

2 Concepts de base et terminologie

Cette étude porte sur la détermination du confort lumineux dans un contexte urbain dense. Le confort lumineux dans le cadre de cette étude doit être compris comme l'évaluation des niveaux d'éclairement sous rayonnement direct et diffus au niveau du sol ou sur les premiers mètres par rapport au sol.

Il n'existe pas de méthode normative ou de recommandations précises concernant la prise en compte et l'évaluation de l'éclairage en contexte urbain comme cela est le cas pour l'éclairage des lieux de travail.



Afin d'analyser l'apport d'éclairage naturel, nous utiliserons **deux métriques principaux** :

- Le premier métrique a trait à l'ensoleillement direct.
- Le second métrique a trait à l'étude des effets de masque du ciel diffus.

En réalité, ces deux composantes de l'éclairage naturel agissent simultanément, mais grâce à la détermination distincte de ces deux composantes, il sera possible d'évaluer leur effet relatif.

Une évaluation des valeurs de ces deux métriques pour les différentes configurations et la comparaison croisée des résultats permettront d'évaluer les alternatives proposées au niveau qualitatif et quantitatif.

Les inter-réflexions de la lumière ne seront pas prises en compte dans cette étude. En effet les constructions existantes et les bâtiments projetés sont représentés d'une façon simplifiée. Les nouvelles constructions sont modélisées comme des volumes « capables » qui fixent leur enveloppe maximale. A ce stade, la géométrie exacte et les propriétés photométriques, notamment les coefficients de réflexion des surfaces, ne sont pas connus. Par conséquence cette étude ne permet pas d'évaluer les éventuels risques d'éblouissement tant au niveau de l'espace public qu'au niveau des bâtiments.

2.1 Facteur de masque du ciel ('Sky View Factor' ou SVF)

Le coefficient de vue du ciel ou « Sky View Factor » est défini comme le pourcentage de l'hémisphère céleste vu depuis un point. Une valeur de 100% signifie que le point d'observation a une vue totalement dégagée sur l'hémisphère céleste et qu'il n'y a pas d'effet de masque des constructions voisines. A l'opposé, une valeur de 0% implique que le point n'a pas de vue directe du ciel.

Pour cette étude, la direction d'observation est toujours verticale et orientée vers le zénith. Les simulations sont réalisées en prenant en compte une subdivision de l'hémisphère en 59 secteurs afin de conserver des temps de calculs raisonnables. Avec cette résolution du maillage de subdivision de l'hémisphère, l'erreur de calcul est évaluée à moins de 4%.

L'analyse des modèles sous un ciel uniforme permet d'estimer le potentiel en éclairage naturel pour les différentes zones du projet car la lumière du ciel diffus est une composante importante de l'éclairage naturel durant une majeure partie de l'année.

L'étude du facteur de masque du ciel est particulièrement importante pour l'éclairage naturel dans un contexte urbain dense. En effet, les effets d'ombrage de l'environnement y sont importants et une partie considérable des espaces publics et des façades de bâtiments ne reçoivent quasi pas de soleil direct. L'éclairage naturel de ces lieux sera donc majoritairement déterminé par le rayonnement diffus.

2.2 Durées d'ensoleillement ('Maximal Sunshine Duration' ou MSD)

Afin de caractériser le potentiel d'ensoleillement direct d'un point, il est proposé de calculer la durée maximale de l'ensoleillement que peut recevoir un point sur une journée de référence de chaque saison. Les dates de référence sur l'année sont le 21 décembre, le 21 mars et le 21

juin. La date du 21 septembre étant identique à celle du 21 mars au niveau du calcul des heures de soleil direct, elle n'est pas retenue dans la suite de l'étude.

La durée maximale d'ensoleillement renseigne, sur une journée, le nombre de minutes de rayonnement solaire direct théorique en un point dans l'hypothèse d'un ciel clair. La durée de l'ensoleillement réel sera quasi toujours inférieure à cette valeur puisque la probabilité d'avoir un ciel parfaitement dégagé durant toute une journée est faible.

L'analyse des durées d'ensoleillement apportera des indications relatives à l'implantation des volumes par rapport à la course du soleil et les effets d'ombrage sur leur environnement.

La durée d'ensoleillement maximale est d'une importance particulière pour les espaces publics où l'accès piéton est prioritaire, tels les parcs, les places ou esplanades. Dans un contexte urbain, ces espaces libres sont souvent les seuls lieux extérieurs à offrir un ensoleillement direct conséquent et de ce fait des niveaux d'éclairement élevés. Ces niveaux d'éclairement élevés sont requis non seulement pour la croissance des plantations, mais aussi pour le bon fonctionnement du biorythme humain des niveaux d'éclairage importants pendant une certaine durée du jour sont cruciales.

2.3 Localisation géographique et conditions climatiques

L'origine des axes de référence du projet est localisée dans les modèles informatiques à l'angle de la rue de la Loi et la Chaussée d'Etterbeek, sur la pointe de l'îlot situé au sud de la rue de la Loi (îlot A).

La position géographique de ce point est $50^{\circ} 50' 37''$ de latitude Nord et $4^{\circ} 22' 41''$ de longitude Est. L'orientation Nord forme un angle d'environ 72° par rapport à l'axe de la rue de la Loi. Un plan de repérage est repris en *Figure 1*. Cette figure renseigne aussi la nomenclature des îlots qui font partie du périmètre du projet RRUZ.



Figure 1 : Plan général et nomenclature des îlots



Les conditions météorologiques pour la région bruxelloise sont basées sur les mesures réalisées par Institut Royal Météorologique pour la station d'Uccle.

Pour le climat en région bruxelloise, la fréquence de ciels couverts est prépondérante durant une année et représente en moyenne environ 60% des occurrences. Il est donc important d'étudier précisément les conditions d'éclairage sous ciel diffus. Les conditions de ciel clair représentent en moyenne moins de 10% des occurrences. Ces conditions de ciels concernent un ciel parfaitement dégagé où l'apport de l'ensoleillement direct est prépondérant.

Le solde des occurrences est constitué de ciels intermédiaires où la couverture nuageuse est très variable. Dans ces conditions l'éclairement en un point à l'extérieur varie continuellement en fonction de la position du soleil et de la couverture nuageuse. Le poids relatif des composantes diffuse et directe de la lumière varie ainsi en continu.

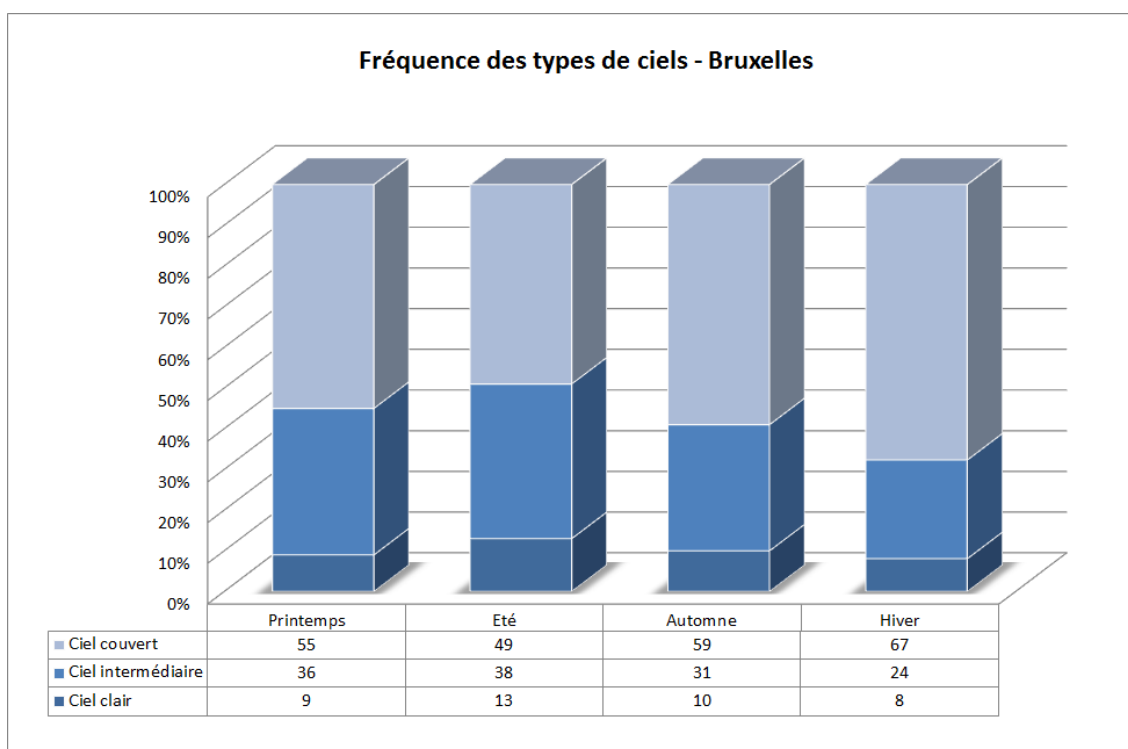


Figure 2 : Fréquence et types de ciel par saison à Bruxelles



3 Etude d'éclairage

3.1 Description des alternatives

L'étude de base considère **5 configurations différentes** : le projet RRUZ tel que modélisé par l'ADT sur base des prescriptions de l'arrêté du gouvernement bruxellois du 16/12/2010 et quatre alternatives. La description de toutes les alternatives est donnée dans le rapport de l'étude de base. Des quatre alternatives seule celle qui envisage le maintien du périmètre et ses environs suivant une situation existante à un certain moment (Alternative 0) et celle qui intègre une vision du périmètre avec une densification maximale suivant la réglementation en vigueur actuellement (Alternative 1) sont retenues comme référence.

- L'**alternative 0** ou 'situation de référence' : Cette configuration envisage le maintien sur le périmètre et ses environs des constructions existantes telle qu'elles prévalaient en 2007 (avant la démolition des immeubles présents sur le site Europa Capital et un des immeubles sur le front nord du Square frère Orban). Cette variante illustre le maintien de la 'situation existante' dans le quartier sans densification et sans mise en œuvre du projet du RRUZ.
- L'**alternative 1** : Situation exprimant une vision du périmètre d'étude dans lequel une densification a été matérialisée en prenant en compte les règles actuelles du RRU. Ceci résulte en une augmentation en deux phases successives des superficies de planchers des principaux immeubles de 20% à chaque étape. Cette alternative respecte les règles actuelles du RRU dont notamment le maintien des gabarits projetés dans la moyenne de ceux des immeubles aux alentours. Elle ne permet donc pas la création d'immeubles de grande hauteur.

Cette étude complémentaire considère un nouveau modèle pour le projet RRUZ tel que défini par l'ADT qui suit les prescriptions du **RRUZ amendé** élaboré suite à l'étude d'impact. Ce modèle est décliné en **4 variantes** pour l'étude de l'impact à l'échelle urbaine. Les quatre variantes diffèrent seulement par la hauteur maximale des deux tours localisées sur l'îlot B.

Ces quatre versions sont :

- La **version 1** (Projet RRUZ' v1) : Projet de RRUZ amendé et comprenant deux tours d'une hauteur de 114m sur l'îlot B.
- La **version 1.5A** (Projet RRUZ' v1.5A) : Projet de RRUZ amendé comprenant deux tours sur l'îlot B, dont la **tour Est est limitée** à la hauteur de 114m, tandis que la tour Ouest ayant une hauteur maximale de 165m.
- La **version 1.5B** (Projet RRUZ' v1.5B) : Projet de RRUZ amendé comprenant deux tours sur l'îlot B, dont la **tour Ouest limitée** à la hauteur de 114m, tandis que la tour Est ayant une hauteur maximale de 165m.
- La **version 2** (Projet RRUZ' v2) : Projet de RRUZ amendé et comprenant deux tours d'une hauteur de 165m sur l'îlot B.



L'étude évaluera les deux métriques (Facteur de masque du ciel et durées d'ensoleillement maximales) de manière à évaluer l'impact de bâtiments projetés sur leur environnement.

Le projet RRUZ amendé et ses variantes seront comparés à la version initiale du RRUZ afin de pouvoir déterminer les variations de performances et d'évaluer les améliorations apportées.

Les résultats seront aussi mis en rapport avec la situation de l'alternative 0, principalement pour comparer les niveaux d'éclairage absolus avec une situation de référence connue, ainsi qu'à la situation de l'alternative 1, pour évaluer les performances par rapport à une situation où la densité développée est équivalente, mais où la disposition des volumes est différente. Ceci permettra de donner des indications quant aux performances du modèle urbain établi pour le projet RRUZ.

3.2 Etude d'ombrages

Des images en trois dimensions du projet permettent de visualiser les effets d'ombrage sur le périmètre d'étude. Ces images sont des prises de vues instantanées des ombres portées du projet dans le tissu urbain existant et aident à déterminer la zone d'impact du projet.

Les volumes sur le périmètre du RRUZ ont une couleur jaune clair sur les images à l'exception des bâtiments patrimoniaux qui sont en gris et les constructions en hauteur qui sont marquées en rouge afin de faciliter la lecture.

La course du soleil étant variable tout au long de l'année, 4 dates correspondant au solstice d'été (21/06), au solstice d'hiver (21/12) et aux équinoxes de printemps (21/03) et d'automne (21/09) ont été définies. Afin d'avoir une idée de la variation des ombrages sur la journée quatre heures de références ont été choisies. Ces heures sont : 9h, 12h, 15h et 18h (heure légale).

La situation au 21 décembre à 18h correspondant à un moment postérieur au coucher du soleil est éliminée. Les situations où l'angle d'altitude solaire est inférieure à 10° ne sont pas représentées puisque dans un contexte urbain tel que celui considéré, le soleil est trop bas pour apporter un rayonnement solaire direct au niveau du sol. Ces situations concernent la date du 21 décembre à 9h et la date du 21 mars à 18h.

Les images ont été générées à l'aide du logiciel Sketchup version 8.0 sur base des modèles informatiques fournis par l'ADT. Les images d'ombrages sont réalisées pour la version 1.5B du projet et le projet RRUZ initial.



3.2.1 21 décembre

Les images suivantes représentent les ombrages au 21 décembre à 12h heure légale.

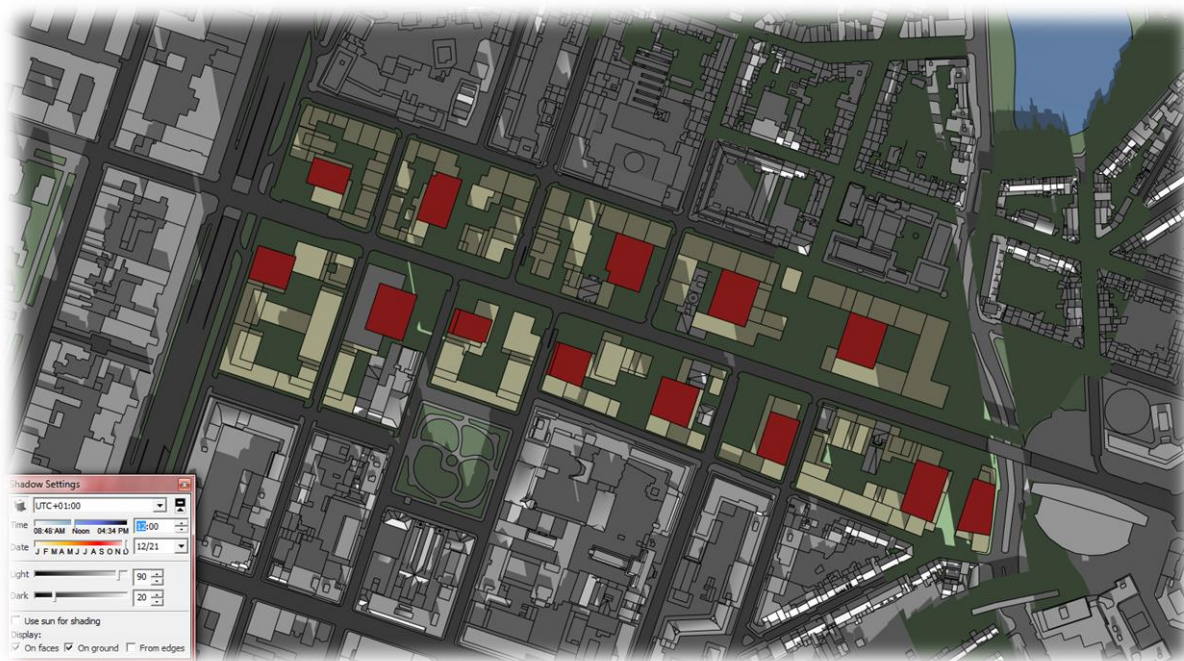


Figure 3 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/12 - 12h

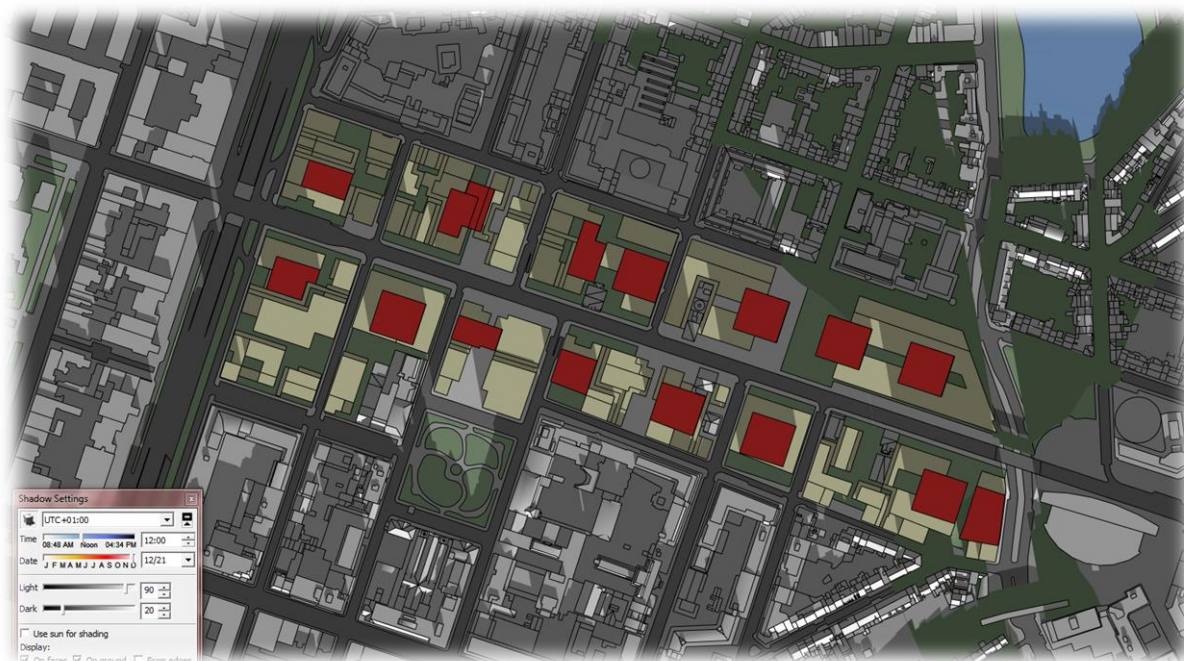


Figure 4 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/12 - 12h



Les images suivantes représentent les ombrages au 21 décembre à 15h heure légale.

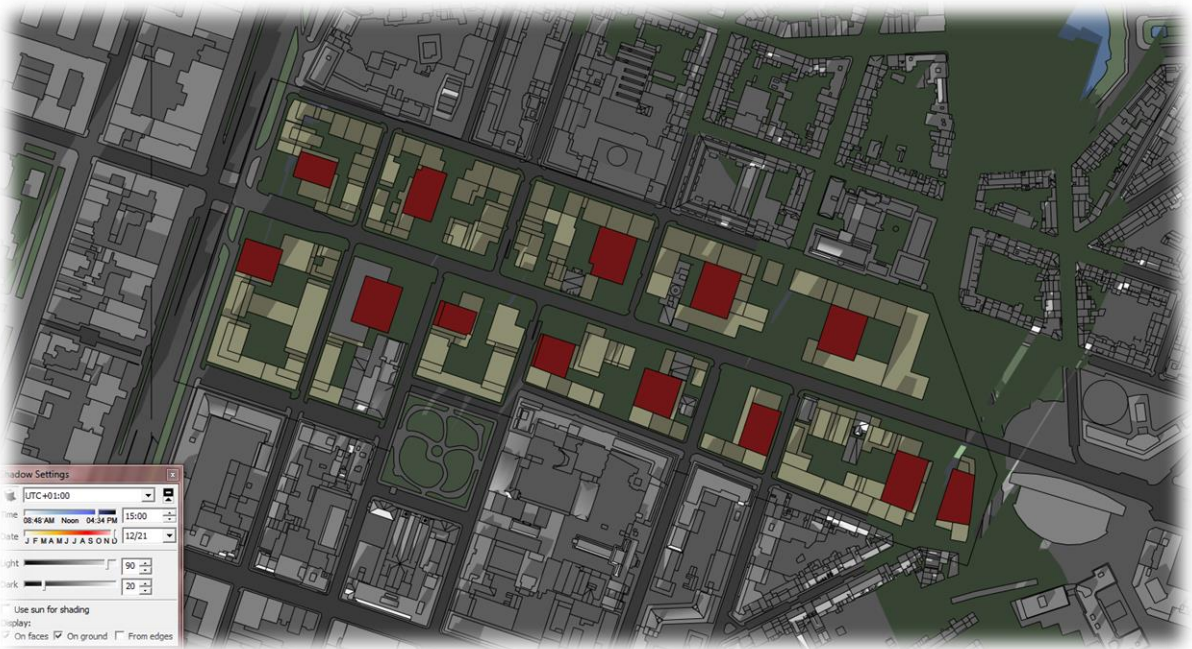


Figure 5 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/12 - 15h

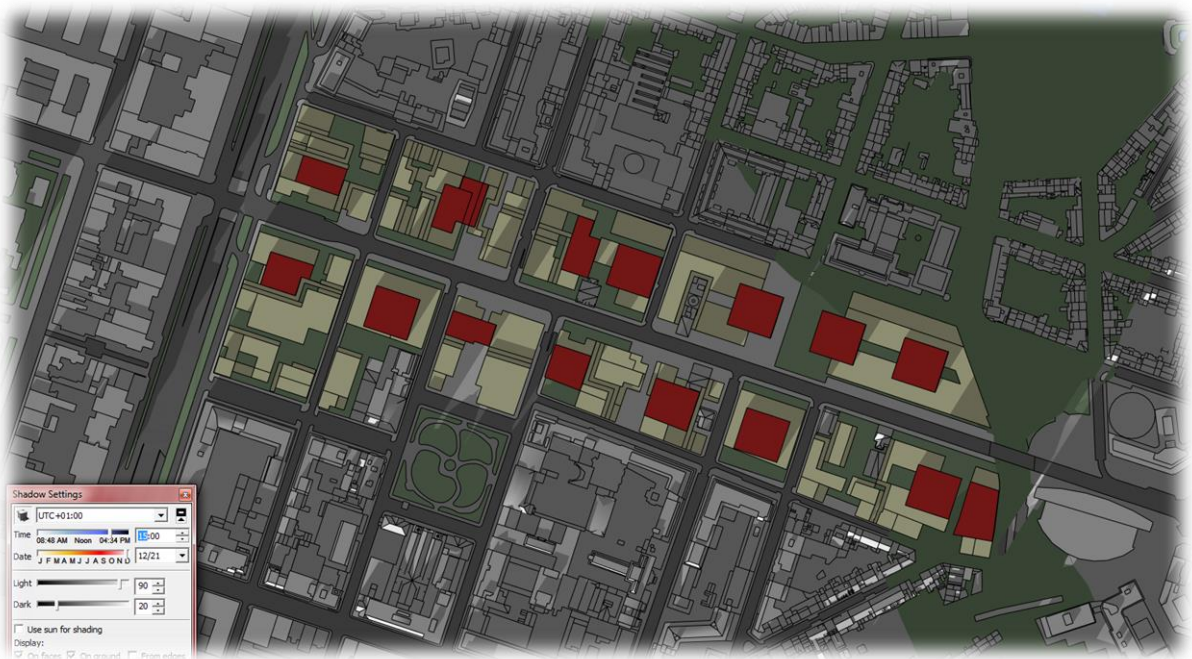


Figure 6 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/12 - 15h



3.2.2 21 mars

Les images suivantes représentent les ombrages au 21 mars à 9h heure légale.

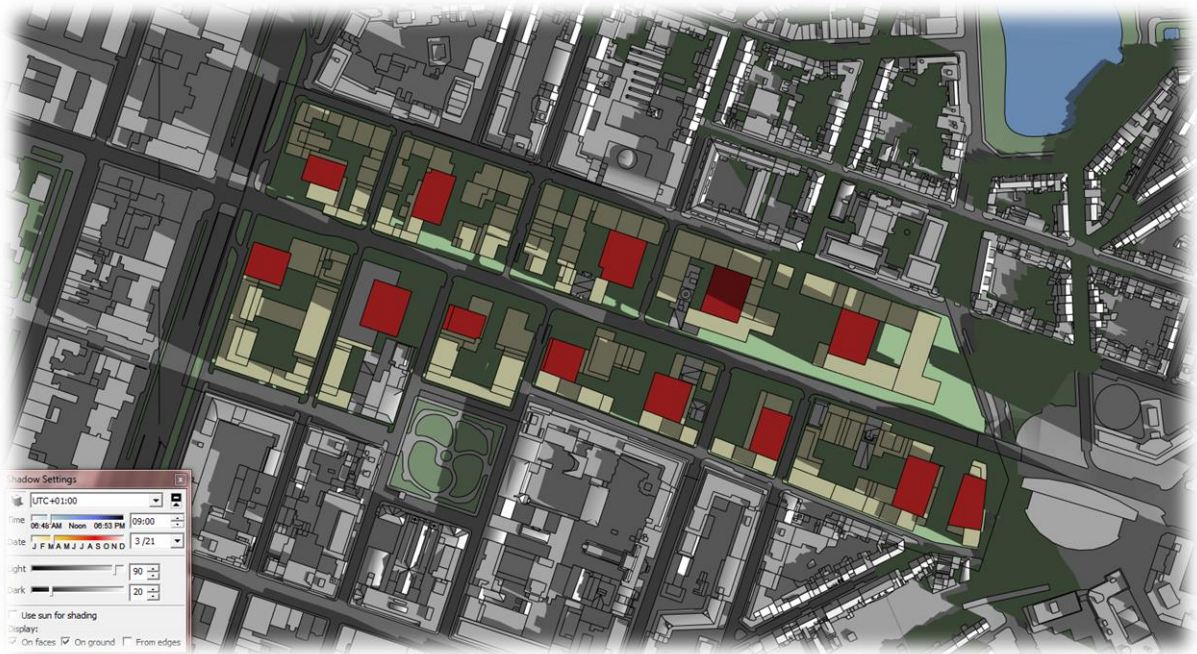


Figure 7 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/03 - 9h

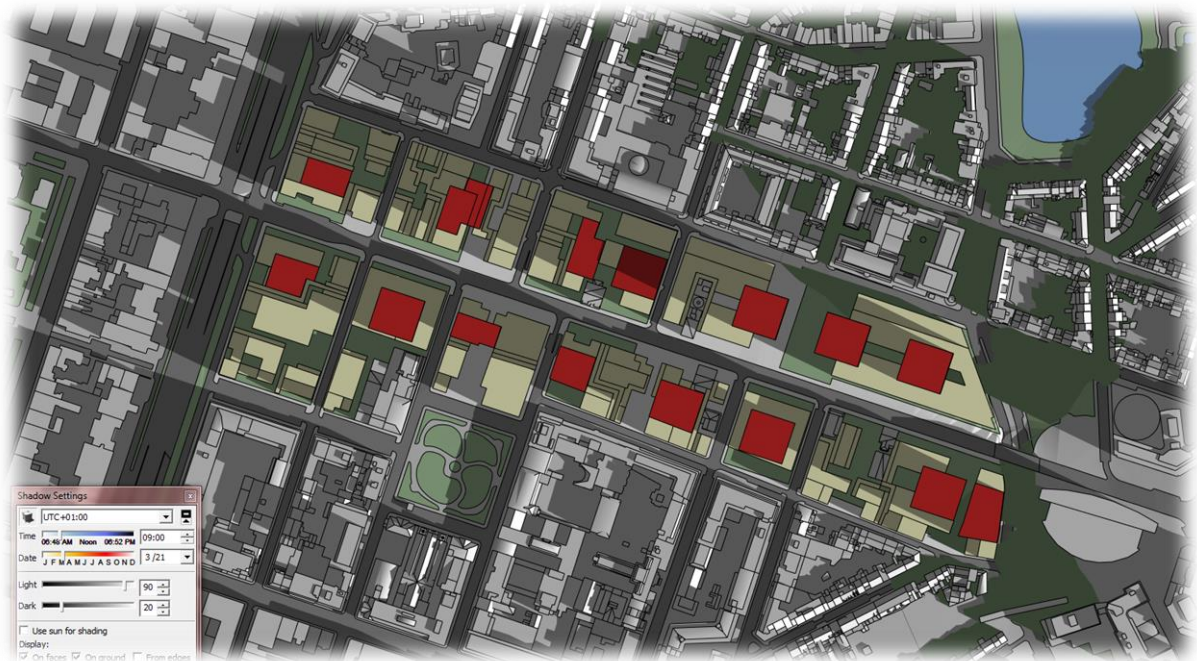


Figure 8 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/03 - 9h



Les images suivantes représentent les ombrages au 21 mars à 12h heure légale.

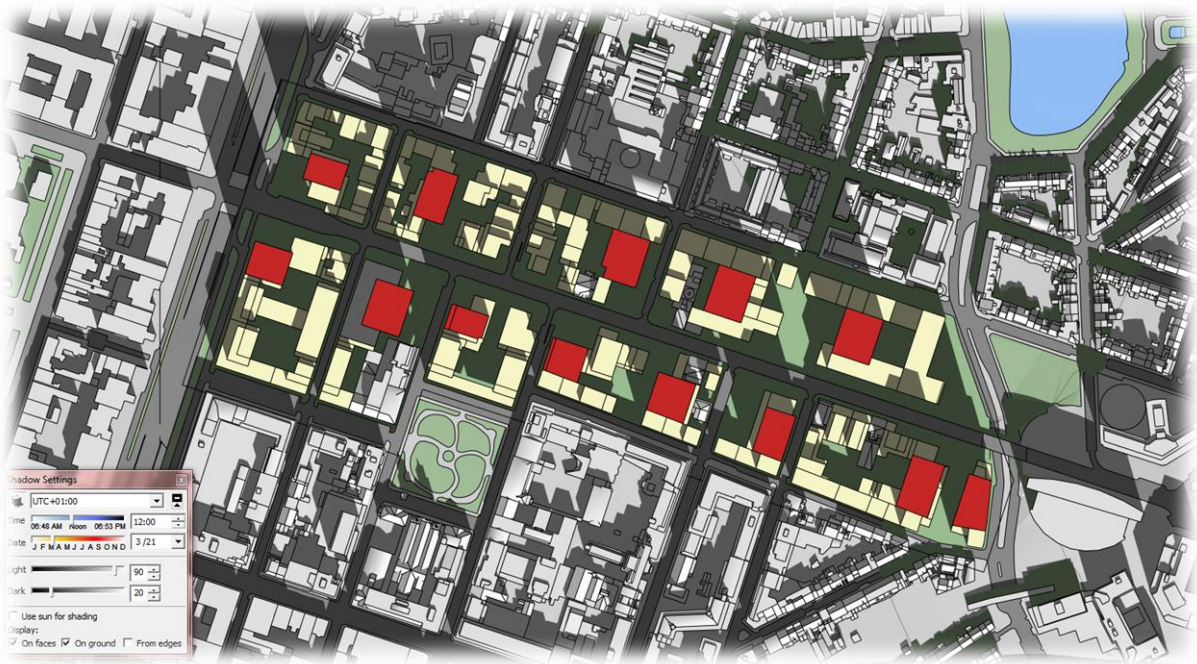


Figure 9 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/03 - 12h

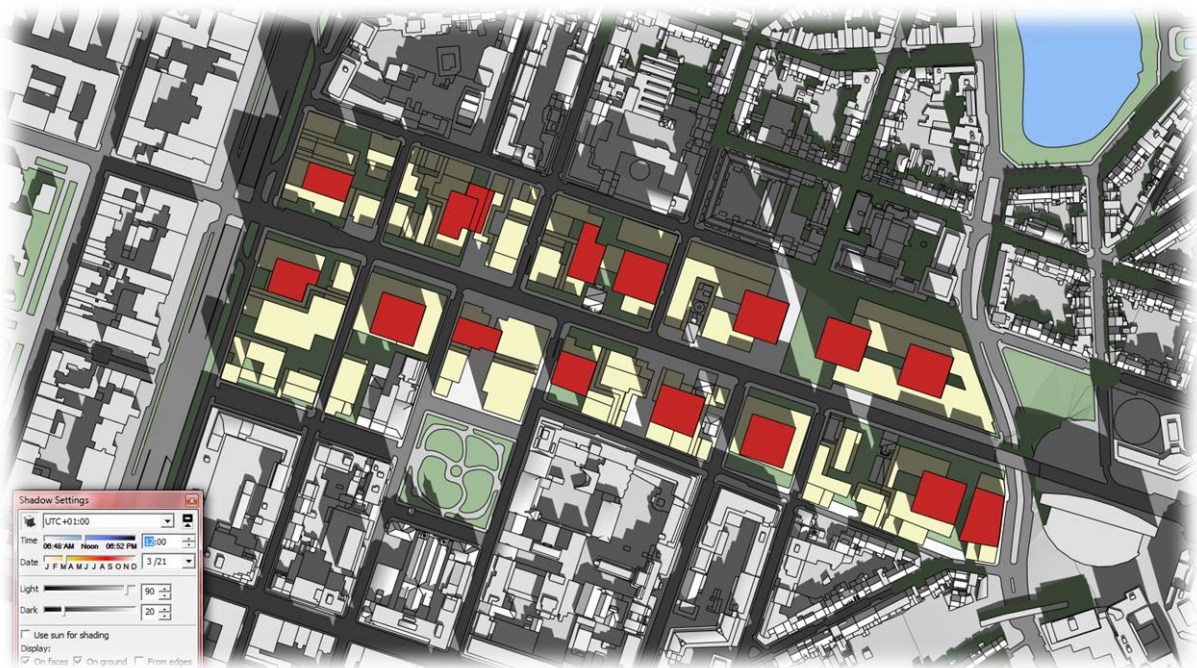


Figure 10 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/03 - 12h



Les images suivantes représentent les ombrages au 21 mars à 15h heure légale.

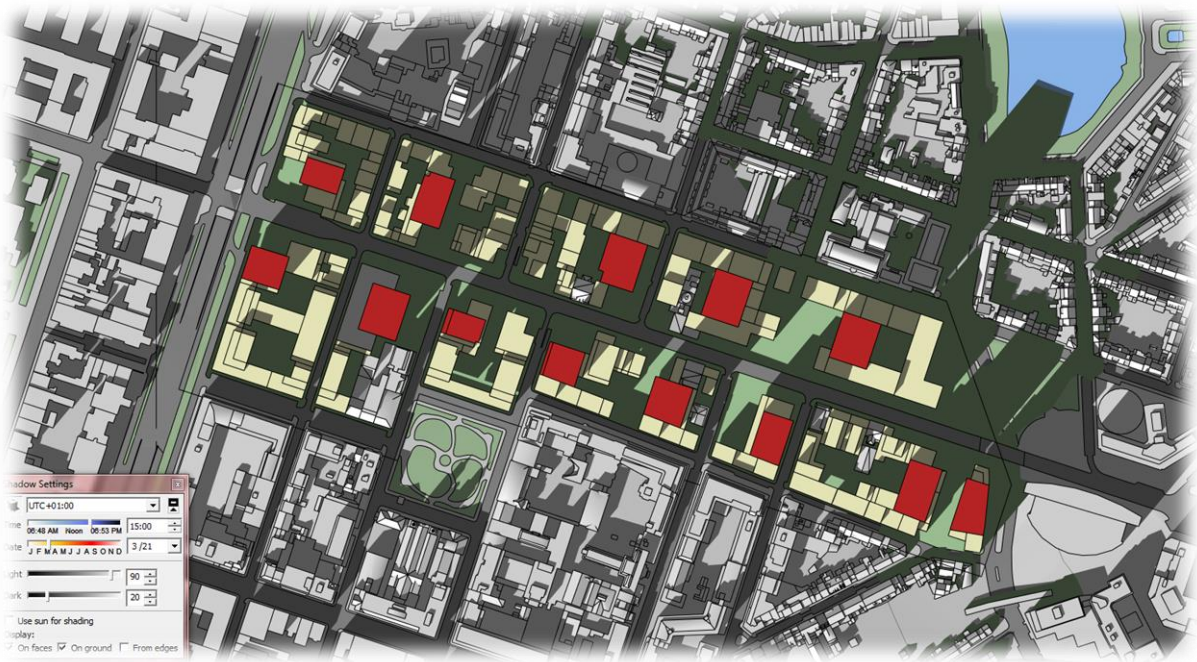


Figure 11 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/03 - 15h

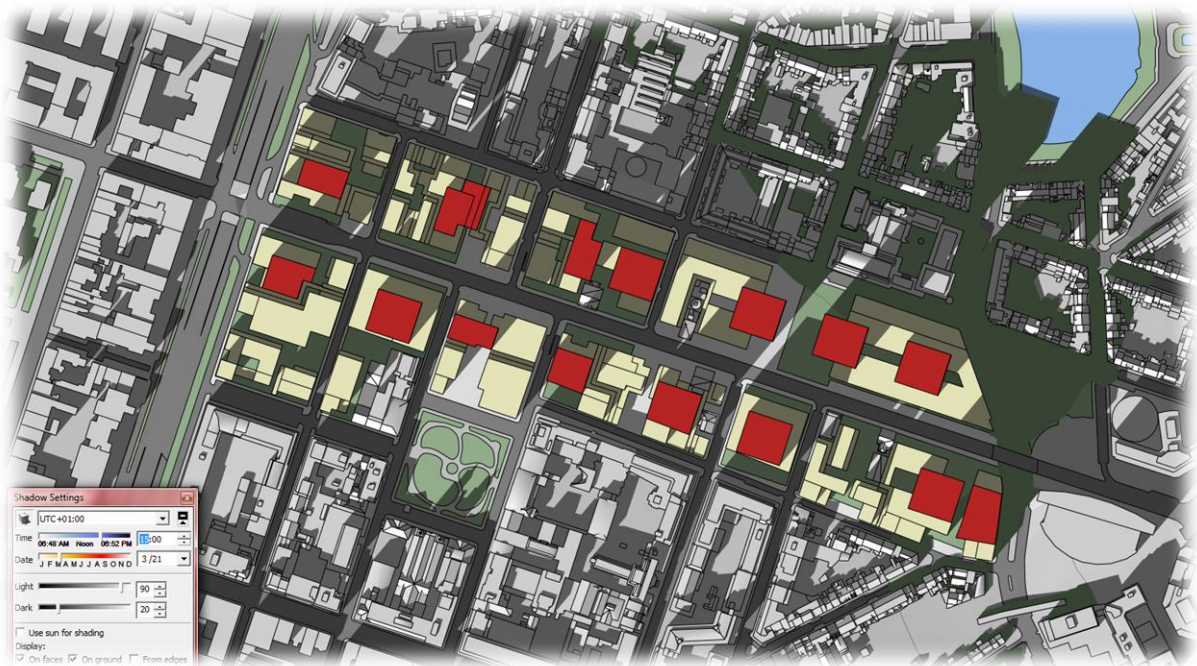


Figure 12 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/03 - 15h



3.2.3 21 Juin

Les images suivantes représentent les ombrages au 21 juin à 9h heure légale.

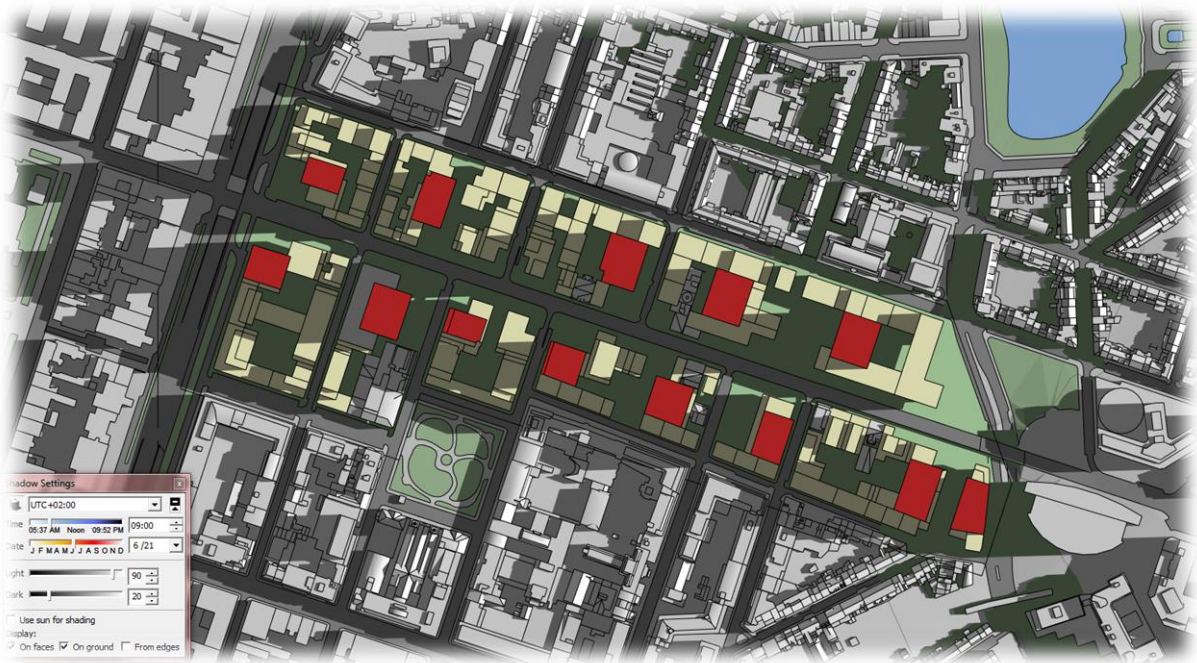


Figure 13 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/06 - 9h

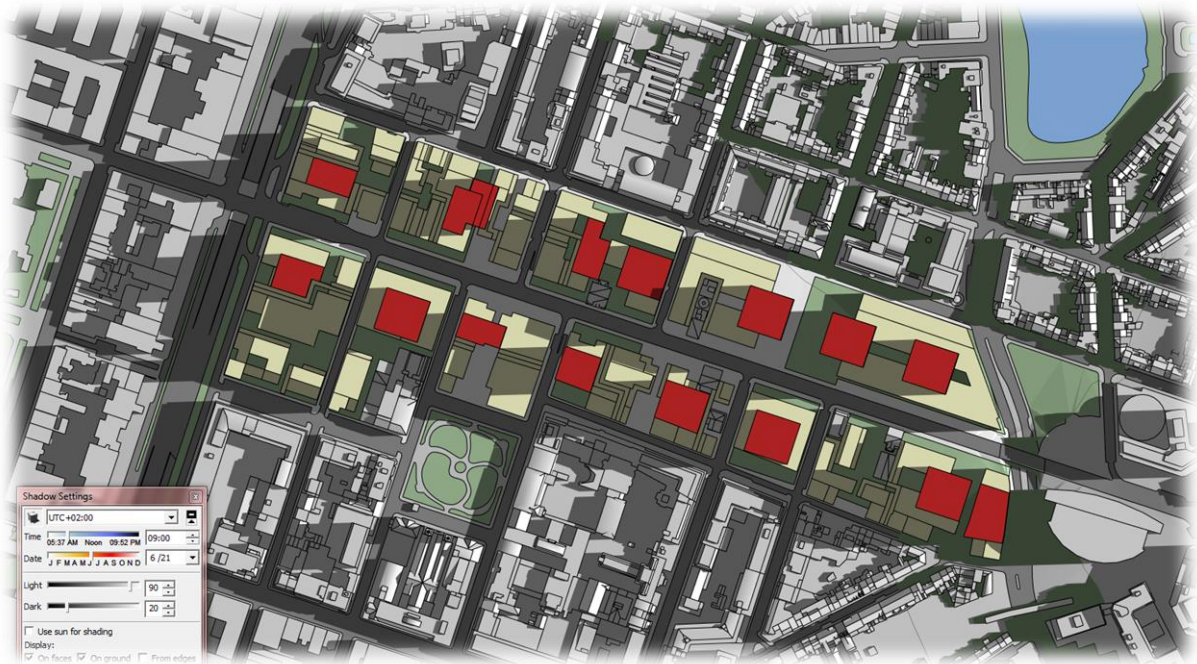


Figure 14 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/06 - 9h



Les images suivantes représentent les ombrages au 21 juin à 12h heure légale.



Figure 15 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/06 - 12h



Figure 16 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/06 - 12h



Les images suivantes représentent les ombrages au 21 juin à 15h heure légale.



Figure 17 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/06 - 15h



Figure 18 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/06 - 15h



Les images suivantes représentent les ombrages au 21 juin à 18h heure légale.

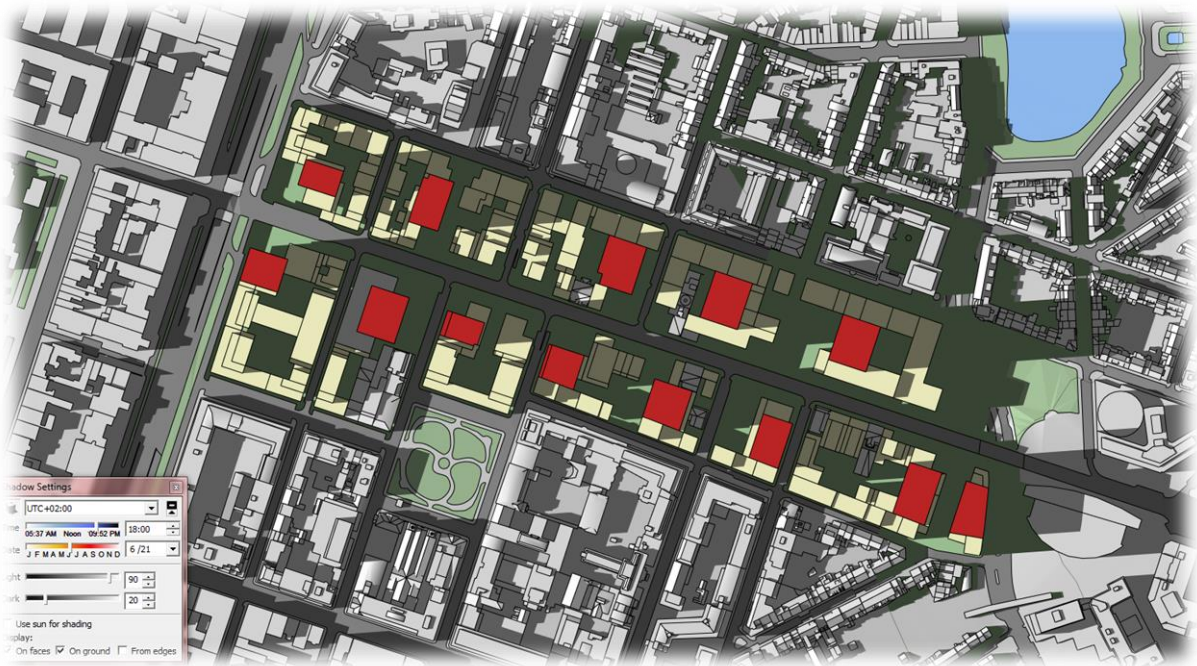


Figure 19 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/06 - 18h

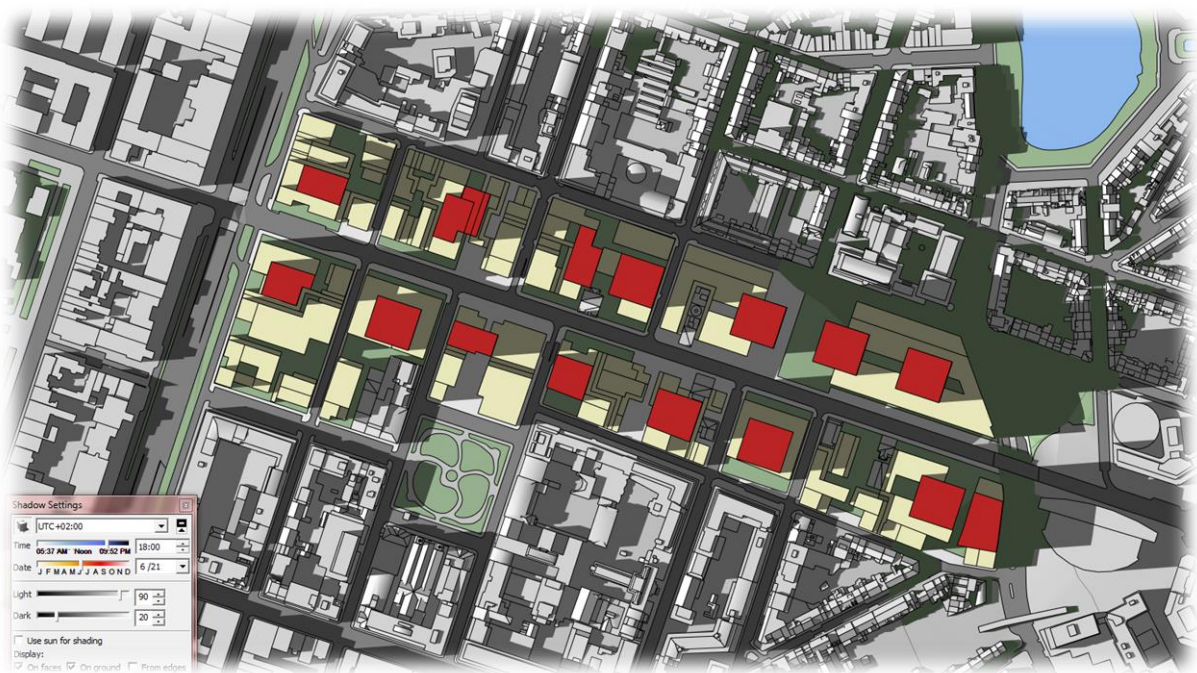


Figure 20 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/06 - 18h



3.2.4 21 septembre

Les images suivantes représentent les ombrages au 21 septembre à 9h heure légale.

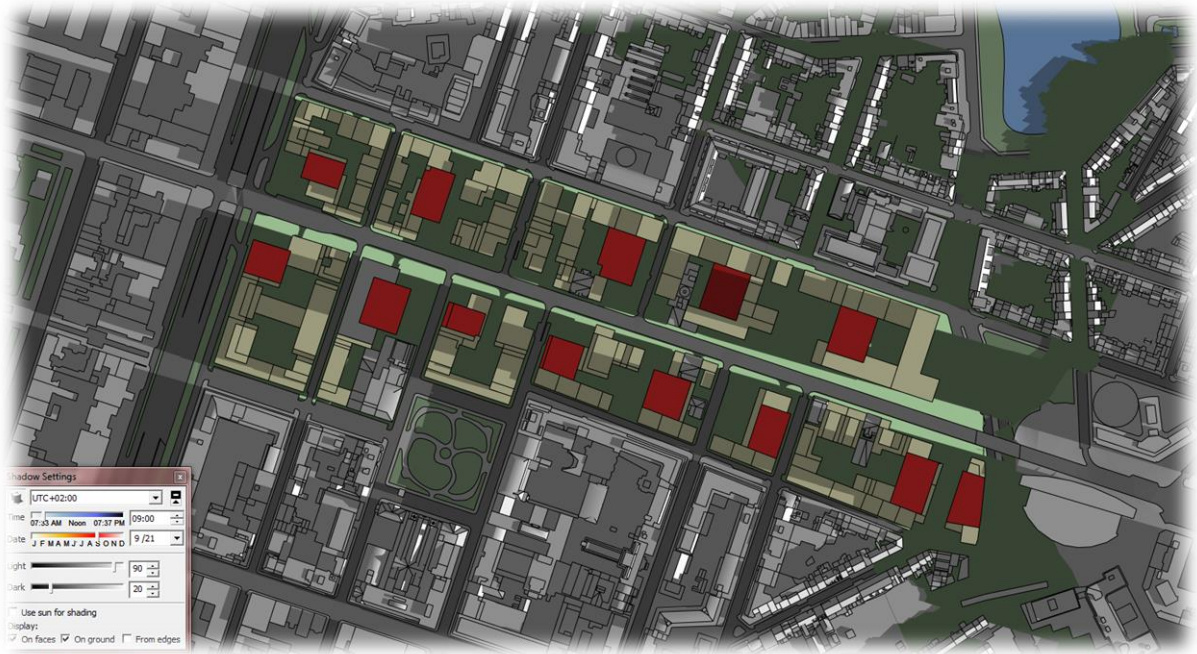


Figure 21 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/09 - 9h

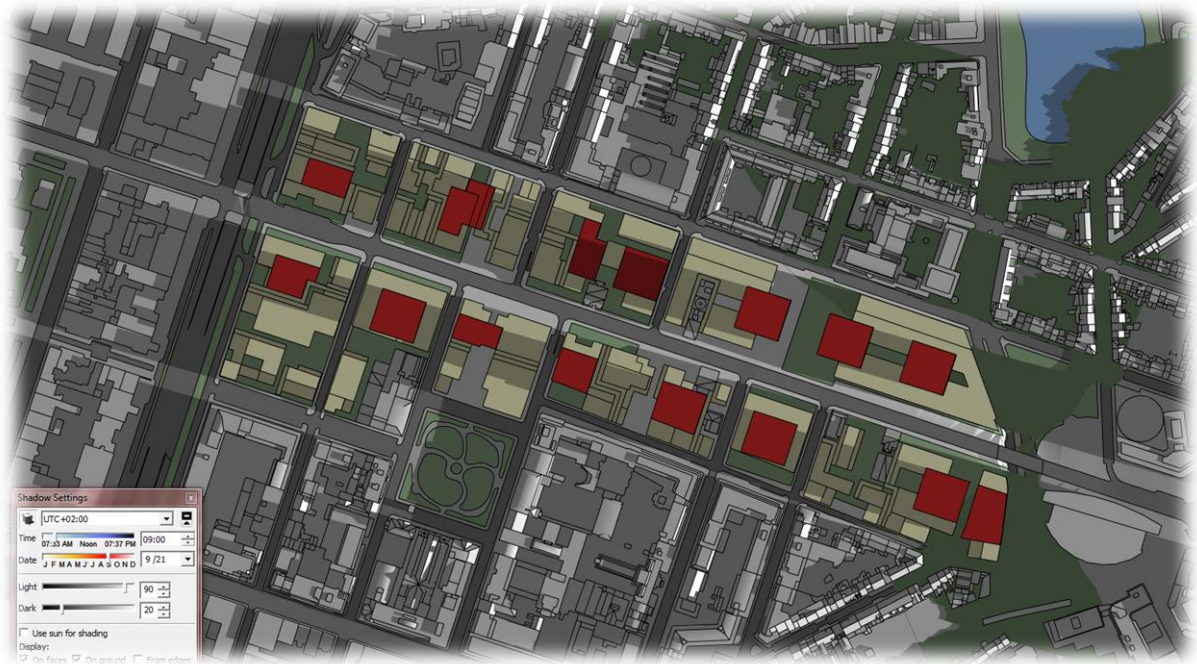


Figure 22 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/09 - 9h



Les images suivantes représentent les ombrages au 21 septembre à 12h heure légale.

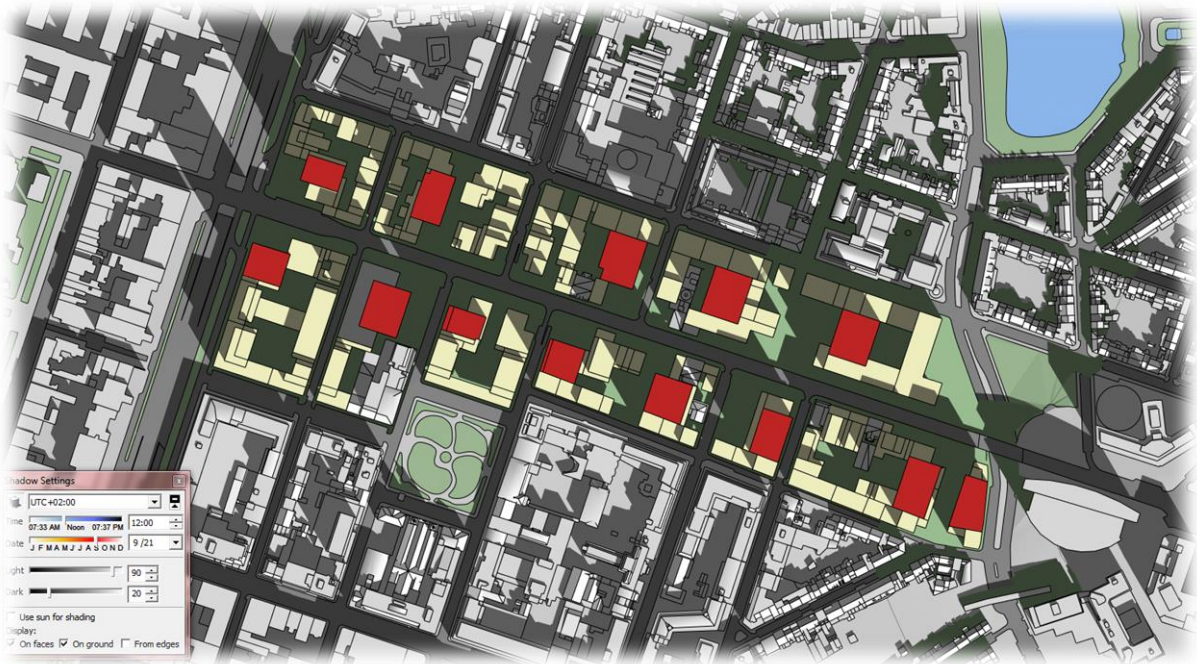


Figure 23 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/09 - 12h

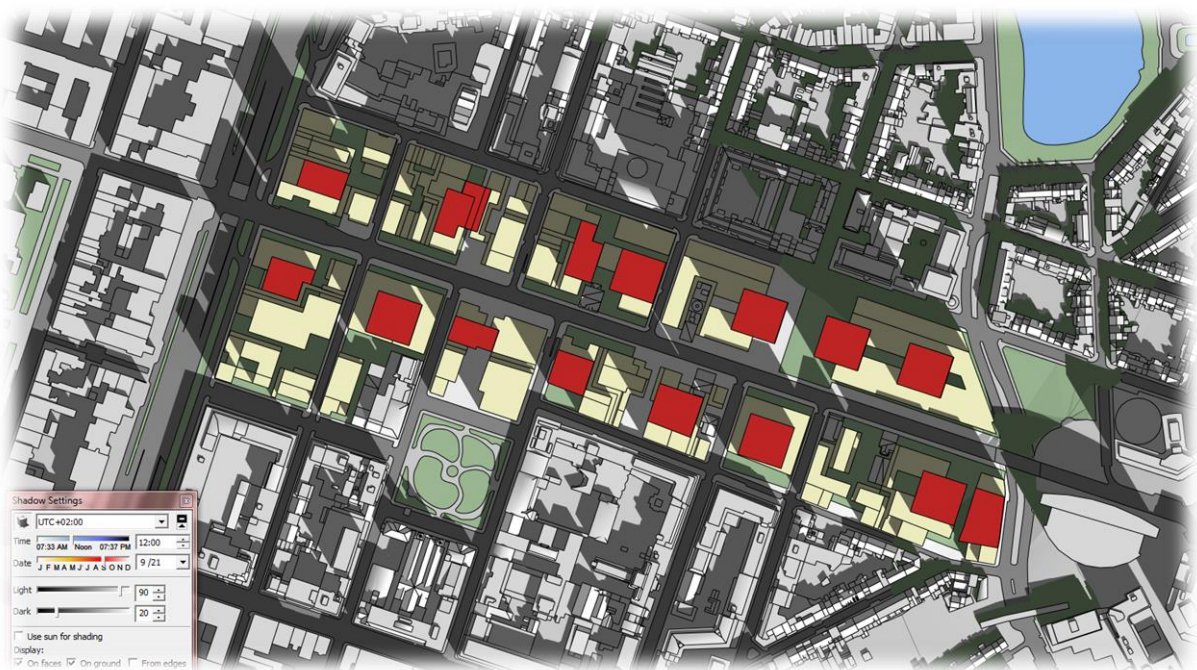


Figure 24 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/09 - 12h



Les images suivantes représentent les ombrages au 21 septembre à 15h heure légale.

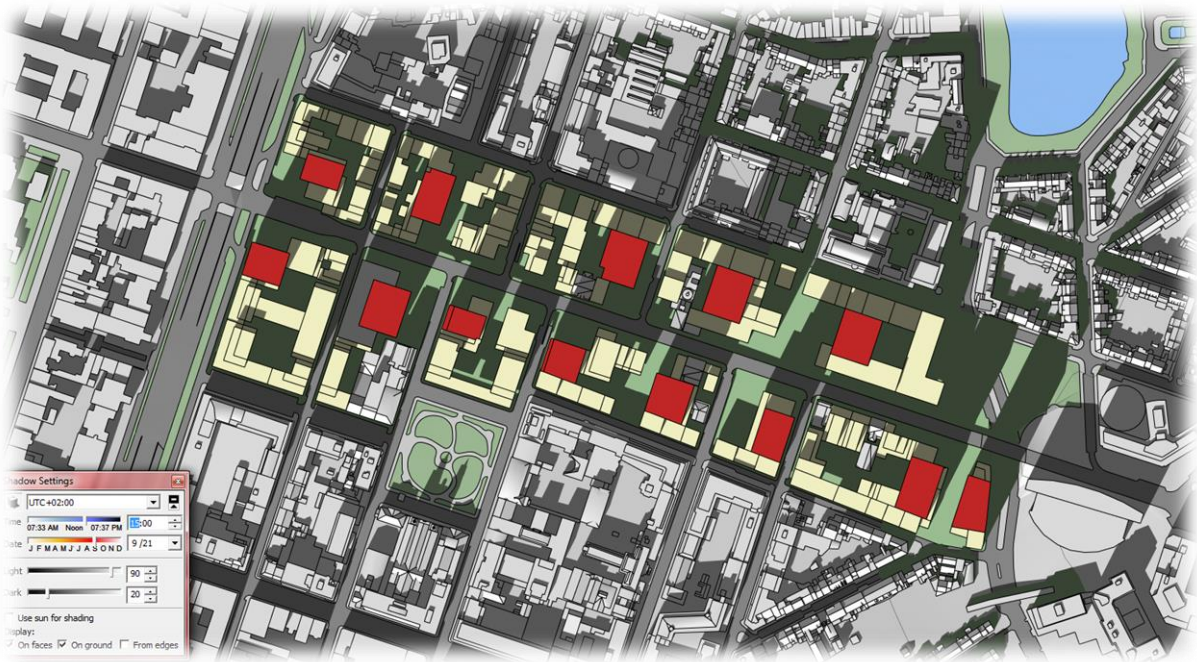


Figure 25 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/09 - 15h

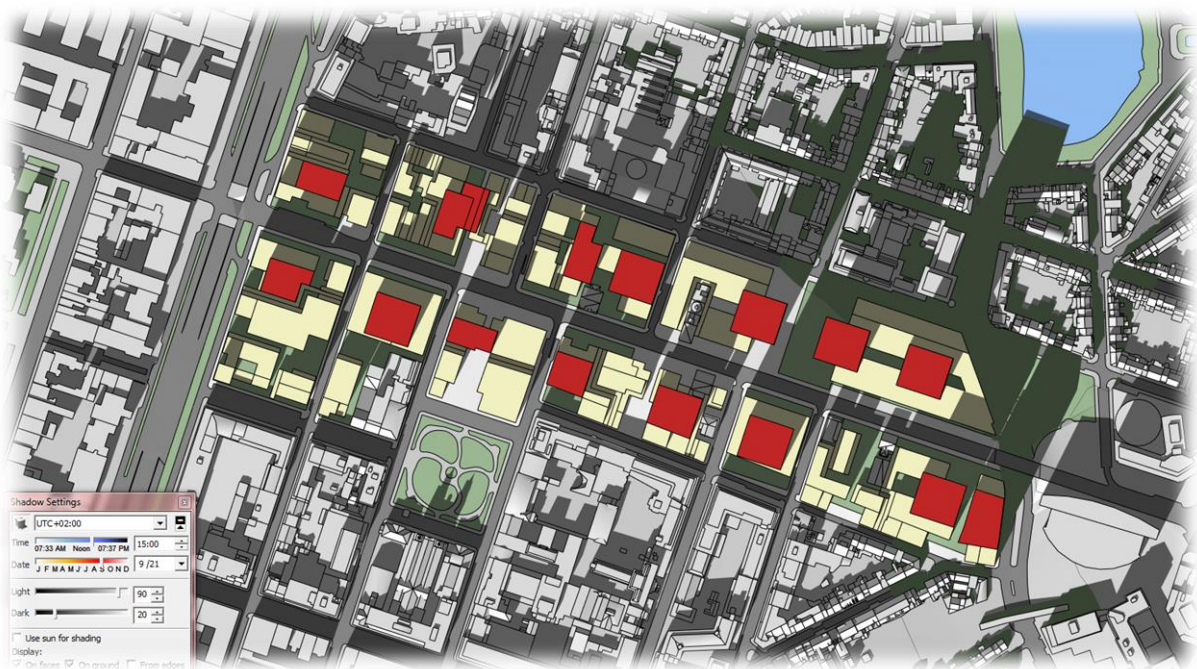


Figure 26 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/09 - 15h



Les images suivantes représentent les ombrages au 21 septembre à 18h heure légale.

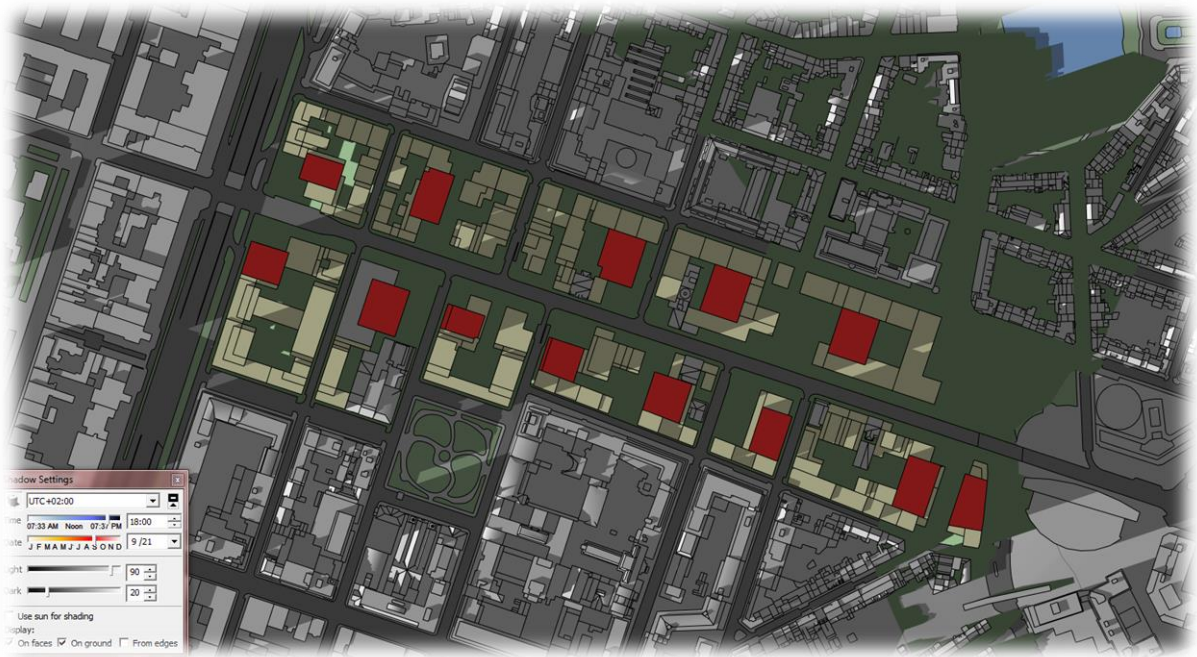


Figure 27 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/09 - 18h

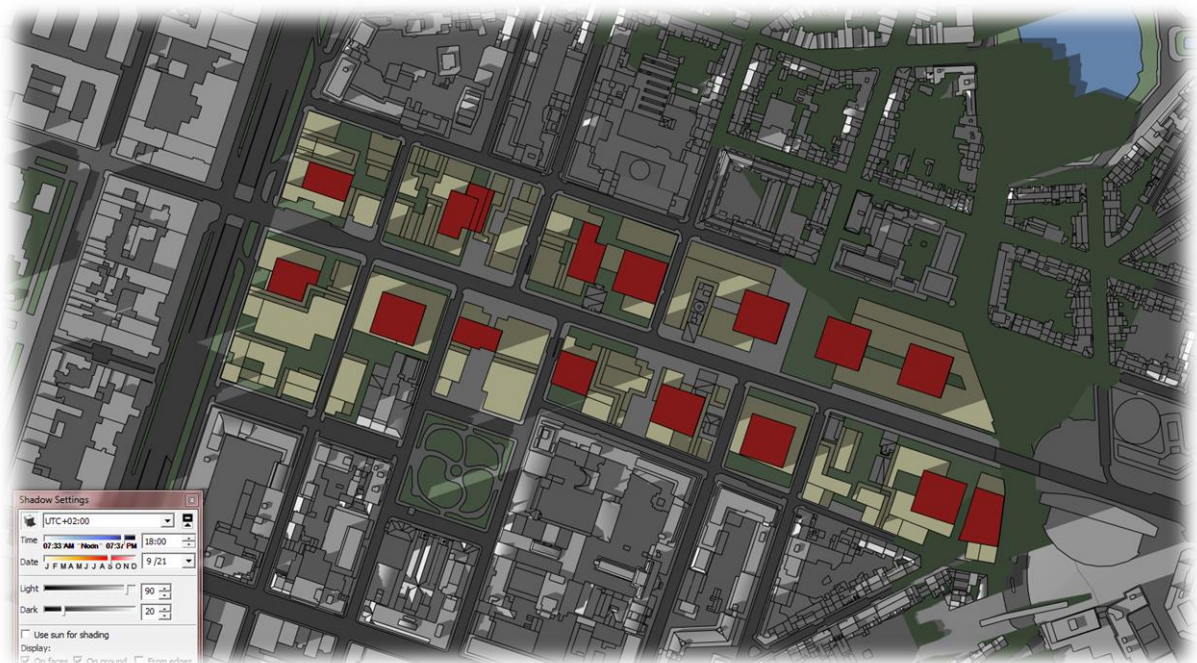


Figure 28 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/09 - 18h



3.3 Détermination du périmètre d'étude

Cette première partie de l'étude d'éclairage naturel a pour objectif de déterminer la zone d'impact du projet RRUZ amendé sur les îlots adjacents. La détermination du périmètre d'impact se base sur une vérification des conditions d'éclairage sur un certain nombre de points de contrôle par rapport à des seuils d'acceptabilité raisonnables et des limites de perception. Puisque les niveaux d'éclairages naturels absolus nous intéressent ici pour juger du « confort d'éclairage », les valeurs sont systématiquement notées et la comparaison des résultats se fait par rapport à la situation existante (Alternative 0) comme référence et par rapport au RRUZ de l'étude de base pour évaluer les améliorations apportées.

Pour rappel, il est important de distinguer la zone d'influence de la zone d'impact du projet.

La **zone d'influence** comprend tous les espaces dont les niveaux d'éclairement peuvent être modifiés par la réalisation du projet RRUZ, même de manière très faible.

La **zone d'impact** englobe seulement les espaces de la zone d'influence où les conditions d'éclairage naturel sont impactées au-delà d'une certaine mesure, soit positivement soit négativement.

Les points de contrôle pour cette étude sont identiques aux points déterminés pour l'étude de base afin de permettre la comparaison objective. La localisation de ces points est rappelée au *Tableau 1 : Description de la localisation des points de contrôle pour la détermination du périmètre d'impact* et est représentée sur plan à la *Figure 29 : Visualisation sur la carte de la localisation des points de contrôle*.

Point de contrôle (nr)	Localisation
20	Rue de la Loi (Centre Berlaymont - Consilium)
21	Rue de la Loi (Pointe Ouest Berlaymont)
22	Rue Stevin - Bld Charlemagne (trottoir nord)
23	Square Ambiorix
24	Square Palmerston (face à l'Hôtel Van Eetvelde)
25	Rue Charles Martel - Square Ambiorix
26	Rue Charles Martel n°47
27	Rue Charles Martel - rue Stévin
28	Square Marie Louise (Lake view)
29	Square Marie Louise (Av. Livingstone)
30	Square Marie Louise (promenade étang)
31	Square Marie Louise (fontaine centrale)
32	Rue du Taciturne (trottoir est)
33	Avenue Livingstone - rue Stévin (parterre central)
34	Rue Stévin n°39
35	Rue Philippe le Bon - Rue Stévin

36	Rue Philippe le Bon n°17
37	Rue Philippe le Bon - rue Ortelius
38	Rue de Spa - rue Stévin
39	Rue de Spa - rue Ortelius
40	Rue des deux Eglises - rue du Marteau
41	Rue Marie-Thérèse - rue du Marteau
42	Square Gutenberg

Tableau 1 : Description de la localisation des points de contrôle pour la détermination du périmètre d'impact

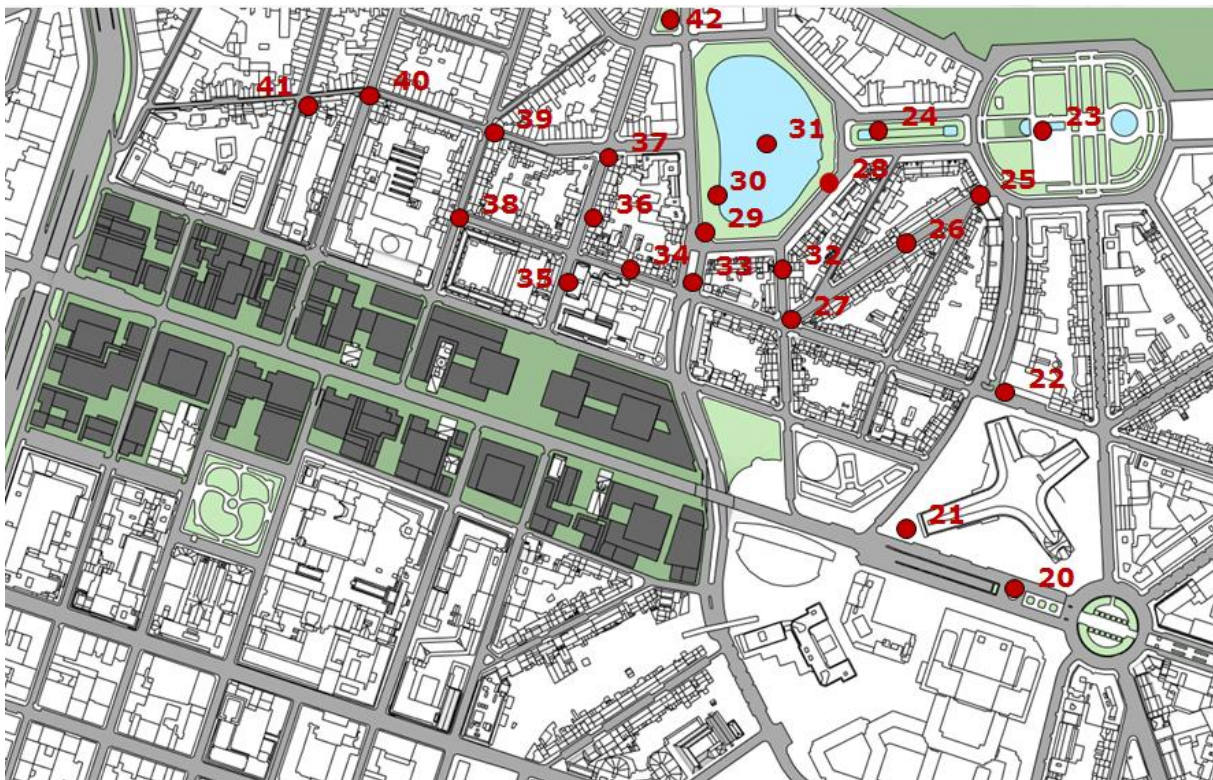


Figure 29 : Visualisation sur la carte de la localisation des points de contrôle

Pour chacun de ces 23 points de contrôle, le facteur de masque du ciel (SVF) et la durée maximale d'ensoleillement (MSD) sont calculés dans le cas du projet RRUZ et pour les différentes alternatives.

3.3.1 Zone d'impact pour ciel diffus

Le facteur de masque du ciel (SVF) a été calculé pour les 23 points de la zone d'impact. Les valeurs calculées sont listées au *Tableau 2 : Variation des facteurs de masque du ciel (SVF)*.

Le *Tableau 2 : Variation des facteurs de masque du ciel (SVF) pour les points 20 à 42* présente l'impact suivant le critère du facteur de masque de ciel (SVF) et représente donc une approximation des performances sous conditions de ciel couvert.



La première colonne identifie le numéro du point de contrôle. La deuxième colonne renseigne les facteurs de masque du ciel pour l'alternative 0 qui correspond à une situation de référence existante. La troisième colonne donne les variations calculées du SVF dans les conditions du Projet RRUZ initial et les colonnes suivantes indiquent les variations des différentes variantes du RRUZ amendé, toujours par rapport à la situation existante (alternative 0).

Point de contrôle	Alternative 0	Projet RRUZ	Projet RRUZ' v1	Projet RRUZ' v1.5A	Projet RRUZ' v1.5B	Projet RRUZ' v2
N°	SVF (%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
20	54,73	-1,30	-0,97	-1,30	-1,30	-1,30
21	41,67	-1,27	-1,68	-1,68	-1,68	-1,68
22	39,67	-1,76	-0,88	-0,88	-1,76	-1,76
23	86,25	-0,82	-0,42	-0,42	-0,63	-0,63
24	68,95	-3,31	-1,81	-2,06	-2,06	-2,31
25	34,90	-2,49	-0,52	-0,52	-1,00	-1,00
26	29,64	-5,23	-2,40	-2,40	-2,97	-2,97
27	42,16	-6,76	-2,78	-3,94	-3,49	-4,65
28	66,78	-5,72	-3,70	-4,21	-3,94	-4,45
29	64,87	-5,86	-2,30	-2,77	-2,96	-3,42
30	70,96	-3,95	-1,92	-1,92	-2,59	-2,34
31	80,43	-5,36	-2,62	-2,82	-3,05	-3,03
32	35,53	-0,79	0,00	0,00	-0,42	-0,42
33	52,39	-6,97	-2,75	-3,02	-3,95	-4,22
34	21,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	26,61	-14,81	-6,46	-8,08	-6,46	-8,08
36	25,16	-10,37	-5,25	-7,35	-5,25	-7,35
37	42,02	-1,98	-2,00	-2,71	-2,43	-2,71
38	26,28	-3,50	-2,97	-4,87	-2,97	-4,87
39	23,79	-2,10	-3,40	-5,21	-3,40	-5,21
40	27,25	-0,59	0,66	0,66	0,66	0,66
41	19,64	-5,75	-4,12	-4,12	-4,12	-4,12
42	64,18	-0,28	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81
Moyennes		-3,95	-2,13	-2,63	-2,46	-2,90
Code		≥ 0,00	0,00 à -1,00	-1,00 à -5,00	-5,00 à -10,00	> -10,00

Tableau 2 : Variation des facteurs de masque du ciel (SVF) pour les points 20 à 42

Le code couleur permet de repérer le degré d'impact des situations :

Pour les zones en jaune dans le tableau, les variations de l'éclairage naturel sont moyennes, tandis que pour les champs en orange clair, l'impact devient plus important. Pour les zones en orange foncé, l'impact est important et des actions correctrices seraient nécessaires. Les points où l'impact est négligeable, c'est-à-dire moins de 1% de variation, sont marqués en vert clair et les points pour lesquels l'impact est nul ou positif sont marqués en vert et en gras.



Les points de mesures où le facteur de masque du ciel est inférieur à 30 % en situation existante sont représentés en rouge dans le Tableau 2 afin de repérer les points qui reçoivent un éclairage naturel déjà faible et donc où l'impact du projet peut être plus perceptible.

Il ressort de ces calculs que les **variations** du **facteur de masque du ciel** restent **globalement faibles**. La différence maximale entre les valeurs absolues pour la situation existante et le projet RRUZ amendé est inférieure à 3 unités pour toutes les variantes, ce qui correspond selon l'hypothèse d'un ciel uniforme et d'un niveau d'éclairement de référence de 10.000 lx à une variation d'éclairement de 300 lx.

Le Tableau 2 montre que l'**impact** du projet est quasi **neutralisé** quelle que soit la variante pour les points 23 (Square Ambiorix) et 25 (rue Charles Martel partie haute), ceci grâce au désaxement par rapport à l'axe de la rue Charles Martel et à la réduction du nombre et du gabarit des tours à l'Est de l'îlot B. L'impact sur les points qui sont fort masqués du projet, comme c'est le cas pour le point 32 (rue du Taciturne) et le point 34 (rue Stévin), reste négligeable. L'orientation et le gabarit de ces rues impliquent que le projet n'y sera pas directement visible depuis l'espace public.

Même si l'**impact reste très limité** pour le point 42 au droit du Square Gutenberg, il faut remarquer que la légère diminution du facteur de masque du ciel pour ce point est due à l'augmentation relative des hauteurs des tours sur les îlots E, H et J. Aussi pour le point 20 (rue de la Loi entre le Berlaymont et le Consilium), les conditions d'éclairage naturel sous ciel diffus sont peu impactées et restent assez stables pour les différentes variantes. Ceci s'explique par le fait que ce point d'observation est dans l'axe principal du projet et que par conséquent les constructions en hauteur se masquent mutuellement.

Le point 40 (**rue des deux Eglises**) enregistre même **une amélioration** du facteur de masque du ciel par rapport à la situation existante grâce principalement au dégagement de la tour sur l'îlot F en bout de perspective de la rue et ce même si cette tour est rehaussé d'environ une quinzaine de mètres. Les mêmes effets s'appliquent aussi pour le point 41 (rue Marie-Thérèse) par rapport à la tour sur l'îlot H, mais l'impact global y reste négatif vu la hauteur maximale de la tour et la plus petite distance entre la tour et le point de contrôle.

Les **points** de contrôle où l'**impact** est **le plus important** restent les points 35 et 36 (**rue Philippe le Bon**) mais l'impact du projet y est réduit de moitié par rapport au projet RRUZ initial. L'atténuation importante est due à l'espacement des tours sur l'îlot B et la tour sur l'îlot C par rapport à l'axe de la rue et aussi par la réduction du gabarit de ces tours.

Le point 33 (Avenue Livingstone) connaît également une forte réduction de l'impact due à l'effet favorable combiné de la réduction du nombre de tours, de leur repositionnement sur l'îlot, de la réduction de leurs gabarits, du recul des constructions moyennes à la pointe de l'îlot B et encore de l'espacement des tours sur l'extrémité Est de l'îlot A.

Les points 38 et 39 (**rue de Spa**) connaissent par contre **une légère dégradation** des conditions d'éclairage naturel sous ciel diffus mais celle-ci reste maîtrisée. Ceci à cause du rapprochement entre l'axe de la rue et la tour Ouest de l'îlot B, ainsi que, dans une moindre mesure, de par la rehausse de la tour sur l'îlot E qui se trouve dans le cône d'observation de la rue.



La limitation à deux tours (au lieu de 3) d'une hauteur de 165m sur l'îlot B et leur réduction de gabarit a certainement l'influence la plus importante pour les points dans la partie Sud du **Square Marie-Louise** (points 28, 29, 30 et 31), mais la réduction du front bâti des constructions de hauteur moyenne contribue également à l'amélioration notable des performances. **L'impact du projet y a été réduit de 50%** environ. La diminution du facteur de masque du ciel y est toujours inférieure à 4,5% pour ces points de contrôle au lieu d'une réduction de l'ordre de maximum 7% avec le projet de RRUZ initial.

Pour la **rue Charles Martel** (points 26 et 27), le déplacement par rapport à la perspective de la rue et la modification du gabarit de la tour la plus à l'Est de l'îlot B ainsi que le recul des constructions moyennes en pointe de cet îlot ont un impact favorable. Cependant l'atténuation de l'impact est ici plus limitée du fait que les constructions d'hauteur moyenne restent assez présentes en bout de perspective si leur hauteur est maintenu à 55m.

Globalement, il est possible de conclure que **les conditions d'éclairage naturel sous ciel diffus s'améliorent quelle que soit la variante du RRUZ amendé**. Les points où l'impact était le plus négativement influencé par le projet RRUZ (points 26, 35, 36 et 41) connaissent tous une atténuation de l'influence du projet. Ce n'est que pour quelques points que les conditions se dégradent davantage par rapport au projet RRUZ (points 21, 37, 39 et 42) mais dans une mesure assez limitée.

De manière absolue, **l'impact le plus important** sur l'éclairage naturel des espaces publics du périmètre urbain est dû aux **tours sur les îlots au nord de la rue de la Loi, ainsi que sur l'îlot A**. Les gabarits des constructions moyennes ont toutefois aussi leur importance surtout quand elles sont implantées en bordure d'espaces libres. Ainsi vu leur visibilité depuis les alentours, les volumétries des points à l'Est des îlots A et B demandent une attention particulière.

3.3.2 Zone d'impact pour ensoleillement direct

L'impact du projet RRUZ sur l'ensoleillement a été évalué par le calcul des durées d'ensoleillement direct maximales aux dates du 21 décembre, du 21 mars et du 21 juin. Les durées d'ensoleillement ont été déterminées sur base d'une modélisation informatique fournie par l'ADT et avec un pas de temps de 10 minutes.

Les durées d'ensoleillement cumulées ont été calculées pour chacune de ces dates pour les différentes variantes du projet. Les résultats sont donnés au Tableau 3, au Tableau 4 et au Tableau 5 pour les dates des 21/12, 21/03 et 21/06.

Dans ces tableaux, la colonne 1 identifie le numéro du point de contrôle. Les colonnes 2, 3 et 4 donnent les durées d'ensoleillement en minutes pour chaque point de contrôle dans la situation existante (alternative 0). La colonne 5 donne la variation en minutes de l'ensoleillement du point donné dans les conditions du projet RRUZ initial. Les colonnes restantes expriment la différence des durées d'ensoleillement et des variantes du projet RRUZ par rapport à la situation de référence (Alternative 0).

Afin visualiser au mieux la variation entre les variantes du projet RRUZ amendé et le projet RRUZ initial, les champs où un impact est enregistré sont marqués en jaune. Si cet impact



dépasse une heure, les champs sont marqués en jaune vif et dès que l'impact dépasse une demi-heure la valeur est notée en gras. Ainsi il est possible de repérer facilement les situations les plus critiques.

A. Ensoleillement relatif

A la mi-saison, l'influence des constructions du projet RRUZ sur l'**ensoleillement direct** est la **plus marquée**. Les longueurs des ombrages sont telles qu'elles peuvent couvrir la plupart des points définis dans l'étude.

Le Tableau 3 donne les résultats pour les différentes variantes.

Point de contrôle	Alternative 0			RRUZ	RRUZ' v1	RRUZ' v1.5A	RRUZ' v1.5B	RRUZ' v2
	21/12	21/03	21/06	21/12	21/12	21/12	21/12	21/03
N°	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)	MSD (min)	MSD (min)
20	0	210	780	0	0	0	0	0
21	10	370	490	0	0	0	0	0
22	0	310	610	-10	-10	-10	-10	-10
23	70	610	890	-10	-20	-20	-20	-20
24	50	620	840	-20	-20	-20	-20	-20
25	60	210	650	0	0	0	0	0
26	0	120	310	-60	0	0	-30	-30
27	0	320	520	-30	0	0	0	0
28	50	330	620	-80	-40	-80	-70	-110
29	80	440	710	-110	-80	-80	-50	-110
30	170	440	670	-40	0	0	-30	-30
31	300	590	780	0	-10	-10	-10	-10
32	70	140	280	0	0	0	0	0
33	80	280	550	-50	-20	-20	-20	-20
34	0	90	430	0	0	0	0	0
35	0	120	190	-70	-40	-40	-40	-40
36	40	130	190	-60	-50	-60	-50	-60
37	50	100	360	-20	0	-30	0	-30
38	30	160	280	-10	-10	-20	-10	-20
39	30	110	170	0	0	-20	0	-20
40	30	110	210	0	0	0	0	0
41	20	60	120	0	-30	-30	-30	-30
42	110	560	550	0	0	0	0	0
Total	1250	6430	11200	-570	-330	-440	-390	-560
Variation en %	-8,9%	-5,1%	-6,8%	-6,1%	-8,7%			

Tableau 3 : Durée d'ensoleillement maximal au 21/03 et variations absolues en minutes pour les points 20 à 42



Pour la **variante 1**, une **atténuation relativement importante** est notée, soit une réduction de 330 minutes d'ensoleillement direct cumulé au lieu d'une réduction de 570 pour le projet RRUZ de base.

La limitation à deux tours de grande hauteur (165m de hauteur suivant la modélisation) sur l'îlot B a, par contre, un impact presque négligeable sur l'ensoleillement en mi-saison sur les points considérés dans cette étude. Ainsi la **variante 2 a un impact global quasi nul** mais cet impact est distribué différemment sur le périmètre. La rue Charles Martel et la zone autour du Square Marie-Louise connaissent une légère amélioration des conditions tandis que les rues transversales au Nord enregistrent une légère dégradation par rapport au projet RRUZ initial.

De légères variations existent entre les **variantes 1.5A et 1.5B**, qui ne comportent qu'une seule tour de grande hauteur sur l'îlot B. Ces variantes permettent **une amélioration sensible** des performances. En ce qui concerne les ombrages en mi-saison, il semble que la variante 1.5B avec la tour la plus élevée sur la partie Est de l'îlot donne des résultats légèrement plus favorables que la variante 1.5A, en particulier sur la partie Sud-Est du Square Marie-Louise.

Les points qui sont complètement masqués du projet par des constructions voisines ne subissent évidemment aucun impact du projet. Il s'agit ici du point 21 situé à la pointe Ouest du Berlaymont, du point 32 situé rue du Taciturne et du point 34 localisé rue Stévin.

A la mi-saison, l'impact du projet RRUZ se fait principalement sentir en certains points assez proches du périmètre du projet. Il s'agit en particulier de la **rue Philippe le Bon** (points 35, 36 et 37) et le tiers Sud du **Square Marie-Louise** (points 28, 29 et 30). **Une amélioration de l'ensoleillement en mi-saison** est toutefois observée par rapport au RRUZ initial, **mais uniquement dans le cas où une seule tour de grande hauteur est prévue sur l'îlot B** (variantes 1, 1.5A et 1.5B).

La rue Charles Martel (points 26 et 27) et l'Avenue de Livingstone (point 33) gagnent au moins une demi-heure d'ensoleillement grâce à la suppression de la tour sur la pointe Est de l'îlot B.

Comme pour l'éclairage sous ciel diffus, il ressort de l'étude que la **rue de Spa** (points 38 et 39) subit une **très légère dégradation** par rapport au RRUZ initial. La perte d'ensoleillement est causée par le placement plus à l'Ouest de la tour de grande hauteur la plus proche sur l'îlot B.

La **rue Marie-thérèse** (point 41) subit aussi une perte d'une demi-heure d'ensoleillement, ceci à cause de l'augmentation de la hauteur de la tour sur l'îlot H de 114m à environ 130m. L'ombrage de cette tour atteint, en effet, en mi-saison le point de contrôle, ce qui indique que la zone d'impact s'est étendue à cet endroit.

Pour le **Square Ambiorix** (point 23), une réduction de 10 minutes d'ensoleillement est calculée par rapport au projet RRUZ. Cette différence est due à l'augmentation de la hauteur de la tour sur l'îlot H. Le sommet de cette tour recoupe la trajectoire solaire en fin de journée ce qui induit un ombrage jusqu'au Square Ambiorix vu l'altitude solaire réduite à ce moment.



L'**impact global** sur les durées d'ensoleillement cumulés par rapport à la situation de référence (Alternative 0) varie entre 5,1 et 8,7%.

En hiver, les **durées d'ensoleillement** dans le contexte urbain **sont limitées puisque l'altitude solaire est réduite** et les journées sont plus courtes. Ainsi près de la moitié des points de contrôle reçoivent moins d'une demi-heure de soleil direct en hiver dans la situation existante.

Le Tableau 4 donne les durées d'ensoleillement maximales pour les différentes variantes.

Point de contrôle	Alternative 0			RRUZ	RRUZ' v1	RRUZ' v1.5A	RRUZ' v1.5B	RRUZ' v2
	21/12	21/03	21/06	21/12	21/12	21/12	21/12	21/12
N°	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
20	0	210	780	0	0	0	0	0
21	10	370	490	0	0	0	0	0
22	0	310	610	0	0	0	0	0
23	70	610	890	-10	-10	-10	-10	-10
24	50	620	840	-50	-30	-30	-30	-30
25	60	210	650	0	0	0	0	0
26	0	120	310	0	0	0	0	0
27	0	320	520	0	0	0	0	0
28	50	330	620	-50	-30	-30	-30	-30
29	80	440	710	-80	-70	-70	-70	-70
30	170	440	670	-80	-70	-70	-70	-70
31	300	590	780	-120	-70	-70	-70	-70
32	70	140	280	0	0	0	0	0
33	80	280	550	-80	-70	-70	-70	-70
34	0	90	430	0	0	0	0	0
35	0	120	190	0	20	20	20	20
36	40	130	190	-40	-20	-20	-20	-20
37	50	100	360	-40	-40	-40	-40	-40
38	30	160	280	-30	-20	-20	-20	-20
39	30	110	170	-20	-20	-20	-20	-20
40	30	110	210	-20	-10	-10	-10	-10
41	20	60	120	-20	-10	-10	-10	-10
42	110	560	550	-10	-10	-10	-10	-10
Total	1250	6430	11200	-650	-460	-460	-460	-460

Variation en %

-52,0% -36,8% -36,8% -36,8% -36,8%

Tableau 4 : Durée d'ensoleillement maximale au 21/12 et variations absolues en minutes pour les points 20 à 42



De manière générale, l'impact des volumes du projet RRUZ reste, en termes de réduction absolue de la durée d'ensoleillement, **assez limité** pour la plupart des points. Seuls les **espaces libres** qui présentent un dégagement suffisant par rapport à la course du soleil et qui peuvent donc recevoir un apport de soleil direct de quelques heures au maximum connaissent un impact plus important. En période hivernale c'est principalement en ces endroits là qu'il faut essayer de réduire les effets d'ombrage.

Le **Square Marie-Louise** (points 29, 30 et 31) **subit l'ombrage le plus important** du projet RRUZ en hiver. Le tiers Sud du Square enregistre une réduction de l'ensoleillement de 1h20 dans le cas du RRUZ et de 1h10 dans le cas du RRUZ amendé. Cette réduction de l'ensoleillement direct n'est pas due aux constructions élevées sur l'îlot B puisque les différentes variantes donnent exactement les mêmes résultats. Par contre pour la partie centrale et Nord du Square Marie-Louise, les effets d'ombrage sont fortement atténués entre la version RRUZ et RRUZ amendé. Ceci est illustré par les durées d'ensoleillement calculées pour le point 31, situé au centre de l'étang. Les temps d'ombrages y sont portés de 2h pour le RRUZ à 1h10 pour le RRUZ amendé, principalement grâce à la réduction des volumes les plus élevés projetés sur les îlots A et B.

L'ombrage direct généré par les tours sur l'îlot B atteindra la face Nord du square Marie-Louise en fin de journée tandis que les tours sur la pointe de l'îlot A jettent un ombrage sur le Square Marie-Louise et sur le square Palmerston durant une grande partie de l'après-midi. Par ailleurs, il est à noter qu'en hiver, l'avenue de Livingstone (points 33) ne recevra pratiquement plus d'ensoleillement direct.

L'**impact global** est de 36,8% par rapport à la situation de référence (Alternative 0) contre un impact global de 52% pour le projet RRUZ initial.

En été, les **durées d'ensoleillement** sont bien **plus longues** et le soleil est beaucoup plus haut dans le ciel (l'altitude solaire maximale est de l'ordre de 63°). Les **ombres projetées** sont **courtes** aux alentours de l'heure de midi et n'impactent donc principalement que les zones aux pieds des constructions. En début et en fin de journée, les ombrages s'allongent et des zones plus lointaines, orientées à l'Est et à l'Ouest du site, peuvent être impactées.

Le Tableau 5 donne les durées d'ensoleillement maximale pour les différentes variantes.

Point de contrôle	Alternative 0			RRUZ	RRUZ' v1	RRUZ' v1.5A	RRUZ' v1.5B	RRUZ' v2
	21/12	21/03	21/06	21/12	21/12	21/12	21/12	21/03
N°	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)	MSD (min)	MSD (min)
20	0	210	780	-20	-10	-20	-10	-20
21	10	370	490	0	0	0	0	0
22	0	310	610	0	0	0	0	0
23	70	610	890	0	0	0	0	0
24	50	620	840	0	0	0	0	0
25	60	210	650	0	0	0	0	0



26	0	120	310	0	0	0	0	0
27	0	320	520	0	0	0	0	0
28	50	330	620	0	0	0	0	0
29	80	440	710	0	0	0	0	0
30	170	440	670	0	0	0	0	0
31	300	590	780	0	0	0	0	0
32	70	140	280	0	0	0	0	0
33	80	280	550	0	0	0	0	0
34	0	90	430	0	0	0	0	0
35	0	120	190	-40	0	-40	0	-50
36	40	130	190	0	0	0	0	0
37	50	100	360	0	0	0	0	0
38	30	160	280	0	0	0	0	0
39	30	110	170	0	0	0	0	0
40	30	110	210	0	0	0	0	0
41	20	60	120	0	0	0	0	0
42	110	560	550	0	0	0	0	0

Total	1250	6430	11130	-50	-10	-60	-10	-70
-------	------	------	-------	-----	-----	-----	-----	-----

Variation en %	-0,4%	-0,1%	-0,5%	-0,1%	-0,6%
----------------	-------	-------	-------	-------	-------

Tableau 5 : Durée d'ensoleillement maximale au 21/06 et variations absolues en minutes pour les points 20 à 42

En été, en fin de journée, l'ombrage des tours de l'îlot B atteint le rond-point Schuman (point 20). L'effet sur l'ensoleillement est cependant très réduit, pas plus de 20 minutes.

Le seul autre point qui reçoit, en été, un ombrage est situé rue Philippe le Bon (points 35). Ce est le plus proche de la zone du projet et subit l'ombrage de la tour implanté sur l'îlot E dans le courant de l'après-midi.

Globalement il faut observer que le RRUZ amendé permet de réduire presque complètement l'impact au niveau ensoleillement sur les points considérés. L'influence en été est de toute façon très réduite en termes absolus puisque **l'impact global est de moins de 0,6%** sur les durées d'ensoleillement cumulées.

B. Ensoleillement global cumulé

Il importe non seulement de considérer les effets d'ombrage en termes relatifs, c'est-à-dire la perte de minutes de rayonnement solaire direct par rapport à la situation de référence, mais il faut aussi pondérer ces valeurs par rapport aux **durées d'ensoleillement absolues** sur la journée de référence pour la saison.

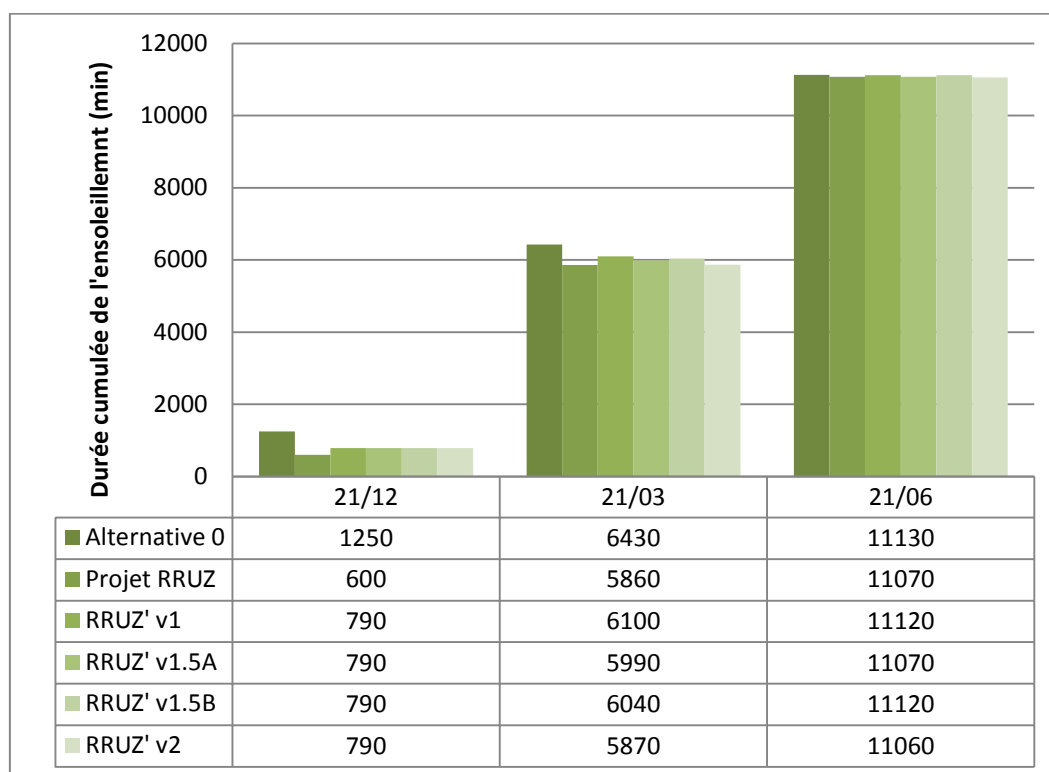


Figure 30 : Durées d'ensoleillement cumulées pour les 23 points de référence pour les différentes configurations

La Figure 30 permet la comparaison des durées d'ensoleillement cumulées pour les différents points de contrôle en fonction des configurations étudiées.

Pour le projet RRUZ initial, la réduction de la durée d'ensoleillement par rapport à la situation existante est, en hiver, de l'ordre de 52%, à la mi- saison de 9% et en été de 0,5%.

Pour la variante 2 du projet RRUZ amendé (RRUZ' v2), ces valeurs sont respectivement de 37%, 9% et 0,5% pour les périodes d'hiver, de mi- saison et d'été.

Il y a peu de différence d'impact sur la durée d'exposition au rayonnement direct entre les différentes variantes du projet RRUZ amendé. Les variations des volumétries pour ces différentes variantes sont mineures à l'échelle de l'impact urbain. A ce degré de détail d'étude du modèle, les gabarits réels des volumes et le traitement de leurs façades peuvent avoir autant d'influence que des modifications de l'enveloppe abstraite des masses.

C. Période d'ensoleillement

Pour que l'ensemble de l'étude soit pertinente, il convient aussi de prendre en compte la période d'ensoleillement pour chaque espace.

Pour les espaces libres les périodes d'ensoleillement sont particulièrement importantes. Une nette amélioration des conditions d'ensoleillement dans l'après-midi est ainsi constatée pour le Square Marie-Louise dans la configuration RUUZ amendé par rapport au projet RRUZ initial.



3.3.3 Conclusions pour l'étude sur le contexte urbain

Au niveau de l'éclairage naturel, la **zone d'influence** du projet RRUZ s'étend du quartier Léopold et du quartier des Squares jusqu'à la chaussée de Louvain à Saint-Josse au Nord et jusqu'à la Place du Luxembourg au Sud (soit un **rayon de 500 m par rapport au projet**).

Il est démontré dans l'étude de base que la **zone d'impact** en éclairage naturel du projet RRUZ est **plus limitée** et se concentre principalement sur les **îlots au Nord-Est du projet**. Il est possible de délimiter approximativement cette zone. Au Nord, elle s'étend jusqu'au tiers Sud du square Marie-Louise et à l'Est jusqu'au Boulevard Charlemagne. Cependant à l'intérieur du périmètre de la zone d'impact, les **variations** de l'éclairage naturel par rapport à la situation existante diffèrent fortement **en fonction du contexte local**. L'orientation, la topographie et les gabarits des constructions avoisinantes sont des facteurs importants.

Pour les conditions de rayonnement diffus comme pour les conditions d'ensoleillement direct, les **zones les plus impactées** sont celles qui sont relativement proches du projet et qui possèdent une **vue directe plus ou moins dégagée sur les volumes projetés**. Par conséquent, les espaces publics étant assez amples et considérant la topographie de la vallée du Maelbeek, il est logique que les espaces libres dans le quartier des Squares soient potentiellement les plus impactés. Il est donc particulièrement important de traiter les volumes en bordure Nord du projet, le long de la rue Joseph II, et les masses importantes sur les îlots à l'extrémité Est du site puisque ceux-ci impactent le plus le tissu urbain proche.

Par rapport à l'étude d'impact sur le projet RRUZ initial, il faut tout d'abord noter que **le nombre maximal de tour a été réduit**, mais que leur hauteur moyenne a été légèrement augmentée afin de garantir les densités proposées. Le profil des hauteurs maximales des tours augmente vers l'Ouest, à l'exception d'une tour sur l'îlot B. Il en résulte une atténuation de l'impact sur la plupart des points de contrôle, principalement situés au Nord-Est. En contrepartie, le périmètre d'impact s'étend légèrement sur la partie Ouest.

Pour ce qui est des **bâtiments de grande hauteur**, l'impact est **très variable** suivant les situations. La hauteur d'une tour doit ainsi toujours être mise en relation avec le gabarit des volumes et des espaces avoisinants. D'une manière générale, les constructions en hauteur projettent leur ombrage sur des zones plus éloignées et lissent ainsi leur impact sur une surface plus grande alors qu'une construction de même volume de hauteur moyenne ou basse influence l'éclairage naturel principalement dans une zone environnante immédiate mais d'une manière plus importante. Les tours étant des constructions « ponctuelles » à l'échelle urbaine, l'attention doit aussi être portée sur l'enchaînement des volumes de hauteur moyenne.

Dans le contexte étudié, l'implantation de certaines tours est plus défavorable que d'autres. Par exemple les tours donnant sur l'avenue des Arts, ont un impact beaucoup plus limité sur le contexte urbain que les tours sur l'îlot A à l'Est. La localisation des tours a donc autant d'importance que leur hauteur.

En ce qui concerne la question de la **hauteur et de l'implantation des tours de grande hauteur sur l'îlot B**, il est préférable de limiter les constructions à une seule tour de hauteur exceptionnelle. Des résultats, il est possible de déduire - aussi bien au niveau de la lumière



diffuse que pour l'ensoleillement direct – que l'implantation d'une tour de grande hauteur au droit du volume situé en position la plus à l'est suivant le modèle du RRUZ amendé semble la plus favorable. Il faut par contre considérer que cette implantation peut influencer différemment les performances au niveau de la zone du projet et de l'échelle urbaine.

Enfin il faut aussi remarquer que le **gabarit des bâtiments élevés**, tel que modélisé pour cette étude, est assez massif et représente donc une situation de **densification défavorable**. Les volumétries des **projets de tours réalisés sont habituellement plus élancées** en proportions. En effet pour favoriser l'apport d'éclairage naturel à l'intérieur des bâtiments et profiter des économies d'énergie et du bien-être qui en découle, il convient de limiter au maximum les surfaces trop éloignées des façades et par conséquence de réduire la surface des planchers.



3.4 Etude d'éclairage sur la zone RRUZ

Cette partie de l'étude se focalise sur l'impact du projet sur la qualité de l'éclairage naturel des espaces publics dans la zone du projet RRUZ et les espaces libres attenants.

Alors que l'étude sur le périmètre d'impact s'intéressait principalement aux niveaux absolus de l'éclairage, il importe également d'étudier les variations relatives afin de juger des améliorations et optimisations implémentées. Dans cette partie de l'étude, les résultats sont ainsi systématiquement comparés non seulement à la situation de référence existante (Alternative 0), mais aussi à une situation projetée qui présente une densité comparable (Alternative 1).

L'étude évalue ici l'impact d'un modèle 3D du projet RRUZ amendé, réalisé par l'ADT, dans sa **variante 1.5B** uniquement, c'est-à-dire avec une tour d'une hauteur maximale de 165m en position la plus à l'est sur l'îlot B. Cette configuration est la plus probable et représente la deuxième meilleure option quant à son impact sur l'environnement urbain.

Cependant les autres versions auront des performances plus au moins similaires et leurs variations resteront assez limitées et localisées. En effet, vu que les variantes diffèrent seulement par la hauteur de deux tours et que les constructions les plus proches du sol sont identiques, les différences s'observent principalement sur certaines zones relativement proches au niveau des facteurs de masque du ciel et sur certains espaces plus éloignés au niveau de l'ensoleillement direct mais en période estivale seulement. Il s'agit notamment de la partie haute de la rue Joseph II et des rues transversales au Sud.

Il importe aussi de noter que le degré de précision de l'étude d'impact des variantes proposées est déjà assez poussé par rapport à l'échelle de cette étude. L'ordre de grandeur des variations entre les différentes variantes correspond ainsi à celui des différences de gabarit des volumes réels par rapport aux volumes capables définies pour l'étude. A cette échelle d'intervention, les précisions concernant les dimensions et l'élancement des tours peuvent avoir une influence plus importante sur l'éclairage des espaces publics que leur hauteur totale.

3.4.1 Plans de référence et surfaces de contrôle

Les surfaces de contrôle sont identiques à celles définies pour l'étude de base.

Au total 9 surfaces de contrôle horizontales ont été définies. Trois surfaces de contrôle sont localisées sur la rue de la Loi, quatre surfaces de contrôle distinctes couvrent la rue Joseph II et deux surfaces de contrôle ont été identifiées au droit des espaces libres les plus importants : le Jardin du Maelbeek et le square Frère Orban.

L'altitude de ces surfaces de contrôle a été fixée pour correspondre à l'altitude moyenne du sol dans la zone.



Les surfaces de contrôle sont représentées à la *Figure 31 : Alternative 0 - Surfaces de contrôles pour l'étude* et listées ci-dessous :

- **Surface de contrôle 1** : rue de la Loi entre la rue de Trèves et le Pont sur la chaussée d'Etterbeek (Altitude +5 m)
- **Surface de contrôle 2** : rue de la Loi entre la rue de la Science et la rue de Trèves (Altitude +7 m)
- **Surface de contrôle 3** : rue de la Loi depuis l'Avenue des Arts jusqu'à la rue de la Science (Altitude +12 m)
- **Surface de contrôle 4** : rue Joseph II depuis l'Avenue des Arts jusqu'à la rue du commerce (Altitude +11 m)
- **Surface de contrôle 5** : rue Joseph II entre la rue du Commerce et la rue des deux églises (Altitude +8 m)
- **Surface de contrôle 6** : rue Joseph II entre la rue des deux églises – rue Philippe le Bon (Altitude +2 m)
- **Surface de contrôle 7** : rue Joseph II entre la rue Philippe le Bon – Chaussée d'Etterbeek / Avenue Livingstone (Altitude -4 m)
- **Surface de contrôle 8** : Jardin du Maelbeek (Surface de contrôle 3500 m²) (Altitude -1 m)
- **Surface de contrôle 9** : Square Frère Orban (Surface 8000m²) (Altitude +15m)

L'altitude des surfaces est donnée par rapport à l'origine du modèle informatique.

150 points de contrôle ont été identifiés et distribués relativement uniformément sur ces surfaces. La localisation de ces points de contrôle est reprise à l'Annexe A.

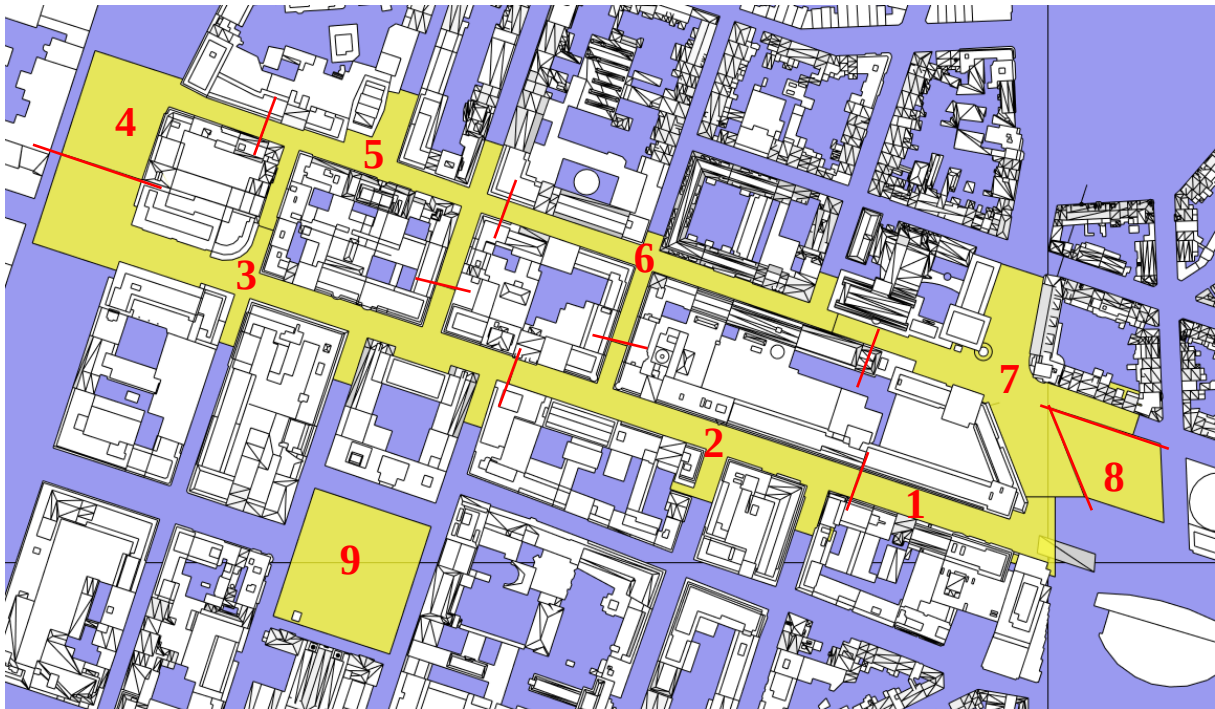


Figure 31 : Alternative 0 - Surfaces de contrôles pour l'étude

3.4.2 Calcul des facteurs de masque du ciel ('Sky View Factors')

Le calcul des facteurs de masque du ciel a pour objet de déterminer les performances en éclairage naturel atteintes en un point d'une configuration géométrique sous conditions de ciel uniforme (diffus).

Les résultats du calcul de facteur de masque du ciel moyen pour chaque section sont listés au *Tableau 6 : Tableau de synthèse des performances (SVF)* par surface de contrôle par rapport à l'alternative 0. Pour le détail des résultats au droit de chaque point de mesure, il est référé vers les tableaux détaillés à l'annexe A.

Les valeurs reprises dans ce tableau sont des moyennes calculées pour l'ensemble des points de contrôle déterminés sur les surfaces de contrôle. Celles-ci représentent donc seulement la performance moyenne sur une zone du projet et des variations importantes sont possibles. Les valeurs moyennes sont comparées aux valeurs obtenues pour l'alternative 0 et l'alternative 1. Ces variations sont exprimées en valeurs absolues du facteur de masque du ciel (SVF).



Surface de contrôle	Alternative 0	Alternative 1	Projet RRUZ	Projet RRUZ vs Alternative 0	Projet RRUZ' v1.5B	Projet RRUZ' v1.5B vs Alternative 0
N°	SVF (%)	SVF (%)	SVF (%)	(%)	SVF (%)	(%)
1	29,59	23,15	23,68	-19,98	32,08	8,42
2	23,41	17,46	20,14	-13,95	24,73	5,64
3	30,18	25,62	27,89	-7,58	30,29	0,36
4	46,08	42,14	45,82	-0,55	42,94	-6,81
5	25,23	21,74	21,59	-15,09	21,37	-15,30
6	24,43	20,04	18,43	-24,56	18,37	-24,81
7	41,26	36,84	31,59	-23,43	35,30	-14,44
8	62,98	58,46	52,53	-16,59	55,36	-12,10
9	61,36	58,29	53,54	-12,74	53,25	-13,22
Moyennes	38,28	33,75	32,80	-14,31	34,85	-8,96

Code	≥ 5,00	0,00 à 5,00	0,00 à -1,00	-1,00 à -5,00	-5,00 à -10,00	> -10,00
------	--------	-------------	--------------	---------------	----------------	----------

Tableau 6 : Tableau de synthèse des performances (SVF) par surface de contrôle par rapport à l'alternative 0

Le projet RRUZ amendé atténue globalement l'impact négatif du projet sur le facteur de masque du ciel (SVF) par rapport à l'alternative 0. L'impact relatif est en moyenne réduit de 14% pour le RRUZ initial à environ 9% pour le projet RRUZ amendé. En valeurs absolues ceci représente, sur les différentes surfaces de contrôle, un gain moyen de 2 unités du facteur de masque du ciel, avec une amélioration significative des performances sur toute la longueur de la rue de la Loi.

Mais l'atténuation de l'influence de volumétries modélisées n'est pas uniforme sur les différentes sections. Les zones les plus impactées par le projet couvrent la partie centrale de la rue Joseph II (surface 5 et 6). L'impact sur la partie basse de la rue Joseph II et la chaussée d'Etterbeek (surface 7) est réduit de façon notable, et ce principalement grâce à l'amélioration des conditions d'éclairage sur la chaussée d'Etterbeek.

Pour le projet RRUZ amendé, une importante amélioration des conditions d'éclairage sous ciel diffus est constatée sur toute la longueur de la rue de la Loi (surfaces 1 à 3) et tout particulièrement pour la partie basse. Par contre au droit de l'Avenue des Arts, les conditions d'éclairage sont moins favorables à cause de la densification plus importante de ces îlots.

La surface de contrôle au droit du square Frère Orban (surface 9) montre que l'impact du RRUZ et du RRUZ amendé est globalement similaire. La surface de contrôle couvrant le Jardin du Maelbeek (surface 8) montre que l'impact des différentes solutions y est important même si, dans le RRUZ amendé, l'impact moyen y est réduit d'environ un tiers grâce à la réorganisation des volumes dans ces zones, principalement sur les îlots A et B.

Il faut noter que par rapport à la situation de référence existante, l'impact global sera toujours négatif puisque le projet prévoit une densification importante du tissu urbain sur le périmètre. Afin de comparer le projet RRUZ par rapport à une situation qui présente des densités de bâti



plus ou moins égales il est intéressant de prendre en compte les variations des valeurs par rapport à l'alternative 1 (Voir Tableau 7 : Tableau de synthèse des performances (SVF) par surface de contrôle par rapport à l'alternative 1

Surface de contrôle	Alternative 0	Alternative 1	Projet RRUZ	Projet RRUZ vs Alternative 1	Projet RRUZ' v1.5B	Projet RRUZ' v1.5B vs Alternative 1
N°	SVF (%)	SVF (%)	SVF (%)	SVF (%)	SVF (%)	(%)
1	29,59	23,15	23,68	2,29	32,08	38,59
2	23,41	17,46	20,14	15,35	24,73	41,63
3	30,18	25,62	27,89	8,86	30,29	18,24
4	46,08	42,14	45,82	8,73	42,94	1,90
5	25,23	21,74	21,59	-0,69	21,37	-1,71
6	24,43	20,04	18,43	-8,03	18,37	-8,32
7	41,26	36,84	31,59	-14,25	35,30	-4,17
8	62,98	58,46	52,53	-10,14	55,36	-5,31
9	61,36	58,29	53,54	-8,15	53,25	-8,64
Moyennes	38,28	33,75	32,80	-2,81	34,85	3,26

Code	≥ 5,00	0,00 à 5,00	0,00 à -1,00	-1,00 à -5,00	-5,00 à -10,00	> -10,00
------	--------	-------------	--------------	---------------	----------------	----------

Tableau 7 : Tableau de synthèse des performances (SVF) par surface de contrôle par rapport à l'alternative 1

Le projet RRUZ amendé améliore globalement les conditions d'éclairage naturel par rapport à l'alternative 1, ce qui n'est pas le cas pour le projet RRUZ de base.

Il importe ici de mentionner que le reprofilage de la rue de la Loi par les règles et hauteurs maximales imposées aux constructions de hauteur moyenne dans la version amendée du RRUZ aura un impact favorable sur toute la rue, tout en limitant l'impact négatif au niveau de la rue Joseph II à des valeurs similaires au projet RRUZ initial.

Les niveaux d'éclairement sous ciel diffus sur la rue de la Loi sont, dans le RRUZ amendé, globalement supérieurs aux niveaux actuels, ce qui permet de s'assurer que les constructions futures permettront d'atteindre des niveaux d'éclairage naturel satisfaisants dans tous les espaces donnant sur cet axe principal du projet.

En ce qui concerne les espaces libres, il convient de remarquer que le Square Frère Orban (surface 9) est impacté mais que cet impact reste acceptable vu la nature et l'orientation de cet espace. Pour un espace vert, l'amélioration de l'ensoleillement direct est peut-être le critère le plus important à condition qu'un niveau d'éclairage diffus minimal soit respecté (par exemple en maintenant un facteur de masque du ciel moyen supérieur à 50%).

Au vu de ces résultats, il est possible d'affirmer que les performances sous ciel diffus dans le RRUZ amendé sont améliorées par rapport au RRUZ initial et que l'impact global est plus réduit.



Note : Pour évaluer l'impact total sur l'éclairage des surfaces de contrôle, il faut aussi considérer les conditions sous rayonnement direct, ce qui est traité dans la suite de ce document.

3.4.3 Calcul des durées d'ensoleillement ('Maximal Sunlight Duration')

Les durées d'ensoleillement sont calculées pour les dates du solstice d'été (21/06), du solstice d'hiver (21/12) et de l'équinoxe de printemps (21/03). Les résultats des calculs sont repris par les moyennes pour les surfaces de contrôle et sont donnés à l'annexe B en détail pour les 150 points de mesure définis.

Les résultats des calculs d'ensoleillement pour chaque section sont listés au Tableau 8 et Tableau 9. Pour le détail des résultats au droit de chaque point de mesure, il est référé vers les tableaux à l'annexe B.

Les valeurs de ce tableau sont des moyennes calculées par surface de contrôle pour l'ensemble des points. Comme pour le critère de facteur de masque du ciel les valeurs obtenues seront comparées aux performances de l'alternative 0 et l'alternative 1 pour, d'une part, permettre la comparaison par rapport à une situation de référence et, d'autre part, permettre la comparaison avec une situation qui présente une densité équivalente.

Les trois dernières colonnes des tableaux 7 et 8 donnent pour les dates définies la variation en minutes de l'ensoleillement direct entre le projet RRUZ amendé et l'alternative 0 d'une part et entre le projet RRUZ amendé et l'alternative 1 d'autre part.

Surface de contrôle	Alternative 0			RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B
	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06
	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)
1	0	940	4820	210	-60	-680
2	120	2000	6720	170	140	-1220
3	1200	4640	12210	0	-340	-1180
4	560	1600	2890	-50	-330	-260
5	40	1320	3780	170	-600	-840
6	0	1130	4620	0	-400	-2380
7	690	3930	7760	20	-900	-1820
8	1040	4210	9240	-170	-1610	-1160
9	450	3330	6080	0	0	-380
				350	-4100	-9920
Total	4100	23100	58120	4450	19000	48200

Tableau 8 : Tableau de synthèse par surface de contrôle par rapport à l'alternative 0 - MSD

En comparaison avec la situation de référence existante il ressort que l'impact varie fortement suivant les surfaces de contrôle. Néanmoins le projet RRUZ amendé limite l'impact négatif du projet pour la plupart des sections et en particulier pour saison d'hiver où une augmentation globale de l'ensoleillement est même observée.



La variation des durées d'ensoleillement maximales représente ainsi une augmentation moyenne d'environ 8% pour la date du 21/12 par rapport à la situation existante, tandis qu'avec le projet RRUZ initial une diminution de l'ordre de 22% était calculée. Pour la mi-saison les durées d'ensoleillement évoluent favorablement d'une diminution de l'ordre de 28% à moins à une réduction de 18 %, et pour l'été une diminution de 17% est notée au lieu de 23% avec le RRUZ initial.

Ceci illustre que le principe de rompre les fronts de bâti continu par des variations modérées des hauteurs permet de favoriser des « percées » dans les volumes ce qui est, malgré une forte densification du bâti dans ce projet, bénéfique pour l'ensoleillement au niveau de l'espace publique pour les périodes où l'altitude solaire est limitée.

Surface de contrôle	Alternative 1			RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B
	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06
	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)
1	0	650	3200	210	230	940
2	160	1240	4410	130	900	1090
3	1010	3510	9830	190	790	1200
4	490	1330	2490	20	-60	140
5	40	780	3010	170	-60	-70
6	0	800	3000	0	-70	-760
7	530	3260	6220	180	-230	-280
8	650	3340	7920	220	-740	160
9	450	3330	5920	0	0	-220
				1120	760	2200
Total	3330	18240	46000	4450	19000	48200

Tableau 9 : Tableau de synthèse par surface de contrôle par rapport à l'alternative 1 - MSD

Par rapport à l'alternative 1 les études démontrent que les durées d'ensoleillement dans le projet RRUZ amendé sont plus élevées sur la majorité des surfaces et pour toutes les saisons.

L'impact global du projet RRUZ amendé présente, en relatif, une amélioration de + 34% en hiver, de + 4% en mi-saison et de + 5% en été par rapport à l'alternative 1. L'augmentation des durées maximales d'ensoleillement direct est surtout importante au niveau de la rue de Loi, ce qui est logique vu que les reculs des constructions et les limitations de hauteurs qui sont imposés au RRUZ induisent un profil de rue beaucoup plus ample et ouvert.

Les seules diminutions marquantes de l'ensoleillement sont à noter pour la partie centrale de la rue Joseph II (surface 6) en été à cause de l'ombrage des tours implantées sur les îlots au nord de la rue de la Loi et pour le Jardin du Maelbeek (surface 8) en mi-saison à cause de l'ombrage en fin de journée des constructions élevées sur la partie Est de l'îlot A.

Néanmoins, globalement, cet impact du projet RRUZ amendé sur le jardin du Maelbeek est à nuancer puisque l'ensoleillement en période d'été et d'hiver augmente légèrement, mais pas dans une mesure où les conditions d'ensoleillement seraient améliorés par rapport à la situation existante.



3.4.4 Synthèse et évaluation du projet RRUZ amendé

Ce paragraphe étudie l'impact du projet RRUZ sur base de zones où les conditions d'exposition sont comparables et donc où l'impact est similaire. Pour ce faire une sélection de points de contrôle est faite pour définir des zones d'impact. Les zones d'impact regroupent plusieurs points et peuvent chevaucher plusieurs surfaces de contrôle.

Ainsi, il est par exemple intéressant de distinguer, pour la rue de la Loi, l'impact sur la face Nord et la face Sud des façades de la rue ou d'étudier les effets sur les rues transversales.

Les zones d'impacts déterminées rassemblent les points de contrôle suivants :

- Jardin du Maelbeek : 101 à 113
- Square Frère Orban : 187 à 195
- rue de la Loi - Front Nord : 115, 117, 119, 121, 123, 129, 131, 133, 135, 137, 139, 141, 143, 145, 153, 155, 159, 161, 163, 165, 167 et 169
- rue de la Loi - Front Sud : 116, 118, 120, 122, 124, 128, 130, 132, 134, 136, 138, 140, 142, 144, 152, 154, 156, 158, 160, 162, 164, 166 et 168
- rues transversales Sud : 146, 148, 178, 180 et 182
- rues transversales Nord : 147, 179, 181, 211, 212, 215, 216, 230, 231 et 232
- Chaussée d'Etterbeek : 241 à 246
- Rue Joseph II : 204 à 210, 220, 221 et 222
- Rue Joseph II – bas (à partir du croisement avec la rue de Spa vers l'Avenue Livingstone) : 223 à 228, 235, 237, 238 et 239
- Avenue des Arts : 174 à 177, 183 à 186 et 196 à 200

Le résultat de ce regroupement des données est présenté au Tableau 10 et au Tableau 11.

Dans ces tableaux, les zones sont classées en fonction de l'importance de leur impact. Les zones les plus impactées sont notées en haut du tableau. Inversement, les zones en bas du tableau sont les zones les moins impactées au niveau de l'éclairage naturel. L'impact total sur une zone du projet est une pondération de l'impact sous ciel diffus et sous ciel clair qui peut varier suivant le type d'espace. L'interprétation des résultats est donnée dans les conclusions.



Localisation	Lumière diffuse - SVF (%)					Soleil direct - MSD (min)		
	Δ (%)	Δ	Exist.	RRUZ v1.5B		21/12	21/03	21/06
Rue Joseph II (bas)	-26.76%	-6.7	 25.0	 18.3		0	-45	-248
Rues transversales Nord	-20.83%	-3.8	 18.0	 14.3		-6	-44	-136
Rue Joseph II (haut)	-14.87%	-3.9	 26.5	 22.6		6	-32	-97
Jardin Maelbeek	-12.13%	-7.6	 63.0	 55.4		-13	-123	-90
Rue Jacques de Lalaing	-25.32%	-7.4	 29.3	 21.9		0	-10	-57
Chaussée d'Etterbeek	-8.88%	-4.9	 54.7	 49.8		7	-42	-33
Avenue des Arts	-6.00%	-3.2	 54.0	 50.8		-11	-57	-39
Square Frère Orban	-13.27%	-8.2	 61.4	 53.3		0	0	-42
Rue de la Loi – Face Nord	5.56%	1.4	 25.0	 26.4		11	-24	-176
Rues transversales Sud	11.71%	2.1	 18.1	 20.2		8	-2	-14
Rue de la Loi – Face Sud	1.20%	0.3	 25.0	 25.3		4	25	42

Tableau 10 : Projet RRUZ amendé - Tableau de synthèse des résultats par rapport à l'alternative 0



Localisation	Lumière diffuse - SVF (%)					Soleil direct - MSD (min)		
	Δ (%)	Δ	Altern. 1	RRUZ v1.5B		21/12	21/03	21/06
Rue Joseph II (bas)	-13.84%	-2.9	 21.3	 18.3		0	-23	-89
Square Frère Orban	-8.65%	-5.0	 58.3	 53.3		0	0	-24
Jardin Maelbeek	-5.30%	-3.1	 58.5	 55.4		17	-57	12
Rues transversales Nord	-0.63%	-0.1	 14.3	 14.3		2	-2	-30
Rue Jacques de Lalaing	-1.57%	-0.4	 22.2	 21.9		0	-7	-20
Rue Joseph II (haut)	0.27%	0.1	 22.5	 22.6		6	-10	17
Chaussée d'Etterbeek	1.18%	0.6	 49.3	 49.8		27	8	35
Avenue des Arts	3.34%	1.6	 49.1	 50.8		8	6	15
Rues transversales Sud	45.57%	6.3	 13.9	 20.2		0	12	8
Rue de la Loi – Face Nord	32.68%	6.5	 19.9	 26.4		11	27	24
Rue de la Loi – Face Sud	33.16%	6.3	 19.0	 25.3		5	35	80

Tableau 11 : Projet RRUZ amendé - Tableau de synthèse des résultats par rapport à l'alternative 1



4 Conclusions

4.1 Conclusion générales

Cette étude évalue l'éclairage naturel à l'échelle urbaine de différentes volumétries d'un projet de développement urbain autour de la rue de la Loi à Bruxelles. Un projet de règlement urbanistique initial a fait l'objet d'une étude d'impact de base (DE 636x040) débouchant sur une série de recommandations.

La présente étude traite le projet de RRUZ amendé qui a été soumis à une évaluation suivant les mêmes critères que l'étude de base. La présente étude envisage ainsi la détermination de l'impact sur son contexte urbain plus lointain de 4 variantes d'un projet amendé intégrant toutes la plupart des recommandations formulées par l'étude d'impact initiale mais se distinguant par le gabarit maximum des 2 tours envisagées au droit de l'îlot B.

L'étude traite ainsi des performances de cette nouvelle proposition de règlement et vise à confirmer l'efficacité des modifications apportées au projet de RRUZ en faisant, en particulier, la comparaison avec les conditions d'éclairage pour le projet RRUZ initial.

Comme pour l'étude de base, les modèles étudiés représentent une interprétation possible poussée à une densification maximale conformément aux dispositions du nouveau règlement proposé.

Sur base de l'étude d'éclairage il est possible d'extraire les conclusions suivantes :

1. La **zone d'influence** du RRUZ amendé couvre, quelle que soit la variante, une zone d'un rayon d'environ 500 m autour du périmètre du projet RRUZ et comprend une grande partie du Quartier Léopold et du Quartier des Squares et ce, jusqu'aux squares Palmerston et Ambiorix.
2. La **zone d'impact** du projet RRUZ amendé s'étend principalement sur les quartiers résidentiels au Nord-Est du site. De par son orientation, de sa topographie et du gabarit et de ses espaces publics, cette zone est celle qui voit son éclairage naturel le plus impacté. Il est possible de délimiter, pour la variante 1.5B, la zone d'impact du RRUZ au Nord comme s'étendant approximativement jusqu'au tiers Sud du square Marie-Louise et comprenant les sections les plus proches de la rue Marie-Thérèse, de la rue des deux Eglises, de la rue de Spa et de la rue Philippe le Bon. A l'Est, elle s'étend jusqu'au Boulevard Charlemagne et inclut principalement la rue Charles Martel.
3. L'étude exprime l'impact moyen sur l'éclairage naturel à l'échelle urbaine, mais des **variations importantes existent au sein de zones restreintes**, en particulier en ce qui concerne les effets sur l'ensoleillement direct. C'est pourquoi il est important de considérer le contexte local en détail pour une étude à l'échelle d'un projet.
Il serait ainsi judicieux, lors des demandes de permis sur le périmètre du RRUZ de **systématiquement réaliser une étude d'impact sur l'éclairage naturel des espaces publics adjacents et les constructions voisines.**



Cette étude devrait prendre en compte l'éclairage naturel diffus (conditions de ciel couvert), le rayonnement solaire direct (ciel clair avec soleil) et, en complément, les effets de réflexion sur les façades du projet.

4. Le **projet RRUZ amendé améliore globalement les conditions d'éclairage naturel** par rapport à une alternative où la densification uniforme des îlots est réalisée suivant les règles urbanistiques actuellement en vigueur (Alternative 1), ce qui n'est pas le cas pour le projet RRUZ de base. Par rapport à la situation existante (Alternative 0) l'impact a été réduit pour les principales zones du projet et l'éclairage est même globalement amélioré sur l'ensemble de la rue de la Loi et les rues transversales Sud.
5. Les **espaces libres existants** subissent un impact parfois important avec le projet de base du RRUZ. Mais cet impact a, dans la mesure du possible, été atténué par les modifications réalisées dans le RRUZ amendé. Afin de garantir la qualité des espaces libres existants, celui-ci prévoit un recul suffisant du bâti et/ou une limitation des hauteurs des volumes implantés en bordure des espaces libres les plus importants. Ces espaces libres sont précieux dans un contexte urbain dense et une attention particulière devrait y être portée pour y éviter une influence trop négative de toutes les constructions futures.
6. Les **nouveaux espaces libres** dégagés sur les îlots devraient bénéficier de suffisamment d'éclairage naturel. La disposition des « Pocket-Park » comme proposé dans le projet RRUZ initial a été complètement revue puisqu'ils étaient trop morcelés, souvent enclavés, mal orientés et trop petits pour être valorisés comme des espaces confortables. La modélisation pour le règlement RRUZ amendé tente de regrouper au maximum les espaces libres et propose de les concentrer le long de la rue de la Loi afin de dégager d'avantage les perspectives. L'étude complémentaire démontre notamment que l'implantation d'espaces libres aux croisements entre les rues transversales et la rue de la Loi favorise grandement les conditions d'éclairage aussi bien sur la rue de la Loi que pour les rues transversales. Au niveau global les zones les plus favorables pour l'implantation d'espaces libres de plus grandes dimensions sont situées aux extrémités de la section de la rue de Loi concernée par le projet, c'est-à-dire en raccord avec des espaces libres existants.
7. Le projet de RRUZ initial permettait un front bâti continu d'une hauteur relativement élevée par rapport à la largeur des rues, ce qui est particulièrement défavorable pour l'éclairage naturel. Pour les **constructions de hauteur moyennes**, le projet RRUZ amendé propose de limiter les hauteurs par rapport à la version initiale et privilégie la dynamique des hauteurs en y favorisant des ruptures et ouvertures. L'impact positif de cette mesure se fait remarquer en particulier sur la rue de la Loi.
8. L'étude d'impact du RRUZ de base concluait que globalement les **constructions en hauteur** influencent relativement peu l'éclairage naturel dans la zone d'impact, mais que cette influence diffère fortement d'une zone à l'autre et donc que la localisation et la volumétrie des tours ont autant d'importance que leur hauteur totale. Afin de réduire l'impact des tours dans le projet RRUZ amendé, d'une part, le nombre de tours a été réduit et, d'autre part, leur implantation dans l'axe des rues adjacentes à la zone du projet et plus particulièrement au niveau des rues transversales au Nord de la rue de la Loi a été évitée. Un autre facteur a aussi une influence positive notable, c'est la



limitation des surfaces construites par niveau et les contraintes sur la profondeur des planchers qui sont introduites dans le règlement amendé. Ceci permet non seulement d'améliorer la pénétration de l'éclairage naturel dans les bâtiments mais surtout d'atténuer l'impact sur les zones avoisinantes.

L'étude démontre par ailleurs qu'il n'y a pas de variation significative de l'impact sur l'éclairage naturel pour les variantes du projet RRUZ amendé qui modifient la hauteur maximale des constructions de grande hauteur sur l'îlot B.

9. Le projet de RRUZ facilite déjà l'implantation des **passages** dans le prolongement des rues transversales pour libérer la perspective en bout de rue et améliorer ainsi l'éclairage diffus dans les zones attenantes. Il s'agit ici principalement des passages dans le prolongement de la rue Marie-Thérèse et de la rue Philippe le Bon au Nord du site qui ne rejoignent pas la rue de la Loi. En complément le projet RRUZ amendé propose de coupler, où c'est possible, ces passages avec des espaces libres et limite l'implantation des tours à leur aplomb. Au niveau de l'éclairage naturel, ceci est intéressant pour réduire l'effet « corridor » que procure ce type d'espaces. D'autre part d'une manière générale pour les passages et les espaces libres, les surplombs par des constructions devraient être limités.



4.2 Conclusions particulières

Au sein même du périmètre et plus particulièrement pour les espaces publics, des conclusions particulières complémentaires s'imposent pour chaque zone.

1. **Rue de la Loi** : Considérant la forte densification de la rue, l'impact du projet RRUZ amendé est globalement favorable au niveau éclairage naturel. Par rapport à la situation existante de référence, une augmentation modérée de l'éclairage diffus (5%) est à noter pour la face Nord et une faible amélioration (1%) est à noter pour la face Sud. Même si l'ensoleillement direct est fortement réduit en période estivale sur la face Nord (-3h d'ensoleillement en moyenne), l'influence globale reste positive puisque les conditions sous ciel diffus sont prépondérantes. Il faut en outre remarquer qu'une réduction de l'ensoleillement (uniquement en été) peut être favorable en vue des problèmes d'éblouissement et de surchauffe qui affectent en particulier les immeubles de bureaux. La face Sud voit une augmentation de son ensoleillement tout au long de l'année et ce en début de journée.
2. **Chaussée d'Etterbeek** : Vu l'orientation et la position de cette voirie par rapport au projet RRUZ de base ainsi que l'impact qui en découle, un travail important a été réalisé lors de la révision du règlement. La forte diminution de l'éclairage diffus et de l'ensoleillement observée lors de l'étude d'impact sur le RRUZ initial est atténuée pour toutes les saisons. L'éclairage sous ciel diffus n'est maintenant réduit que de 9% en moyenne par rapport à la situation existante au lieu de 21% initialement. Les niveaux absolus sont tels que cet espace conserve les qualités d'un lieu dégagé. La réduction des durées d'ensoleillement y est d'environ 30 min en été et un peu plus de 40 min en mi-saison par rapport à la situation existante.
3. **Jardin Maelbeek** : L'espace libre du jardin de la vallée du Maelbeek subit une réduction de l'apport de lumière diffuse due au projet RRUZ amendé de l'ordre de 12% au lieu d'une réduction d'environ 17% dans la version non amendée. Une réduction de l'ensoleillement est observée pour la majeure partie de l'année. La diminution moyenne de l'ensoleillement est de l'ordre de 2h en mi-saison et de 1h30 pour la période d'été. L'effet d'ombrage reste donc assez important en mi-saison, mais est fortement réduit en été. L'impact global très défavorable du projet RRUZ initial sur le Jardin du Maelbeek a été limité grâce aux améliorations apportées dans le projet de règlement amendé. En particulier, par l'introduction d'une zone de recul des constructions sur l'îlot B en face du jardin qui permet de maintenir des conditions d'éclairage acceptables pour cet espace vert. Par ailleurs, l'espace libre ainsi dégagé offre la possibilité d'aménager un accès direct entre la chaussée d'Etterbeek et la rue de la Loi ainsi qu'un désenclavement de l'entrée du métro qui s'y trouve.
4. **Square Frère Orban** : Le Square frère Orban subit une réduction de l'éclairage diffus principalement due à la densification des constructions sur les îlots du projet. A cause des effets de masque des constructions envisagées par le projet RRUZ, l'éclairage sous conditions de ciel diffus se réduit d'environ 14% par rapport à la situation existante, ce qui est équivalent à l'impact du RRUZ initial sur cet espace. Vu son orientation, l'ensoleillement direct sur le Square Orban n'est impacté qu'en été en tout début et en fin de journée.



5. **Rues transversales :** Actuellement, dans la situation existante et en toutes saisons, les niveaux d'éclairement sont faibles et l'ensoleillement direct quasi nul pour les rues transversales. Le projet RRUZ amendé induit une réduction supplémentaire de l'éclairement sous ciel diffus d'environ 21% pour les rues transversales au Nord, mais améliore de près de 7% les conditions d'éclairage naturel des rues transversales au Sud de la rue de la Loi. Cette amélioration des conditions d'éclairage diffus pour les rues transversales Sud est très importante pour rendre viable ces espaces, et plus particulièrement les bureaux, qui y sont implantés. Pour les rues transversales Nord et même si l'impact est atténué par rapport au RRUZ initial, les bâtiments qui bordent exclusivement ces rues ne pourront probablement pas recevoir un éclairage naturel satisfaisant. De plus, il est à noter que ces zones subissent une réduction des durées d'ensoleillement direct sur toute l'année.
6. **Rue Joseph II :** Les conditions d'éclairage restent stables entre le RRUZ initial et le RRUZ amendé pour cette zone. L'impact du projet reste plus fortement marqué sur la section basse de la rue (depuis le croisement avec la rue de Spa vers l'Avenue de Livingstone) et est plus modéré sur le reste de la rue. Malgré la densification plus importante des îlots sur le périmètre Nord de la zone RRUZ dans le projet amendé, l'impact moyen se maintient à une réduction des éclairages d'environ 15% sur la partie haute et à 30% sur la partie basse de la rue en éclairage diffus. Pour l'ensemble de la rue, la réduction la plus importante de l'ensoleillement se fait en été.
7. **Avenue des Arts :** L'impact du projet RRUZ reste assez modéré sur cette zone même si une forte densification est proposée à cet endroit. La réduction de l'éclairage sous ciel diffus est de l'ordre de 6% par rapport à la situation existante, mais vu les dégagements induits par la largeur de cette voirie, les niveaux d'éclairages absolus restent importants. L'influence du projet se marque principalement sur l'ensoleillement direct. Les réductions des durées d'ensoleillement relatives sont limitées en toute saison mais ce qui importe plus particulièrement pour cette zone ce sont les périodes d'ensoleillement des espaces libres. En fonction des activités qu'elles abriteront il serait intéressant d'étudier plus en détail les périodes d'ombrages pour affiner le positionnement des volumes.
8. **Rue Jacques de Lalaing :** L'impact du projet RRUZ amendé, comme pour le projet initial, est plus important pour l'éclairage naturel sous ciel diffus que pour l'ensoleillement direct en raison de sa localisation. En effet même si son orientation au Sud de la rue de la Loi est favorable, l'ensoleillement direct au niveau de l'espace public est déjà limité par le gabarit étroit de la rue. L'apport de lumière diffuse y est réduit d'environ 25% par rapport à la situation existante.



5 Liste des figures

Figure 1 : Plan général et nomenclature des îlots.....	6
Figure 2 : Fréquence et types de ciel par saison à Bruxelles	7
Figure 3 : Projet RRUZ amendé (variante 2) - Ombrages - 21/12 - 12h.....	10
Figure 4 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/12 - 12h	10
Figure 5 : Projet RRUZ amendé (variante 2) - Ombrages - 21/12 - 15h.....	11
Figure 6 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/12 - 15h	11
Figure 7 : Projet RRUZ amendé (variante 2) - Ombrages - 21/03 - 9h.....	12
Figure 8 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/03 - 9h	12
Figure 9 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/03 - 12h	13
Figure 10 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/03 - 12h	13
Figure 11 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/03 - 15h	14
Figure 12 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/03 - 15h	14
Figure 13 : Projet RRUZ amendé (variante 1.5B) - Ombrages - 21/06 - 9h	15
Figure 14 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/06 - 9h	15
Figure 15 : Projet RRUZ amendé (variante 2) - Ombrages - 21/06 - 12h.....	16
Figure 16 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/06 - 12h	16
Figure 17 : Projet RRUZ amendé (variante 2) - Ombrages - 21/06 - 15h.....	17
Figure 18 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/06 - 15h	17
Figure 19 : Projet RRUZ amendé (variante 2) - Ombrages - 21/06 - 18h.....	18
Figure 20 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/06 - 18h	18
Figure 21 : Projet RRUZ amendé (variante 2) - Ombrages - 21/09 - 9h.....	19
Figure 22 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/09 - 9h	19
Figure 23 : Projet RRUZ amendé (variante 2) - Ombrages - 21/09 - 12h.....	20
Figure 24 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/09 - 12h	20
Figure 25 : Projet RRUZ amendé (variante 2) - Ombrages - 21/09 - 15h.....	21
Figure 26 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/09 - 15h	21
Figure 27 : Projet RRUZ amendé (variante 2) - Ombrages - 21/09 - 18h.....	22
Figure 28 : Projet RRUZ - Ombrages - 21/09 - 18h	22
Figure 29 : Visualisation sur la carte de la localisation des points de contrôle.....	24
Figure 30 : Durées d'ensoleillement cumulées pour les 23 points de référence pour les différentes configurations.....	33
Figure 31 : Alternative 0 - Surfaces de contrôles pour l'étude	38
Figure 32 : Projet RRUZ - Localisation des points de contrôle	54



6 Liste des tableaux

Tableau 1 : Description de la localisation des points de contrôle pour la détermination du périmètre d'impact.....	24
Tableau 2 : Variation des facteurs de masque du ciel (SVF) pour les points 20 à 42	25
Tableau 3 : Durée d'ensoleillement maximal au 21/03 et variations absolues en minutes pour les points 20 à 42.....	28
Tableau 4 : Durée d'ensoleillement maximale au 21/12 et variations absolues en minutes pour les points 20 à 42.....	30
Tableau 5 : Durée d'ensoleillement maximale au 21/06 et variations absolues en minutes pour les points 20 à 42.....	32
Tableau 6 : Tableau de synthèse des performances (SVF) par surface de contrôle par rapport à l'alternative 0.....	39
Tableau 7 : Tableau de synthèse des performances (SVF) par surface de contrôle par rapport à l'alternative 1.....	40
Tableau 9 : Tableau de synthèse par surface de contrôle par rapport à l'alternative 1 - MSD.....	42
Tableau 10 : Projet RRUZ amendé - Tableau de synthèse des résultats par rapport à l'alternative 0.....	44
Tableau 11 : Projet RRUZ amendé - Tableau de synthèse des résultats par rapport à l'alternative 1.....	45
Tableau 12 : SVF pour la surface de contrôle 1.....	55
Tableau 13 : SVF pour la surface de contrôle 2.....	56
Tableau 14 : SVF pour la surface de contrôle 3.....	57
Tableau 15 : SVF pour la surface de contrôle 4.....	58
Tableau 16 : SVF pour la surface de contrôle 5.....	59
Tableau 17 : SVF pour la surface de contrôle 6.....	60
Tableau 18 : SVF pour la surface de contrôle 7.....	61
Tableau 19 : SVF pour la surface de contrôle 8.....	62
Tableau 20 : SVF pour la surface de contrôle 9.....	62
Tableau 21 : MSD pour la surface de contrôle 1.....	64
Tableau 22 : MSD pour la surface de contrôle 2.....	65
Tableau 23 : MSD pour la surface de contrôle 3.....	66
Tableau 24 : MSD pour la surface de contrôle 4.....	67
Tableau 25 : MSD pour la surface de contrôle 5.....	68
Tableau 26 : MSD pour la surface de contrôle 6.....	69
Tableau 27 : MSD pour la surface de contrôle 7.....	70
Tableau 28 : MSD pour la surface de contrôle 8.....	71
Tableau 29 : MSD pour la surface de contrôle 9.....	71



7 Annexes

7.1 Annexe A - Résultats calculs SVF

L'annexe A présente les valeurs de facteur de masque du ciel - ou *Sky View Factor* (SVF) - calculées pour chaque point et regroupées par section de la surface de contrôle.

Certains points de contrôle ne sont déterminés que pour la situation du projet RRUZ. Ces points sont situés au droit des principaux espaces publics dégagés sur l'espace privé par rapport à la situation existante. Ils concernent notamment les 'Pocket Parks' tels que proposés dans le projet de l'atelier ACDP.

Afin de repérer les points où le facteur de masque du ciel est le plus défavorable, les valeurs de SVF inférieur à 20 sont marquées en gras et les valeurs comprises entre 20 et 30 sont marquées en rouge.

Les variations relatives des valeurs entre le projet RRUZ amendé et le projet RRUZ initial sont notées dans la dernière colonne. Un code couleur est utilisé pour faciliter la lecture des variations. Toutes les valeurs où la situation projetée dans le cas du RRUZ amendé améliore les conditions d'éclairage naturel sous ciel diffus sont marquées en vert.

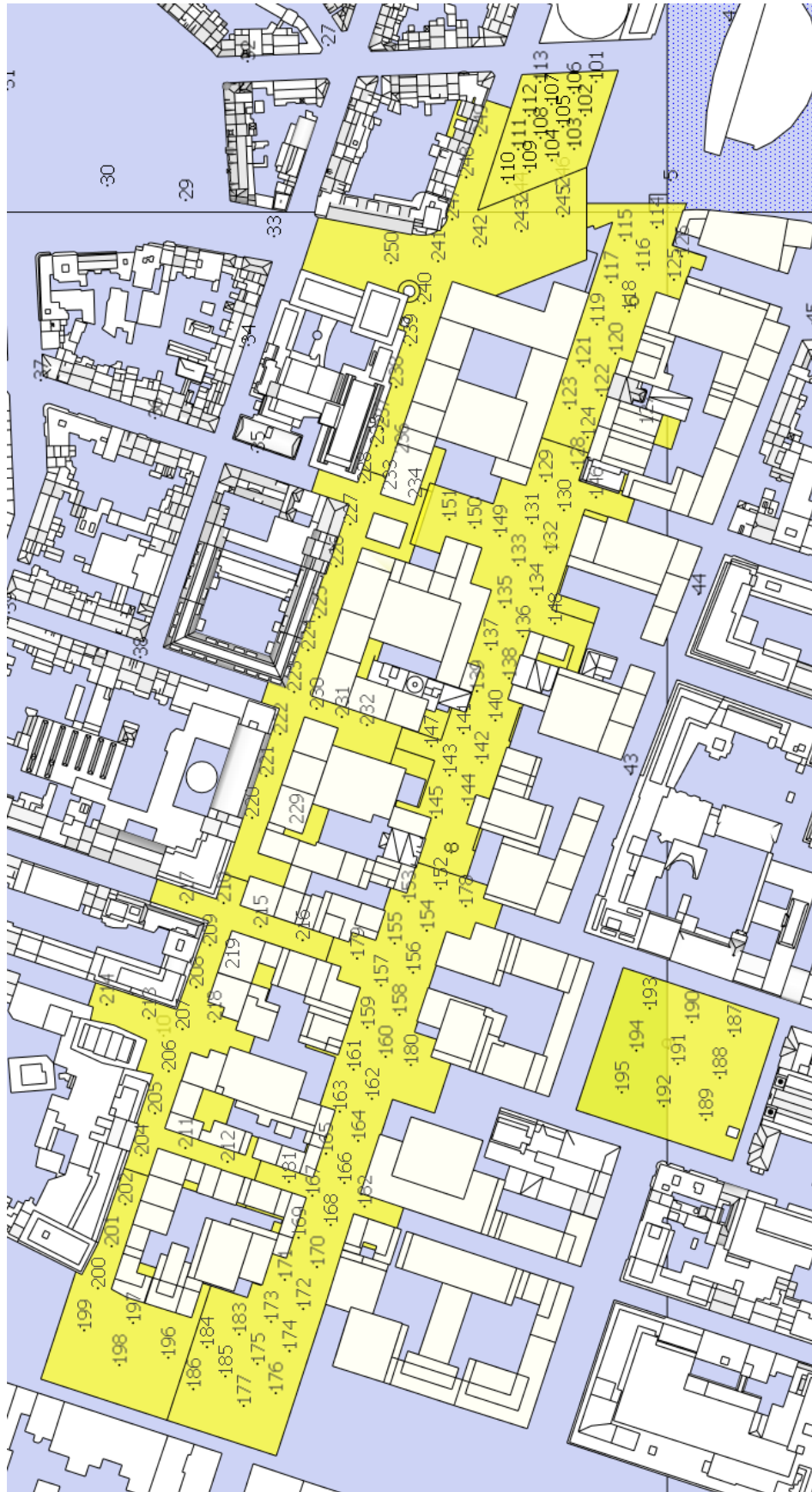


Figure 32 : Projet RRUZ - Localisation des points de contrôle



7.1.1 Surface de contrôle 1 - Rue de la Loi

Point de contrôle	Alternative 0	Alternative 1	Projet RRUZ	Projet RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B vs RRUZ
N°	SVF (%)	SVF (%)	SVF (%)	SVF (%)	(%)
114	44,66	37,52	37,31	48,38	29.67
115	52,08	41,86	31,23	53,10	70.03
116	32,09	28,52	23,01	41,29	79.44
117	24,37	18,53	20,44	43,11	110.91
118	25,39	20,10	20,34	33,69	65.63
119	24,79	17,90	20,82	29,67	42.51
120	24,24	18,19	19,47	24,13	23.93
121	24,64	19,05	21,88	21,78	-0.46
122	24,76	17,26	21,90	19,36	-11.60
123	24,11	18,13	24,03	20,25	-15.73
124	24,36	17,54	20,03	18,09	-9.69
Moyennes	29,59	23,15	23,68	32,08	35,47

125	-	-	15.67	26,77	70.84
126	-	-	12.62	33,17	162.84
127	-	-	13.96	-	-

Code	≥ 0,00	0,00 à -1,00	-1,00 à -5,00	-5,00 à -10,00	> -10,00
------	--------	--------------	---------------	----------------	----------

Tableau 12 : SVF pour la surface de contrôle 1



7.1.2 Surface de contrôle 2 - Rue de la Loi

Point de contrôle	Alternative 0	Alternative 1	Projet RRUZ	Projet RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B vs RRUZ
N°	SVF (%)	SVF (%)	SVF (%)	SVF (%)	(%)
128	25,72	17,91	16,75	19,78	18.09
129	28,32	22,20	23,80	27,40	15.13
130	27,78	19,33	23,79	31,97	34.38
131	24,63	19,42	28,06	34,73	23.77
132	24,62	17,36	22,67	32,70	44.24
133	24,26	19,00	26,68	35,51	33.10
134	24,44	17,48	24,00	32,12	33.83
135	28,50	23,17	23,79	27,52	15.68
136	24,47	17,06	19,29	17,42	-9.69
137	24,08	17,93	19,33	19,22	-0.57
138	23,17	16,34	18,03	16,90	-6.27
139	22,48	16,77	20,09	20,64	2.74
140	22,67	16,18	20,76	24,04	15.80
141	21,12	16,49	20,67	26,02	25.88
142	25,50	20,06	20,84	23,94	14.88
143	20,42	16,48	19,16	24,32	26.93
144	21,76	16,02	18,29	21,55	17.82
145	19,14	16,14	18,98	19,07	0.47
146	20,44	13,20	12,47	17,31	38.81
147	16,55	11,76	9,39	21,66	130.67
148	21,49	16,36	16,13	25,49	58.03
Moyennes	23,41	17,46	20,14	24,73	22,78
149	-	-	27,89	33,00	18.32
150	-	-	28,26	30,81	9.02
151	-	-	27,96	30,25	8.19

Code	≥ 0,00	0,00 à -1,00	-1,00 à -5,00	-5,00 à -10,00	> -10,00
------	--------	--------------	---------------	----------------	----------

Tableau 13 : SVF pour la surface de contrôle 2



7.1.3 Surface de contrôle 3 - Rue de la Loi- Avenue des Arts

Point de contrôle	Alternative 0	Alternative 1	Projet RRUZ	Projet RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B vs RRUZ
N°	SVF (%)	SVF (%)	(% Abs)	SVF (%)	(%)
152	30,06	24,92	24,18	26,56	9.84
153	23,38	19,79	23,09	23,01	-0.35
154	23,54	17,91	20,48	23,27	13.62
155	20,60	17,78	19,97	24,07	20.53
156	28,15	23,38	23,39	27,15	16.08
157	21,16	17,91	21,57	24,85	15.21
158	22,97	18,09	21,11	24,22	14.73
159	22,02	19,08	23,42	23,42	0.00
160	29,40	24,56	25,73	25,86	0.51
161	23,03	18,70	22,55	25,09	11.26
162	21,37	15,81	21,88	27,37	25.09
163	21,85	17,60	21,12	22,18	5.02
164	22,58	16,19	21,95	23,67	7.84
165	23,25	18,19	22,70	17,19	-24.27
166	23,89	18,26	23,27	23,83	2.41
167	33,01	26,08	25,37	24,32	-4.14
168	23,10	18,59	21,77	22,94	5.37
169	23,94	19,18	23,58	20,42	-13.40
170	22,66	18,29	25,57	28,53	11.58
171	23,40	19,63	24,12	31,89	32.21
172	25,30	21,52	26,81	36,70	36.89
173	32,28	29,27	33,83	43,07	27.31
174	49,67	46,30	47,65	48,82	2.46
175	56,52	51,49	53,05	52,56	-0.92
176	59,97	53,71	55,06	53,60	-2.65
177	60,04	53,21	53,84	52,78	-1.97
178	16,55	13,28	11,61	21,91	88.72
179	18,14	13,86	11,56	17,27	49.39
180	16,52	13,92	13,61	25,03	83.91
181	19,98	14,58	12,54	9,92	-20.89
182	15,38	12,71	11,65	11,37	-2.40
183	39,53	38,46	38,43	47,02	22.35
184	50,10	45,17	46,74	48,35	3.44
185	57,14	50,19	52,40	51,97	-0.82
186	55,69	48,99	50,50	49,91	-1.17
Moyennes	30,18	25,62	27,89	30,29	8,61
Code couleur	≥ 0,00	0,00 à -1,00	-1,00 à -5,00	-5,00 à -10,00	> -10,00

Tableau 14 : SVF pour la surface de contrôle 3



7.1.4 Surface de contrôle 4 - Avenue des Arts - Rue Joseph II

Point de contrôle	Alternative 0	Alternative 1	Projet RRUZ	Projet RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B vs RRUZ
N°	SVF (%)	SVF (%)	(% Abs)	SVF (%)	(%)
196	54,43	48,03	51,14	49.83	-2.56
197	50,89	46,98	51,34	47.84	-6.82
198	56,19	50,47	53,03	50.85	-4.11
199	60,79	56,66	58,41	56.64	-3.03
200	50,56	48,96	51,48	49.76	-3.34
201	24,66	22,10	27,24	23.03	-15.46
202	25,01	21,79	28,10	22.64	-19.43
Moyennes	46,08	42,14	45,82	42,94	-6,28

203	-	-	25,39	-	-
-----	---	---	-------	---	---

Code couleur	≥ 0,00	0,00 à -1,00	-1,00 à -5,00	-5,00 à -10,00	> -10,00
--------------	--------	--------------	---------------	----------------	----------

Tableau 15 : SVF pour la surface de contrôle 4



7.1.5 Surface de contrôle 5 - Rue Joseph II

Point de contrôle	Alternative 0	Alternative 1	Projet RRUZ	Projet RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B vs RRUZ
N°	SVF (%)	SVF (%)	(% Abs)	SVF (%)	(%)
204	24,55	20,97	23,01	20.13	-12.52
205	25,24	22,19	23,33	20.49	-12.17
206	27,73	25,39	27,01	25.92	-4.04
207	32,19	29,22	31,26	33.57	7.39
208	24,08	20,46	22,24	21.00	-5.58
209	25,16	21,45	21,66	21.63	-0.14
210	38,86	33,93	31,02	32.35	4.29
211	16,88	12,89	13,11	11.44	-12.74
212	15,30	11,55	12,61	9.37	-25.69
213	28,46	24,01	22,15	24.31	9.75
214	25,40	23,11	21,43	22.80	6.39
215	23,18	19,16	18,00	17.87	-0.72
216	19,81	15,38	12,65	13.39	5.85
217	26,41	24,61	22,71	24.86	9.47
Moyennes	25,23	21,74	21,59	21,37	-1,01
218	-	-	16.56	20.88	26.09
219	-	-	10.23	-	-
Code couleur	≥ 0,00	0,00 à -1,00	-1,00 à -5,00	-5,00 à -10,00	> -10,00

Tableau 16 : SVF pour la surface de contrôle 5



7.1.6 Surface de contrôle 6 - Rue Joseph II

Point de contrôle	Alternative 0	Alternative 1	Projet RRUZ	Projet RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B vs RRUZ
N°	SVF (%)	SVF (%)	(% Abs)	SVF (%)	(%)
220	21.55	16.64	17.20	16.38	-4.77
221	22.43	16.69	16.70	16.72	0.12
222	23.00	18.05	17.91	17.43	-2.68
223	33.95	28.80	25.89	26.01	0.46
224	24.10	19.39	17.77	18.33	3.15
225	24.34	19.99	18.03	19.81	9.87
226	27.11	24.29	20.02	20.46	2.20
227	26.99	24.09	21.63	18.87	-12.76
228	32.15	28.31	26.90	24.90	-7.43
230	22.24	18.53	16.95	17.70	4.42
231	18.32	13.23	12.43	11.86	-4.59
232	16.97	12.50	9.73	12.02	23.54
Moyennes	24,43	20,04	18,43	18,37	-0,30
229	-	-	11.70	-	-
233	-	-	38.02	-	-
234	-	-	36.80	-	-

Code couleur	≥ 0,00	0,00 à -1,00	-1,00 à -5,00	-5,00 à -10,00	> -10,00
--------------	--------	--------------	---------------	----------------	----------

Tableau 17 : SVF pour la surface de contrôle 6



7.1.7 Surface de contrôle 7 - Rue Joseph II

Point de contrôle	Alternative 0	Alternative 1	Projet RRUZ	Projet RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B vs RRUZ
N°	SVF (%)	SVF (%)	(% Abs)	SVF (%)	(%)
235	20,65	17,27	15,58	14,02	-10,01
237	22,28	18,41	14,28	14,61	2,31
238	26,32	22,06	14,68	14,87	1,29
239	39,03	36,12	17,38	18,89	8,69
240	49,18	44,95	29,61	29,93	1,08
241	52,02	47,14	40,06	43,38	8,29
242	52,89	47,19	40,85	44,87	9,84
243	58,38	52,66	41,21	50,60	22,79
244	55,33	49,61	46,96	52,77	12,37
245	60,25	54,00	41,58	52,40	26,02
246	38,22	33,38	47,20	55,00	16,53
247	39,36	35,61	27,58	31,67	14,83
248	41,59	37,43	29,71	34,45	15,95
249	42,51	39,28	31,86	34,83	9,32
250	20,84	17,27	35,30	37,20	5,38
Moyennes	41,26	36,84	31,59	35,30	11,74
236	-	-	22,86	-	-

Code couleur	≥ 0,00	0,00 à -1,00	-1,00 à -5,00	-5,00 à -10,00	> -10,00
--------------	--------	--------------	---------------	----------------	----------

Tableau 18 : SVF pour la surface de contrôle 7



7.1.8 Surface de contrôle 8 - Jardin du Maelbeek

Point de contrôle	Alternative 0	Alternative 1	Projet RRUZ	Projet RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B vs RRUZ
N°	SVF (%)	SVF (%)	(% Abs)	SVF (%)	(%)
101	55,40	52,03	46,08	47.84	3.82
102	63,92	59,47	52,86	54.46	3.03
103	65,00	59,79	52,79	56.81	7.62
104	65,83	60,63	53,29	57.24	7.41
105	65,80	61,38	54,98	57.92	5.35
106	60,25	56,73	51,36	52.93	3.06
107	62,70	58,66	53,34	55.01	3.13
108	65,43	60,88	55,57	58.50	5.27
109	64,65	58,93	52,51	56.58	7.75
110	62,61	56,42	51,17	55.80	9.05
111	64,01	59,00	53,00	57.17	7.87
112	62,23	58,91	53,24	55.44	4.13
113	60,90	57,16	52,68	53.92	2.35
Moyennes	62,98	58,46	52,53	55,36	5,38

Code couleur	≥ 0,00	0,00 à -1,00	-1,00 à -5,00	-5,00 à -10,00	> -10,00
--------------	--------	--------------	---------------	----------------	----------

Tableau 19 : SVF pour la surface de contrôle 8

7.1.9 Surface de contrôle 9 - Square Frère Orban

Point de contrôle	Alternative 0	Alternative 1	Projet RRUZ	Projet RRUZ' v2	RRUZ' v2 vs RRUZ
N°	SVF (%)	SVF (%)	(% Abs)	SVF (%)	(%)
187	59,26	57,73	52,33	52.47	0.27
188	60,91	58,16	52,61	52.09	-0.99
189	56,89	54,35	49,15	48.18	-1.97
190	62,43	59,57	54,43	53.76	-1.23
191	65,94	63,80	57,04	57.67	1.10
192	64,18	60,72	55,58	54.88	-1.26
193	59,03	55,01	51,26	50.82	-0.86
194	62,53	58,87	54,97	55.14	0.31
195	61,03	56,38	54,48	54.25	-0.42
Moyennes	61,36	58,29	53,54	53,25	-0,54

Code couleur	≥ 0,00	0,00 à -1,00	-1,00 à -5,00	-5,00 à -10,00	> -10,00
--------------	--------	--------------	---------------	----------------	----------

Tableau 20 : SVF pour la surface de contrôle 9



7.2 Annexe B - résultats calculs MSD

L'annexe B présente les résultats des calculs de durées d'ensoleillement maximal - ou *Maximal Sunshine duration* (MSD) - pour chaque point de contrôle placé sur les différentes sections de la surface de contrôle.

La localisation des points de contrôle est identique à celle du calcul des effets de masque du ciel (voir Annexe A).

Les valeurs d'ensoleillement absolues sont données pour la situation de référence existante (Alternative 0) et pour le projet RRUZ initial. Les valeurs cumulées de l'ensoleillement pour chacune des dates ainsi que le bilan des variations des durées d'ensoleillement du projet RRUZ par rapport à la situation de référence (alternative 0) sont marquées à la ligne intitulée 'Total'.

Les valeurs où l'impact du projet RRUZ est positif par rapport à la situation existante sont marquées en vert. Les champs où un impact négatif est enregistré sont marqués en jaune. Dans les cas où la différence d'ensoleillement est supérieure ou égale à une heure les champs sont marqués en jaune vif et dès que l'impact dépasse une demi-heure la valeur est notée en gras.



7.2.1 Surface de contrôle 1 - Rue de la Loi

Point de contrôle	Alternative 0			RRUZ			RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B	RRUZ' v1.5B
	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06	21/03	21/06	21/06
N°	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)
114	0	50	380	10	60	350	50	40	20
115	0	200	830	50	140	480	70	30	30
116	0	50	360	0	50	370	30	20	40
117	0	100	630	0	80	290	0	0	220
118	0	40	260	0	40	250	0	0	120
119	0	90	590	0	90	320	0	-10	230
120	0	40	190	0	40	220	0	0	140
121	0	110	600	0	90	420	0	10	-60
122	0	40	200	30	60	260	-30	-20	-60
123	0	170	600	20	210	390	-20	-110	-70
124	0	50	180	0	80	310	0	-20	-130
							100	-60	480
Total	0	940	4820	110	940	3660	210	880	4140
125	-	-	-	0	0	140	0	10	30
126	-	-	-	30	30	20	40	30	130
127	-	-	-	30	40	140	-	-	-

Tableau 21 : MSD pour la surface de contrôle 1



7.2.2 Surface de contrôle 2 - Rue de la Loi

Point de contrôle	Alternative 0			RRUZ			RRUZ' V1.5B	RRUZ' V1.5B	RRUZ' V1.5B
	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06
N°	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)
128	0	50	200	0	50	200	0	-10	-20
129	30	220	600	30	130	370	0	10	-40
130	0	50	280	0	50	300	20	10	10
131	0	180	600	0	80	330	0	100	10
132	0	80	190	0	40	200	0	100	80
133	0	130	600	0	80	250	20	150	70
134	0	50	180	0	60	190	30	180	130
135	50	220	600	50	110	290	40	70	50
136	0	50	240	0	50	190	0	10	0
137	0	140	590	0	60	300	0	10	60
138	0	50	170	0	50	140	0	0	0
139	0	130	490	0	50	270	0	50	80
140	0	50	170	0	40	230	0	80	-10
141	0	120	350	10	80	260	10	10	30
142	0	50	170	0	40	160	0	0	20
143	0	110	340	0	70	250	0	-20	20
144	0	50	160	0	50	150	0	-10	10
145	0	90	350	0	70	320	0	-20	40
146	0	80	150	40	50	60	0	0	0
147	0	0	120	0	0	190	0	40	80
148	40	100	170	40	70	100	0	100	130
							120	860	750
Total	120	2000	6720	170	1280	4750	290	2140	5500
149	-	-	-	0	90	330	0	120	0
150	-	-	-	0	120	360	20	80	-70
151	-	-	-	0	110	190	60	70	0

Tableau 22 : MSD pour la surface de contrôle 2



7.2.3 Surface de contrôle 3 - Rue de la Loi - Avenue des Arts

Point de contrôle	Alternative 0			RRUZ			RRUZ' V1.5B	RRUZ' V1.5B	RRUZ' V1.5B
	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06	21/03	21/03	21/06
N°	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)
152	40	110	270	40	100	250	0	-20	40
153	30	110	390	50	80	240	-10	10	30
154	0	40	200	0	50	170	0	-10	40
155	0	110	370	0	50	290	0	30	-20
156	0	40	150	0	50	170	0	50	40
157	0	90	420	0	50	320	0	20	10
158	0	40	200	0	50	190	0	10	20
159	0	110	550	0	90	270	0	40	60
160	30	130	300	30	100	270	10	50	0
161	0	130	600	0	80	300	30	70	-10
162	0	40	170	0	50	210	20	100	80
163	0	70	610	0	60	330	20	70	-40
164	0	40	160	0	40	200	0	40	30
165	0	80	550	0	60	320	0	10	0
166	0	30	170	0	40	230	0	10	40
167	40	180	440	0	90	360	20	-10	-10
168	0	40	210	0	40	220	0	0	50
169	0	130	430	0	50	430	0	10	0
170	0	40	190	0	40	280	0	0	30
171	0	90	430	0	70	410	0	60	20
172	0	30	250	0	40	320	0	60	70
173	0	210	560	0	160	450	20	40	70
174	70	230	490	70	240	450	10	0	20
175	110	320	620	100	270	580	0	-10	-50
176	120	320	590	100	310	510	10	-30	-40
177	160	350	580	110	280	590	10	-40	-80
178	50	90	130	50	50	50	0	0	70
179	0	0	140	0	0	130	0	60	70
180	40	90	130	40	50	60	0	70	100
181	20	110	230	10	30	230	10	10	-140
182	30	70	110	30	40	70	0	-10	-20
183	80	200	330	0	180	180	80	10	240
184	100	280	370	0	210	350	100	40	70
185	130	370	430	100	250	450	20	-10	-40
186	150	320	440	110	230	360	10	-10	40
							360	720	790
Total	1200	4640	12210	840	3580	10240	1200	4300	11030

Tableau 23 : MSD pour la surface de contrôle 3



7.2.4 Surface de contrôle 4 - Avenue des Arts - Rue Joseph II

Point de contrôle	Alternative 0			RRUZ			RRUZ' V1.5B	RRUZ' V1.5B	RRUZ' V1.5B
	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06	21/03	21/06	21/12
N°	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)
196	120	270	440	120	210	390	-10	40	-20
197	100	240	370	100	210	330	0	-20	0
198	130	310	490	130	190	500	-20	30	-120
199	120	340	530	110	290	530	-10	-40	-50
200	90	260	450	80	230	530	10	10	-100
201	0	80	300	0	80	350	0	-20	10
202	0	100	310	0	90	420	0	-30	-140
							-30	-30	-420
Total	560	1600	2890	540	1300	3050	510	1270	2630
203	-	-	-	0	40	310	-	-	-

Tableau 24 : MSD pour la surface de contrôle 4



7.2.5 Surface de contrôle 5 - Rue Joseph II

Point de contrôle	Alternative 0			RRUZ			RRUZ' V1.5B	RRUZ' V1.5B	RRUZ' V1.5B
	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06
N°	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)
204	0	60	320	0	40	330	0	0	-120
205	0	60	400	0	40	310	0	0	-50
206	0	60	310	0	40	290	0	0	-30
207	0	60	280	0	40	300	40	30	50
208	0	80	340	0	40	330	0	0	-80
209	0	110	320	0	40	310	0	0	20
210	0	170	510	0	60	320	20	10	60
211	20	70	120	10	40	90	0	0	-30
212	20	70	100	10	60	60	0	0	0
213	0	70	370	0	0	280	40	20	-40
214	0	160	190	0	30	190	30	60	0
215	0	110	180	0	20	80	20	10	0
216	0	80	140	0	30	60	20	30	10
217	0	160	200	0	40	190	20	40	10
Total							190	200	-200
	0	940	4820	20	520	3140	210	720	2940
218	-	-	-	0	0	0	10	10	20
219	-	-	-	0	20	40	-	-	-

Tableau 25 : MSD pour la surface de contrôle 5



7.2.6 Surface de contrôle 6 - Rue Joseph II

Point de contrôle	Alternative 0			RRUZ			RRUZ' V1.5B	RRUZ' V1.5B	RRUZ' V1.5B
	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06
N°	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)
220	0	80	350	0	50	270	0	0	-70
221	0	60	460	0	50	230	0	0	0
222	0	80	370	0	50	250	0	10	-30
223	0	170	440	0	90	220	0	20	10
224	0	100	380	0	60	180	0	0	30
225	0	100	380	0	60	170	0	0	130
226	0	100	540	0	70	190	0	10	20
227	0	100	660	0	110	260	0	-70	-80
228	0	110	630	0	110	220	0	-80	30
230	0	90	140	0	0	0	0	30	30
231	0	80	140	0	30	30	0	30	20
232	0	60	130	0	40	40	0	10	50
							0	-40	140
Total	0	1130	4620	0	770	2100	0	730	2240
229	-	-	-	0	0	0	-	-	-
233	-	-	-	0	70	230	-	-	-
234	-	-	-	0	60	190	-	-	-

Tableau 26 : MSD pour la surface de contrôle 6



7.2.7 Surface de contrôle 7 - Rue Joseph II

Point de contrôle	Alternative 0			RRUZ			RRUZ' V1.5B	RRUZ' V1.5B	RRUZ' V1.5B
	21/12	21/03	21/12	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06
N°	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)
235	0	80	370	0	100	160	0	-50	10
237	0	90	430	0	10	40	0	-20	90
238	0	120	620	0	70	150	0	-10	40
239	20	230	630	0	70	160	0	0	50
240	50	340	500	0	80	250	0	10	-30
241	40	310	510	0	150	320	20	50	70
242	60	240	510	30	240	270	10	40	130
243	100	290	600	30	220	340	30	60	120
244	80	290	530	50	180	370	40	70	110
245	100	340	580	60	180	420	30	40	180
246	50	400	570	60	220	420	30	30	140
247	80	440	620	80	230	460	20	20	80
248	70	440	610	50	260	360	20	30	50
249	40	220	360	50	270	420	20	60	50
250	0	80	370	40	260	440	10	70	50
							230	400	1140
Total	690	3930	7760	480	2630	4800	710	3030	5940
236	-	-	-	0	10	40	-	-	-

Tableau 27 : MSD pour la surface de contrôle 7



7.2.8 Surface de contrôle 8 - Jardin du Maelbeek

Point de contrôle	Alternative 0			RRUZ			RRUZ' v2	RRUZ' v2	RRUZ' v2
	21/12	21/03	21/12	21/12	21/03	21/06	21/12	21/03	21/06
N°	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)
101	30	160	520	0	80	370	20	0	70
102	80	240	660	40	150	490	20	0	90
103	100	380	740	60	240	550	20	10	120
104	90	380	730	70	220	530	20	20	110
105	90	380	750	50	220	580	20	-10	90
106	70	350	630	30	210	480	10	0	80
107	70	350	770	40	190	600	10	0	70
108	80	350	740	50	190	550	20	20	110
109	110	320	710	60	190	510	40	30	130
110	90	320	690	60	200	470	50	70	120
111	100	330	760	60	180	560	30	50	90
112	70	330	760	40	180	620	10	0	30
113	60	320	780	30	160	660	10	0	0
							280	190	1110
Total	1040	4210	9240	590	2410	6970	870	2600	8080

Tableau 28 : MSD pour la surface de contrôle 8

7.2.9 Surface de contrôle 9 - Square Frère Orban

Point de contrôle	Alternative 0			RRUZ			RRUZ' v2	RRUZ' v2	RRUZ' v2
	21/12	21/03	21/12	21/12	21/06	21/06	21/12	21/03	21/06
N°	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	MSD (min)	(min)	(min)	(min)
187	0	280	620	0	280	620	0	0	0
188	0	260	670	0	260	640	0	0	20
189	0	330	630	0	330	560	0	0	10
190	50	350	670	50	350	660	0	0	10
191	20	400	750	20	400	690	0	0	0
192	0	400	720	0	400	610	0	0	10
193	110	400	670	110	400	640	0	0	10
194	130	460	730	130	460	650	0	0	0
195	140	450	620	140	450	580	0	0	-10
							0	0	50
Total	450	3330	6080	450	3330	5650	450	3330	5700

Tableau 29 : MSD pour la surface de contrôle 9