5.

MICROCLIMAT

Version validée par la Commission de concertation réunie le 8 juillet 2025

BUUR
Part of Sweco

Table des matières

1 INTRODUCTION 3

2 CONTEXTE REGLEMENTAIRE 4

3 ENSOLEILLEMENT 6

3.1 Ensoleillement direct 6

3.2 Ensoleillement indirect 15

4 ÎLOT DE CHALEUR 19

5 EFFETS AERODYNAMIQUES 20

6 CONCLUSIONS 23

6.1 Caractéristiques principales 23

6.2 Recommandations 24

1 INTRODUCTION

Le présent chapitre se penche sur l'analyse des aspects liés au microclimat selon les différents scénarios à l'étude. Il évalue les différences apportées par les scénarios au regard de l'analyse du scénario tendanciel.

L'analyse porte sur les aspects suivants :

- **Ensoleillement** : analyse des conditions d'ensoleillement sur base d'une modélisation 3D ;
- **Ilot de fraîcheur** : l'analyse des conditions d'ensoleillement donne également des informations quant à la possibilité de constituer des îlots de fraîcheur au sein des espaces ouverts ;
- **Effets aérodynamique** : L'analyse qualitative des effets aérodynamiques. Analyse des risques liés au confort dans les espaces publics en lien avec la création de déplacements d'air.

L'analyse met également en avant les prescriptions et recommandations formulées par le PPAS Pachéco.

2 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

En complément des réglementations et orientations détaillées dans le diagnostic, **le PPAS Pachéco** prescrit la chose suivante :

- 2.6 : *« […] En dehors des toitures vertes et des toitures comportant des installations électriques, les toitures plates de faible pente (<2%) sont conçues en toitures stockantes. »*

Le PPAS formule également les **recommandations** suivantes :

- 1.1a : *« A l'intérieur des possibilités qui sont données par les prescriptions en termes de gabarits des nouvelles zones de construction, veiller à disposer les bâtiments de manière à optimaliser l'ensoleillement pour les logements, d'une part, et pour les parties de l'espace public ou privé qui en ont le plus besoin (par exemple, les zones verdurisées, les espaces de récréation, les terrasses des établissements horeca, etc.), d'autre part. »*
- 1.1b : *« Veiller à assurer un ensoleillement adéquat pour la crèche et l'école, permettant d'une part d'assurer un éclairage naturel suffisant des locaux et d'éviter les surchauffes en été. »*
- 1.1f : *« Au niveau solaire, veiller à respecter la priorité suivante :*
    - *Utilisation de la surface de toiture pour l'installation de panneaux solaires thermiques, dimensionnés à l'optimum économique pour la couverture des besoins en eau chaude sanitaire.*
    - *Utilisation de la surface de toiture résiduelle pour l'installation de panneaux solaires photovoltaïques dimensionnés pour la couverture :*
        - *du maximum possible des besoins électriques des espaces communs des bâtiments de logements,*
        - *du maximum des besoins électriques totaux pour les bureaux. »*
- 1.2c : *« Veiller à équiper toute toiture plate en toiture verte ou en toiture stockante. Du point de vue énergétique, les toitures vertes ont un impact favorable sur le niveau d'isolation thermique du bâtiment et dans la réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain. Les toitures stockantes permettent de ralentir l'écoulement des eaux pluviales. Combiner si possible toiture verte et panneaux solaires. Etant donné que les toitures les plus élevées sont soumises à d'importants déplacements d'air et que seules des toitures vertes extensives peuvent y être prévues, consacrer ces toitures à la récupération d'énergie solaire et verduriser les autres toitures-terrasses de manière intensive. »*
- 2.2d : *« Dans les zones de recirculation des vents au pied des constructions, prévoir un aménagement et une utilisation des espaces ouverts adaptés afin, notamment, d'éviter l'accumulation des déchets et les nuisances dues à la concentration de polluants primaires. »*
- 2.2g : *« Confort: veiller à doter l'espace accessible au public de bancs, de mobilier urbain et d'éclairage aux endroits offrant des vues intéressantes, protégés des turbulences et profitant d'un ensoleillement suffisant. »*
- 3.1c : *« Réaliser une étude de déplacements d'air lors de la conception des nouvelles zones de construction afin d'optimaliser le confort d'usage et l'agrément de séjour dans les zones de passage public, la cour de la zone A3 et les terrasses. Les études de déplacements d'air du RIE du PPAS ont montré, pour certaines variantes de configuration spatiale, qu'il y a lieu d'éviter les ouvertures vers l'intérieur d'îlot dans les zones construites du côté de la rue de la Banque car des vents dominants pourraient s'y engouffrer et créer des tourbillons à la sortie sur l'Esplanade du passage entre les blocs C et A3a et que, pour la zone A4, construire le bâtiment sur pilotis améliore les conditions de vent et agrandit la zone de passage public. Vérifier si ces conclusions s'appliquent encore aux*

nouvelles configurations spatiales déterminées par les prescriptions du PPAS. Pour la zone A4, porter une attention particulière aux déplacements d'air au niveau de la zone de contact avec l'Esplanade. »

- 3.3d : *« Dans la rue Montagne de l'Oratoire, privilégier les commerces et équipements qui ne nécessitent pas un ensoleillement important. »*

Le cadre du PPAS n'impose qu'une seule contrainte réglementaire par ses prescriptions concernant les toitures stockantes mais formule une série de recommandations qui encouragent des aménagements participant activement au microclimat, notamment en favorisant l'ensoleillement des habitations et espaces publics, en mettant en avant l'importance de prendre en compte les mouvements d'air et en proposant des toitures végétalisées réduisant les effets d'îlot de chaleur urbain.

Les conclusions concernant **le contexte réglementaire** peuvent être résumées comme suit :

5	MICROCLIMAT		PPAS modif	ABRO
5.2	**Contexte réglementaire**	Le cadre du PPAS n'impose qu'une seule contrainte réglementaire par ses prescriptions concernant les toitures stockantes mais formule une série de recommandations qui encouragent des aménagements participant activement au microclimat, notamment en favorisant l'ensoleillement des habitations et espaces publics, en mettant en avant l'importance de prendre en compte les mouvements d'air et en proposant des toitures végétalisées réduisant les effets d'îlot de chaleur urbain.	**Equivalent** Plus de finesse apportée par un cadre spécifique mais peu contraignant	**Equivalent** Le dialogue et l'ambition doivent guider le projet, au sein du contexte règlementaire existant plus ambitieux

3 ENSOLEILLEMENT

La présente section analyse les conditions d'ensoleillement sur base d'une modélisation 3D. L'ambition consiste à optimiser l'exploitation de l'ensoleillement dans une optique de recours à l'énergie solaire passive et active. Ceci vise une utilisation la plus rationnelle possible des techniques de chauffage et de refroidissement, l'orientation optimale des bâtiments et des caractéristiques thermiques des façades et des surfaces vitrées ainsi que l'inertie thermique des bâtiments.

3.1 ENSOLEILLEMENT DIRECT

La présente section détaille les conditions d'ensoleillement pour chacun des scénarios au cours de l'année.

Les simulations ont été faites aux quatre moments clés de l'année : solstice d'été, équinoxe (même conditions deux fois), solstice d'hiver. Pour ces trois situations, deux moments de la journée ont été pris en considération : 10h et 15h.

3.1.1 Scénario tendanciel

Equinoxe



Matin (11h)

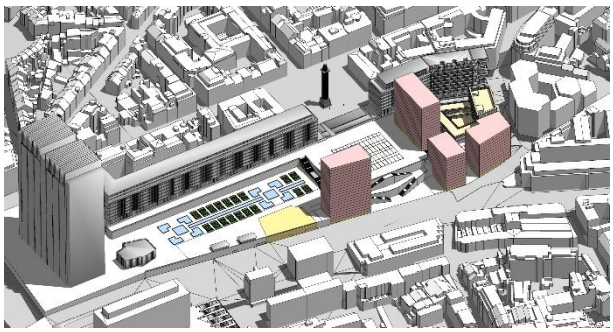


Après-midi (15h)

Solstice d'Eté



Matin (11h)



Après-midi (15h)

Solstice d'Hiver



Matin (11h)



Après-midi (15h)

De manière générale, les ombres couvrent les mêmes lieux peu importe la saison, en revanche, c'est leur emprise qui évolue. Le matin, les jardins Pechère sont impactés par le bloc D&F, l'école est impactée par le bloc C et l'esplanade par le bâtiment G et le bloc C. Le volume A4 projette une ombre sur le Boulevard Pachéco. L'escalier monumental est sous l'ombre de l'esplanade et des bâtiments G et H. L'après-midi, les jardins Pechère sont impactés par le volume A4, l'école par elle-même et les bâtiments H et l'esplanade par les bâtiments G et H. Le boulevard n'est pas impacté par les bâtiments du périmètre du PPAS et l'escalier monumental est davantage ensoleillé. La place du Congrès est impactée par le bâtiment H et le bloc C.

Lors des équinoxes de printemps et d'automne, les ombres ont des emprises assez importantes au vu des gabarits, notamment le matin où la majorité du site est à l'ombre. L'après-midi, la situation s'améliore avec une grande partie des espaces ouverts au soleil.

Lors du solstice d'été, le soleil étant beaucoup plus haut, les ombres sont bien plus réduites mais couvrent tout de même une partie importante des espaces ouverts le matin.

Lors du solstice d'hiver, la quasi-totalité du site est à l'ombre le matin avec le bâtiment G projetant une grande ombre couvrant toute l'esplanade. L'après-midi, les bâtiments G et H projettent une ombre aussi importante qui impacte toute l'esplanade. L'ombre du volume en A4 est encore plus importante sur les jardins Pechère. A cela s'ajoute les ombres des bâtiment de l'autre côté du boulevard Pachéco. L'ombre du bâtiment G et du bloc C couvre toute la place du Congrès. L'école est en permanence à l'ombre.

3.1.2 Scénario 1

Equinoxe



Matin (11h)

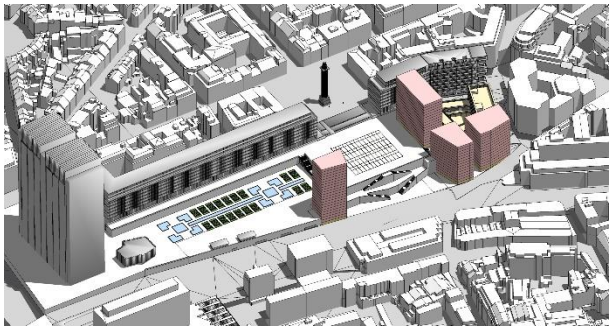


Après-midi (15h)

Solstice d'Eté

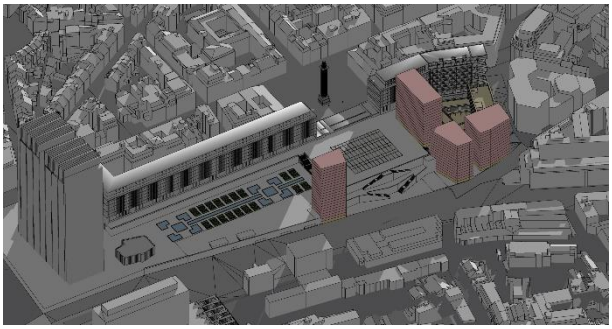


Matin (11h)

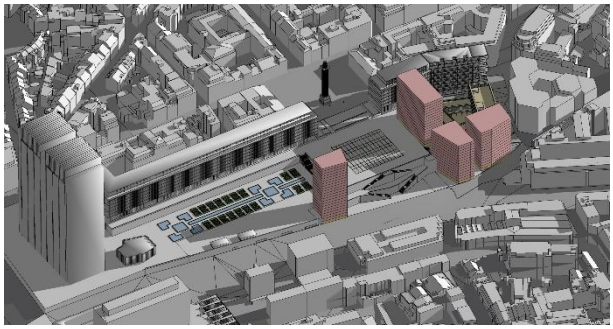


Après-midi (15h)

Solstice d'Hiver



Matin (11h)



Après-midi (15h)

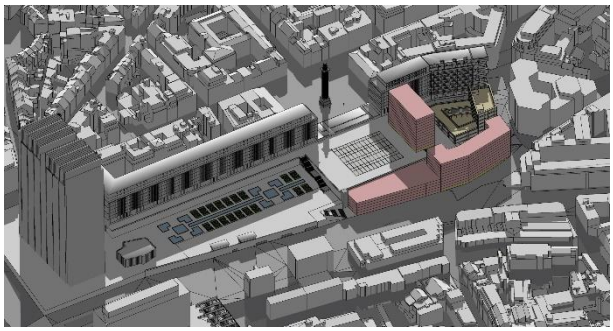
Comme dans le scénario tendanciel, de manière générale, les ombres couvrent les mêmes lieux. Les différences sont liées au troncage des bâtiments A4 et H.

Le bâtiment A4 a un impact moins important sur le boulevard Pachéco le matin, en revanche, l'après-midi, la différence avec le scénario tendanciel disparait puis que le soleil n'est plus dans l'axe du troncage.

Le bâtiment H a lui une différence d'impact inversé : le matin, les ombres sont très similaires à celles du scénario tendanciel, en revanche l'après-midi, l'esplanade et l'escalier sont beaucoup moins impactés par les ombres. L'escalier monumental peut plus facilement dans ce scénario devenir un lieu d'arrêt et de détente qualitatif.

3.1.3 Scénario 2

Equinoxe



Matin (11h)

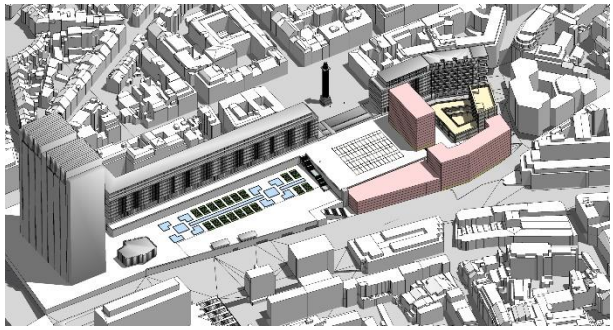


Après-midi (15h)

Solstice d'Eté



Matin (11h)

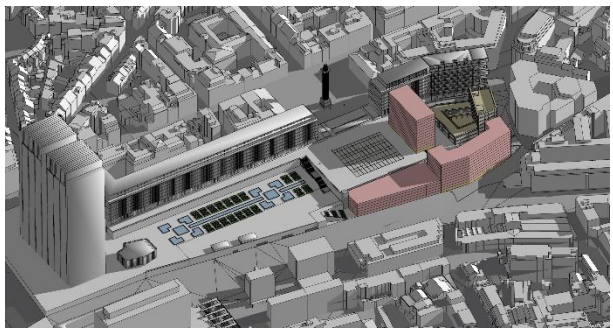


Après-midi (15h)

Solstice d'Hiver



Matin (11h)



Après-midi (15h)

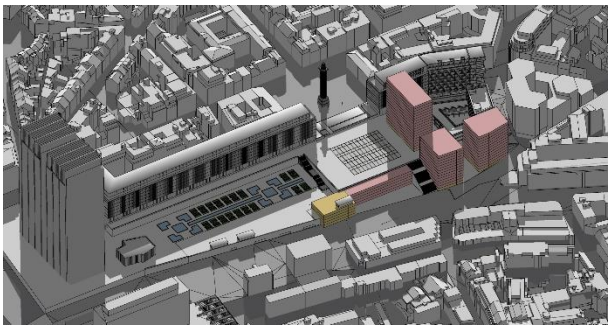
Ce scénario se distingue des deux précédents puisqu'il n'y a pas de volume en A4. Dès lors, les jardins Pechère et le boulevard Pachéco sont beaucoup moins impactés.

Les bâtiments G et H étant de gabarit comparable au scénario tendanciel, les ombres sont assez similaires et impactent surtout l'esplanade et les escaliers tout au long de la journée. A noter que la forme continue du bâtiment H ne semble pas avoir d'impact sur l'ensoleillement de l'école même l'après-midi. En revanche, l'ouverture comme dans les deux précédents scénarios permettait d'avoir d'avantage d'ensoleillement pénétrant l'îlot A3.

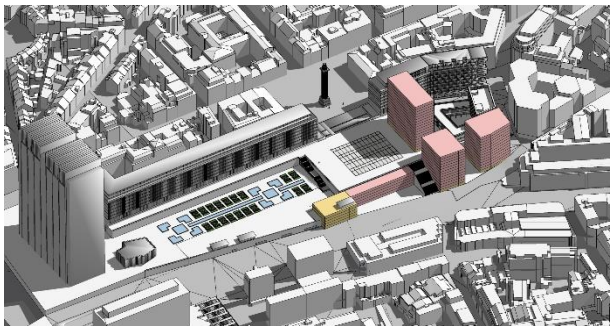
Les façades du volume dans le socle au-devant de l'esplanade sont complétement à l'ombre le matin. L'après-midi, la façade est au soleil grâce à l'ouverture permise par le carrefour Pachéco/Berlaimont/Rue de la Banque et au fait qu'elle se situe dans l'alignement du bâtiment H.

3.1.4 Scénario 3

Equinoxe

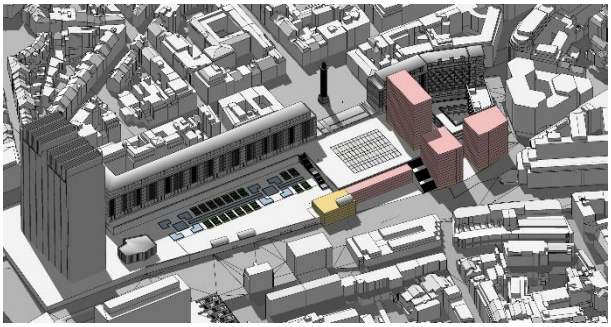


Matin (11h)

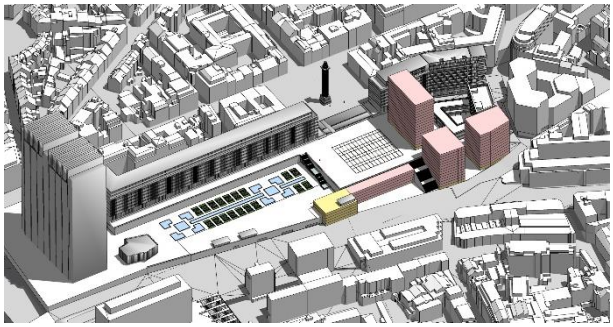


Après-midi (15h)

Solstice d'Eté



Matin (11h)

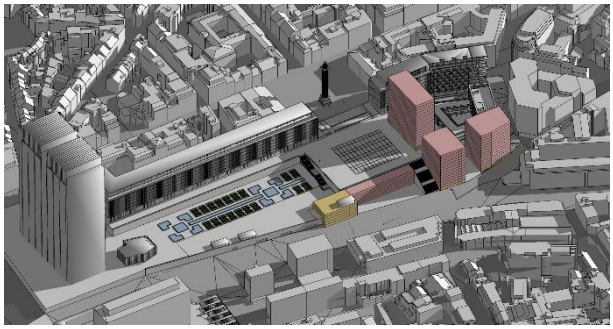


Après-midi (15h)

Solstice d'Hiver



Matin (11h)



Après-midi (15h)

Les bâtiments G et H étant de gabarit comparable que dans le scénario tendanciel, les ombres sont assez similaires avec un îlot A3 impacté le matin par le bloc C, et l'après-midi par les bâtiments H. L'esplanade est impactée notamment par le bâtiment G. Avec un volume A4 qui ne dépasse pas en hauteur l'esplanade, les jardins Pechère sont très peu impactés, davantage que dans le scénario 2 qui n'a pas de volume en A4, mais bien moins que dans les scénarios tendanciel et 1.

Comme dans le scénario 2, l'unique façade du volume dans le socle au-devant de l'esplanade est complétement à l'ombre le matin. L'après-midi, en fonction de la saison, cette façade est plus ou moins impactée par le bâtiment H : très peu en été, un peu lors des équinoxes, et fortement en hiver où plus de trois quart de la façade est à l'ombre. Ce volume ne voit donc que très rarement le soleil en hiver. Cependant, le bâtiment donne sur un espace largement ouvert avec le boulevard Pachéco. Les logements profiteront alors d'une vue assez dégagée mais pas d'ensoleillement direct.

L'analyse de l'ensoleillement selon les modélisations 3D nous permet de conclure que tous les scénarios ont un impact moindre que le scénario tendanciel : le scénario 1 grâce au troncage des bâtiments A4 et H qui limite l'ombrage sur l'esplanade l'après-midi, et ce malgré la hausse des hauteurs ; les scénarios 2 et 3 grâce à l'absence de tour en A4, ce qui supprime l'ombrage sur les jardins Pechère l'après-midi.

Les ombres projetées le matin sont quasiment toutes dues aux bâtiments déjà existants à l'exception des ombres sur l'esplanade qui sont largement causées en majorité par la reconstruction du bâtiment G. Ce même bâtiment n'a en revanche aucune incidence sur l'intérieur d'îlot et ce peu importe sa hauteur qui varie en fonction des scénarios.

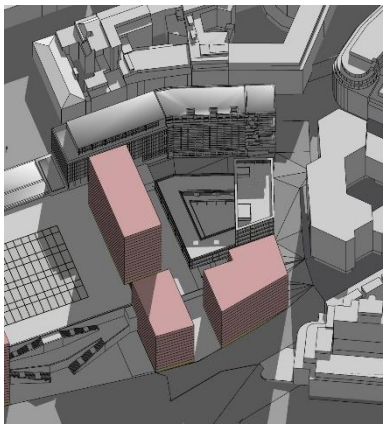
Enfin, la configuration du site n'évite pas totalement la présence de façades plein-nord. De même, les conditions pour certains logements en partie basse des nouveaux volumes, qui pourraient manquer de soleil en hiver. Le volume proposé en prolongation du socle de l'Esplanade présente ainsi une orientation moins favorable puisque le volume est mono-orienté nord-ouest même s'il profite d'une vue tout de même dégagée permettant un bon ensoleillement indirect. De plus, la forme finale de ce volume peut permettre un meilleur ensoleillement.

3.2 ENSOLEILLEMENT DIRECT – FOCUS SUR L'ILOT A3

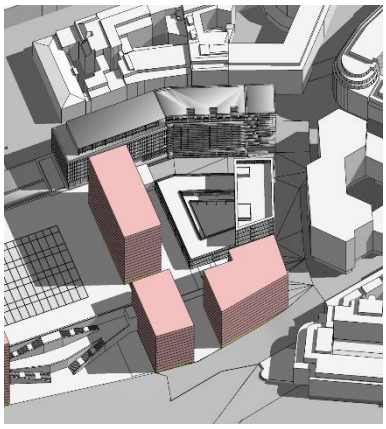
La présente section détaille les conditions d'ensoleillement de l'intérieur d'îlot A3 pour chaque scénario.

3.2.1 Scénario tendanciel

Equinoxe

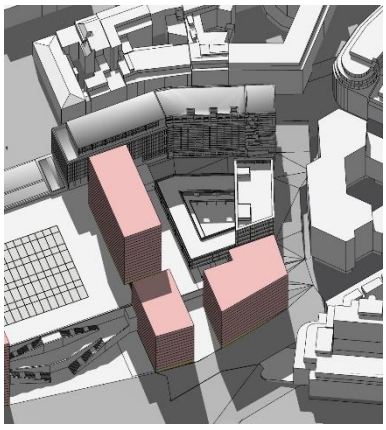


Matin (11h)

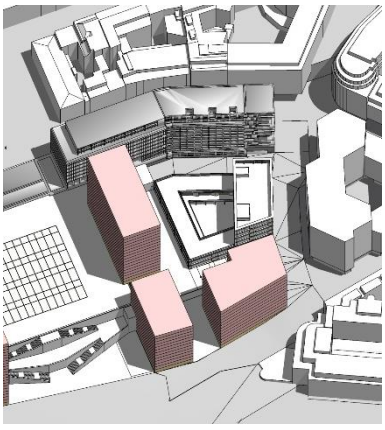


Après-midi (15h)

Solstice d'Eté

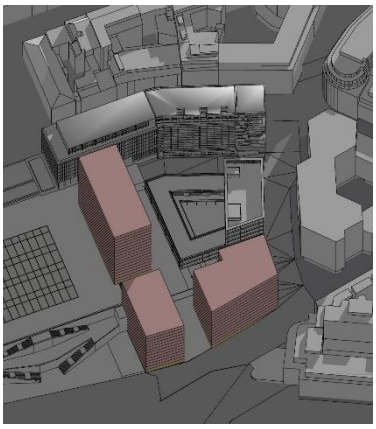


Matin (11h)

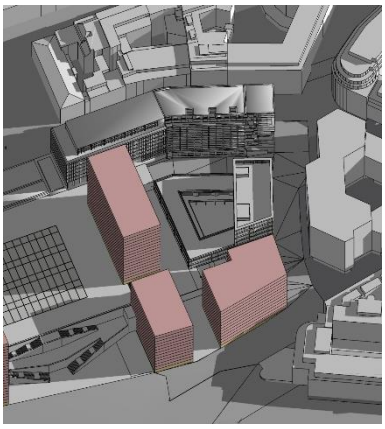


Après-midi (15h)

Solstice d'Hiver



Matin (11h)



Après-midi (15h)

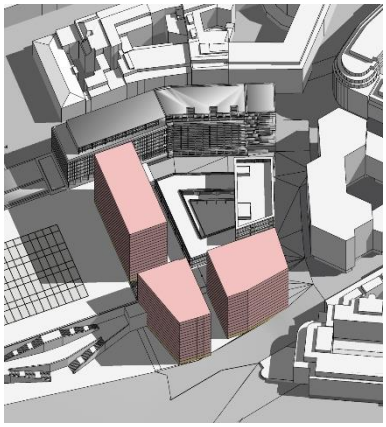
Les nouveaux volumes projetés n'ont que peu d'impact sur l'intérieur d'îlot. Le matin, leur ombre est projetée sur l'Esplanade, le Boulevard Pachéco et la Rue de la Banque. L'après-midi, seul le bâtiment H Sud a une incidence, car elle projette son ombre vers le cœur d'îlot. L'école n'est pas impactée par cette ombre portée ni en été ni aux équinoxes. En hiver, en revanche, sa façade ouest se retrouve dans l'ombre du bâtiment H Sud en milieu d'après-midi. Dans l'ensemble,

c'est le bâtiment C (existant) qui a le plus d'impact le matin. L'école a le plus d'impact l'après-midi.

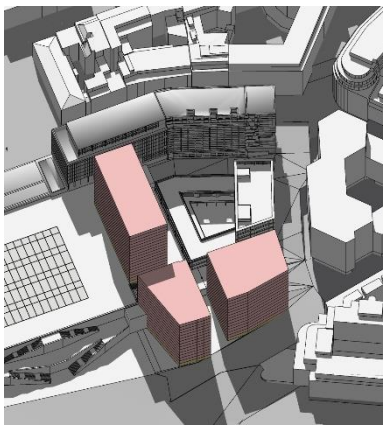
3.2.2 Scénario 1

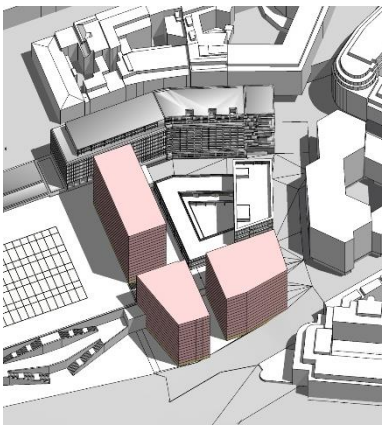
Equinoxe


Matin (11h)

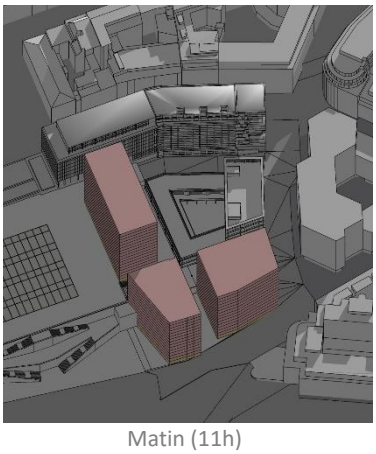

Après-midi (15h)

Solstice d'Eté


Matin (11h)


Après-midi (15h)

Solstice d'Hiver


Matin (11h)


Après-midi (15h)

Par rapport au scénario tendanciel, la situation est similaire, même avec le décalage du bâtiment G vers l'intérieur d'îlot[1]. Les bâtiments H plus élevés (45 m) que dans le scénario tendanciel (39 m) ont un impact plus important mais pas majeur.

[1] La situation est quasi-identique en termes d'ensoleillement direct, en termes d'ensoleillement indirect, le décalage du bâtiment G a un impact notable. Voir section suivante.

3.2.3 Scénario 2

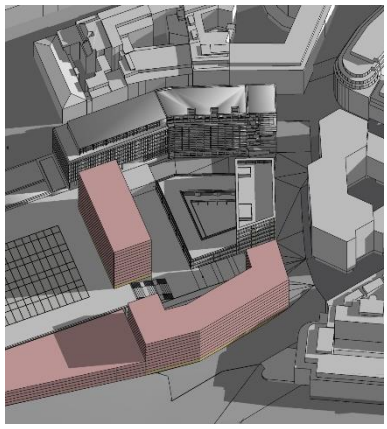
Equinoxe


Matin (11h)


Après-midi (15h)

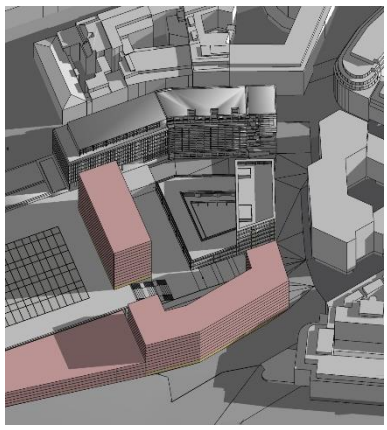
Solstice d'Eté


Matin (11h)


Après-midi (15h)

Solstice d'Hiver


Matin (11h)


Après-midi (15h)

Dans le **scénario 2** le bâtiment H est légèrement moins élevé (33 m) que dans le scénario tendanciel. Son profil plus affiné induit une incidence moindre l'après-midi.

3.2.4 Scénario 3

Equinoxe



Matin (11h)

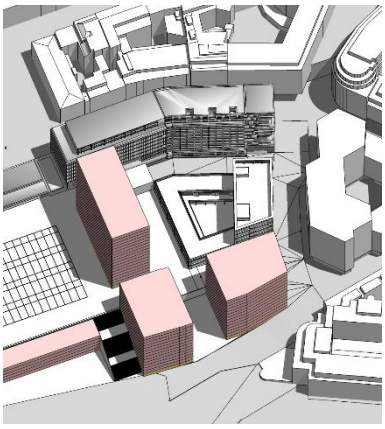


Après-midi (15h)

Solstice d'Eté



Matin (11h)

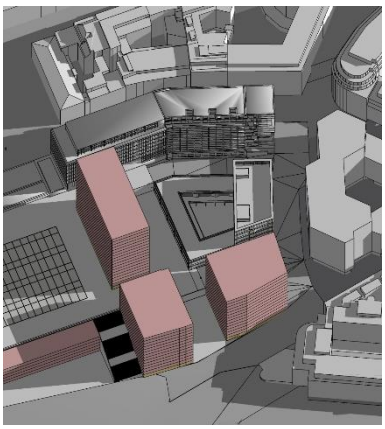


Après-midi (15h)

Solstice d'Hiver



Matin (11h)



Après-midi (15h)

La situation du scénario 3 et quasi identique à celles du scénario tendanciel et 1.

Ainsi, les ombres projetées sur les espaces extérieurs de l'école proviennent des bâtiments de l'école elle-même le matin, mais aussi en grande partie l'après-midi. Le bâtiment H a un impact en fin d'après-midi surtout en hiver. Il n'y a pas de différence notable à ce niveau entre les scénarios, les nouveaux volumes projetés ont tous une incidence similaire à modérée sur l'îlot lui-même.

3.3 ENSOLEILLEMENT INDIRECT

Le rayonnement diffus constitue également une source de lumière non négligeable. Son intensité dépend des conditions météorologiques, qu'il est ici difficile d'évaluer, mais aussi de différents facteurs comme :

- la constitution et la couleur des matériaux de façade,
- la présence de surfaces miroitantes (fenêtres, matériaux brillants, etc.)
- les gabarits des bâtiments du projet et aux alentours.

Les conditions d'ensoleillement indirect dans **les espaces ouverts du site** sont très favorables. D'une part car les espaces ouverts sont très vastes. D'autre part car les revêtement de sol en place sont relativement clairs, participant à la luminosité de l'espace. L'ensemble des façades s'adressant sur ce vaste espace central bénéficient dés lors de conditions d'ensoleillement indirect favorable. Ceci est vrai également pour le volume implantés à front de boulevard : l'ampleur de l'espace public est suffisamment vaste pour créer des conditions favorables, y compris dans le cas des scénarios 2 et 3.

Les façades bordant le site sont majoritairement composées de vitrage de différentes teintes. Dans l'après-midi, les rayons solaires ou le rayonnement diffus (pour rappel, les rayons solaires et la luminosité traversant un ciel couvert) peuvent être réfléchis par ces façades vitrées, augmentant la luminosité de l'Esplanade, du Jardin Péchère et du socle le long de la rue Montagne de l'Oratoire. Cette réflexion des rayons solaires peut également créer une gêne visuelle en parcourant le site.

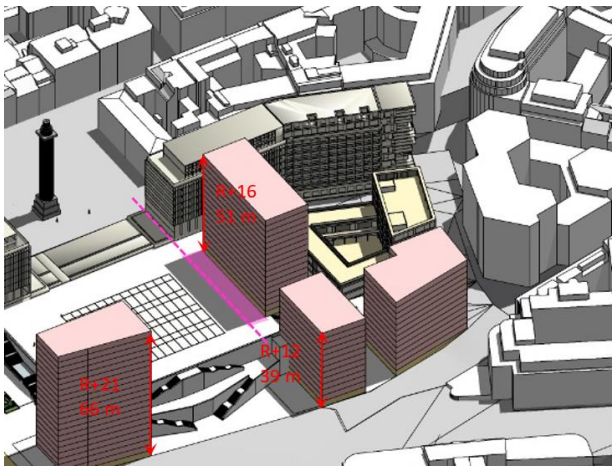
La zone la plus contrainte en matière de lumière indirecte est sans conteste l'ilot composé des bâtiments G, H et de l'école. Dans cette configuration la compacité des constructions laisse moins de marge à la pénétration de la lumière en cœur d'îlot. Notons que chaque volume donne également sur un espace public en voirie, qui présente des proportions généreuses. Les conditions d'ensoleillement indirect en extérieur d'îlot sont donc correctes.

En intérieur d'îlot on observe :

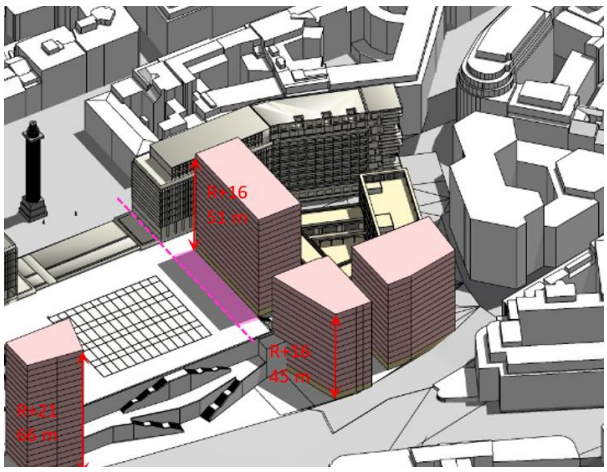
Le scénario tendanciel apporte une réponse à cette question en ouvrant le plus possibles les volumes en A3 ;

Les scénarios 1 et 3 répondent moins bien à cet aspect : les volumes G et H, plus hauts, referment fortement l'espace. L'ouverture entre les deux bâtiments en A3 dans le scénario 3 est plus large, donc plus favorable à cet égard ;

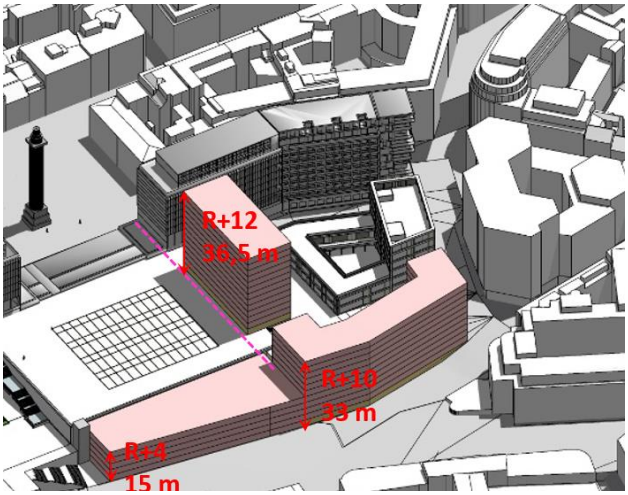
Le scénario 2 apporte une réponse plus apaisée : le volume G y est moins élevé. Les volumes à front de boulevard également. Selon cette implantation, la recomposition du font urbain le long de la rue de banque permet un plus grand dégagement en intérieur d'îlot.



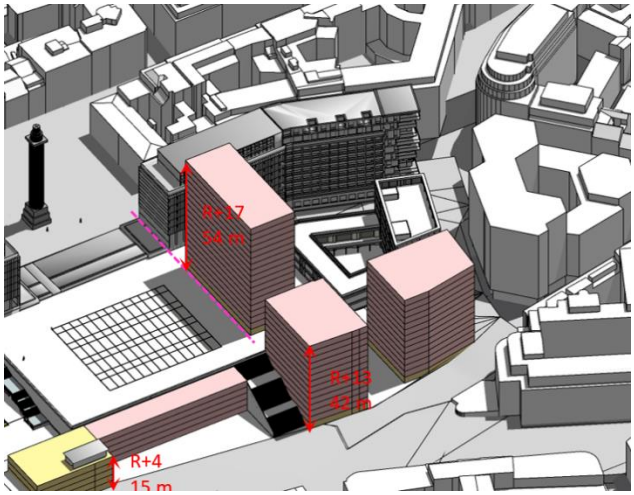
Scénario tendanciel



Scénario 1



Scénario 2



Scénario 3

L'utilisation d'outil comme le facteur vue ciel (SVF, Sky View Factor) confirme cette analyse. Le facteur vue ciel est un outil permettant de calculer la quantité de ciel visible depuis chaque point de la surface sol. Le schéma suivant illustre son application.

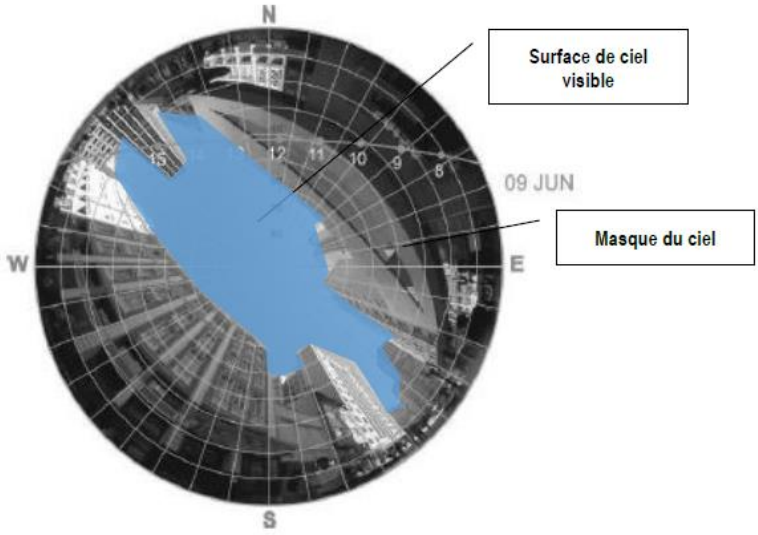
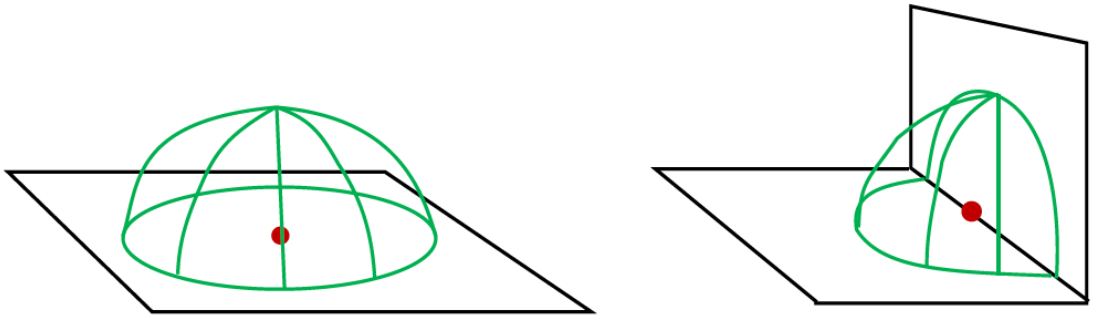


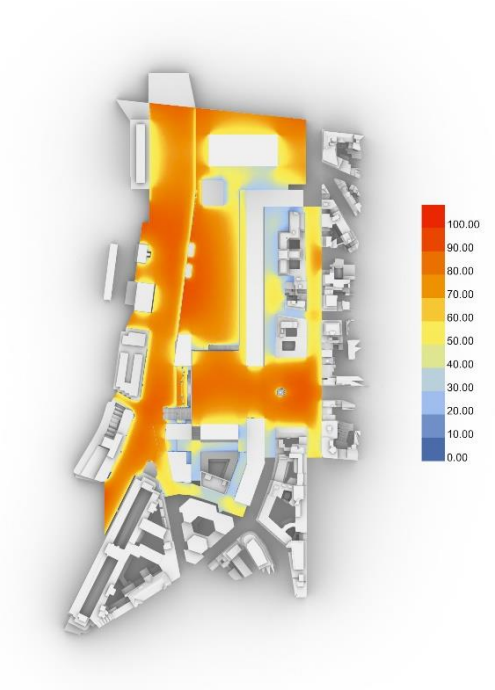
Illustration de l'étude du facteur « vue du ciel » (Minella et al., 2010)

Les données de cette quantité de ciel visible sont exprimées en pourcentage : 100% correspondant à l'éclairement d'un point sur une paroi horizontale sans obstacle alentour, 50% correspondant à l'éclairement d'un point sur une paroi verticale sans obstacle alentour.

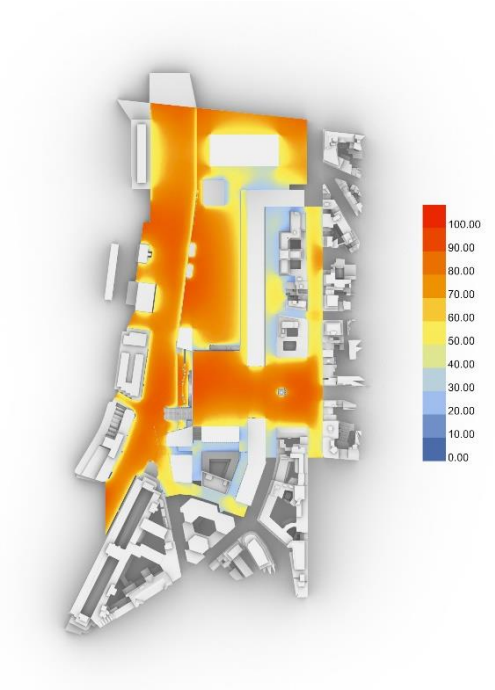


Représentation schématique de l'éclairement, 100% à gauche et 50% à droite (ARIES, 2018)

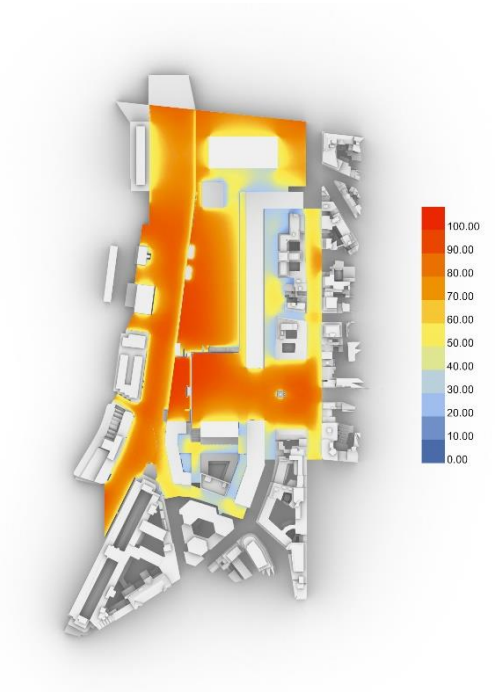
La mise en application de ces principes sur la Cité Administrative selon les différents scénarios étudiés, permet de faire ressortir les analyses suivantes.



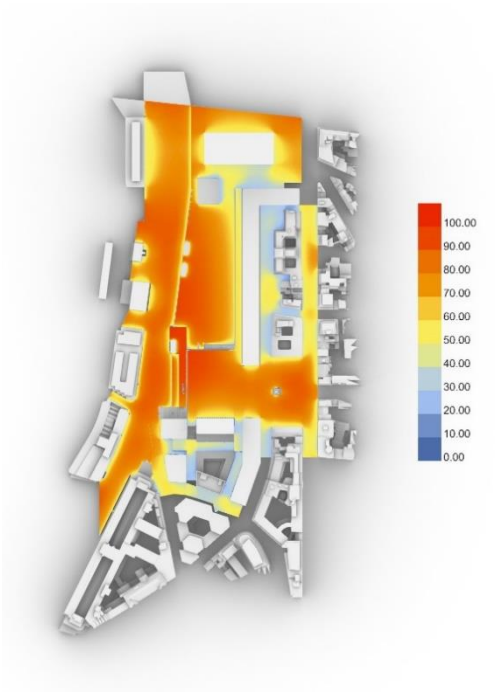
Scénario tendanciel



Scénario 1



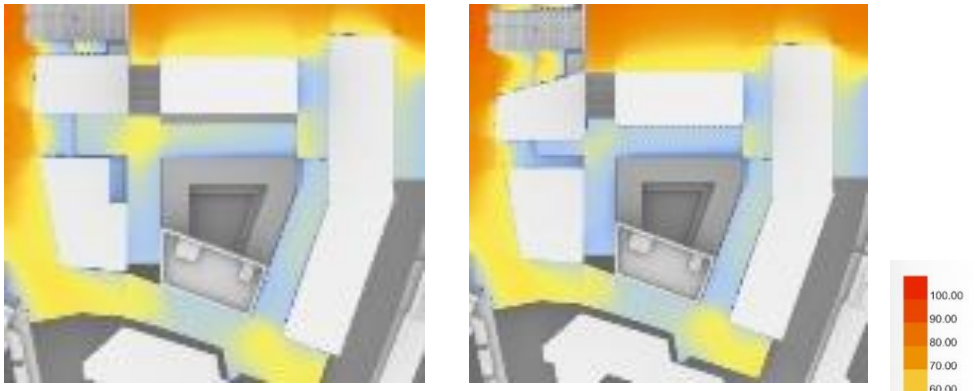
Scénario 2



Scénario 3

Sans volume A4 haut, l'ensoleillement indirect du sud des Jardins Pechère et du nord de l'Esplanade est plus important. Sur ce point, les scénarios 2 et 3 ont donc une incidence positive par rapport aux deux autres. Il est à noter que le pourcentage de vue du ciel reste extrêmement favorable, même dans les scénarios Tendanciel et 1 avec l'implantation du volume haut en A4. Les conditions d'ouverture de l'espace public à la CAE sont tellement favorable que ce nouveau volume n'est pas terriblement impactant sur ce point ;

Les différences entres les scénarios sont modérées, aucun scénario ne se distingue remarquablement des autres.



Scénario tendanciel *Scénario 1*

Scénario 2 *Scénario 3*

La situation de l'intérieur d'îlot A3 reste correcte selon tous les scénarios, bien qu'elle soit moins avantageuse que les autres espaces ouverts bien plus vastes qui composent la CAE. Le scénario 1 est celui qui présente l'incidence la plus négative (SVF moyen de ~30%) comparée aux autres en raison du décalage du bâtiment G vers l'école. Le scénario 2 semble être le moins contraignant (SVF moyen de ~40%) avec un bâtiment G aligné avec le bloc C1 et un bâtiment H creusé en intérieur d'îlot permettant un meilleur dégagement. Enfin, les scénarios tendanciel et 3 sont assez similaires (SVF moyen de ~35%).

La situation au cœur de cet îlot restera contrainte quel que soit le scénario : le programme y est dense, la superficie de l'îlot est réduite. Toutefois il est à noter que ce type de configuration reste assez représentative des îlots denses de l'hypercentre. Les conditions restent relativement similaires aux îlots classiques du Pentagone, avec de la lumière indirecte qui provient de l'intérieur d'îlot et des espaces publics attenants.

Les conclusions concernant **l'ensoleillement** peuvent être résumées comme suit :

5	MICROCLIMAT		PPAS modif	ABRO
5.3	**Ensoleillement**			
	Sur les espaces publics	L'ensoleillement sera impacté par les nouveaux volumes, en particulier sur les espaces publics : Esplanade, Jardins et boulevard. Ces incidences restent modérées sur l'îlot de l'école.	Equivalent	Equivalent
	Au sein des logements	Certaines implantations proposent davantage de façades mono-orientées nord-ouest, rarement ensoleillées et un potentiel de toitures photovoltaïques moindre	**Finesse plus grande dans l'implantation de nouveaux volumes au regard des apports solaires.**	**Le projet architectural peut permettre de limiter le nombre de logements mono-orientés.**
	En cœur d'îlot A3	Ensoleillement indirect : la situation au cœur de l'îlot A3 reste contrainte quel que soit le scénario, mais configuration représentative des îlots de l'hyper-centre	Equivalent	Equivalent

4 ÎLOT DE CHALEUR

Plusieurs éléments impactent localement le micro-climat et peuvent créer ou accentuer les effets d'îlot de chaleur urbain :

- **L'ombrage des espaces ouverts et minéraux** : la température ressentie à l'ombre peut-être de 5 à 10°C inférieure à la température ressentie au soleil. Cette différence est encore plus importante pour les espaces dont le sol est très minéral. En effet, les sols minéraux sont bien plus chaud qui les sols naturels, à l'ombre, ils chauffent moins et redistribuent donc moins de chaleur.
- Le point précédent est donc aussi très lié à la **présence de végétation à la fois localement mais aussi sous forme d'un maillage** bien plus large pour être efficace. Les jardins Pechère dans leur forme actuelle ne disposent pas de végétaux suffisamment grands pour être efficace. De plus, ils sont isolés par de grands volume des autres espaces verts proches (tour des finances entre les jardins Pechère et le jardin Botanique)[2]. La végétation joue aussi localement un rôle prépondérant grâce à **l'évapotranspiration** qui permet de rafraîchir les environs des grands végétaux suffisamment alimentés en eau.
- Un bon maintien de **l'humidification des sols naturels** joue aussi un rôle positif, d'où une interaction positive avec les systèmes de gestion intégrée des eaux pluviales.
- La **morphologie du tissu urbain** : les nouvelles rues plus ou moins étroites créées dans l'îlot A3 peuvent créer un effet canyon et accroître la température de l'air en cœur d'îlot. Cela peut avoir une répercussion sur la cour d'école.
- Les **matériaux au sol et en façade** : la multiplication des façades réfléchissante et des surfaces au sol minérales accentuent les effets d'îlot de chaleur urbain. Cependant, ce RIE portant sur l'abrogation du PPAS Pachéco, et non sur un projet précis, l'analyse des incidences n'ira pas jusque dans ces détails.

Tous les scénarios sont soumis à ces éléments. Seules quelques différences peuvent améliorer ou détériorer la situation en fonction des scénarios.

Les scénarios avec le plus d'ombre en été sur l'esplanade et les jardins Pechère auront des incidences positives. Cependant, aucun scénario n''implique plus d'ombre que le scénario tendanciel, sauf le scénario 3 avec un très haut bâtiment G qui porte une ombre plus importante sur l'esplanade.

Les effets de « canyon » se feront ressentir dans le scénario tendanciel, 1 et 3, légèrement moins dans le scénario 2 par la fermeture de l'îlot qui à la fois supprime une rue, et à la fois apporte légèrement plus d'ombre au cœur d'îlot.

Aussi, le scénario 2, proposant un aménagement de logement dans le socle devant l'esplanade, aura des incidences différentes. En effet, une grande partie des nouveaux logements donneront donc directement sur le boulevard Pachéco, qui si réaménagé avec de la verdure et une gestion intégrée des eaux, permettra de réduire localement légèrement la température de l'air.

Aucun scénario ne prévoit plus de végétation qu'un autre[3]. Les incidences par rapport au scénario tendanciel sont donc nulles en termes de programmation. Par ailleurs, l'abrogation du PPAS aura un impact limité quant à cette question de toitures vertes et stockantes. En effet, le RRU est moins contraignant que la prescription 2.6 du PPAS mais impose tout de même des toitures verdurisées et stockantes.

Les conclusions concernant **les îlots de chaleur** peuvent être résumées comme suit :

5	MICROCLIMAT		PPAS modif	ABRO
5.4	**Ilot de chaleur**	Il n'y a pas de différence majeure entre les scénarios sur ce point : un traitement adéquat sera en tous les cas favorable à l'habitabilité des logements et des espaces publics attenants.	Equivalent	Equivalent

[2] A noter que le maillage vert devrait être renforcé avec le réaménagement du boulevard Pachéco dans un avenir proche.
[3] Les potentiels de végétation sont étudiés dans le Chapitre 8 – Diversité biologique, faune et flore.

5 EFFETS AERODYNAMIQUES

Les principales incidences aérodynamiques sont causées par trois effets :

- **L'effet de coin** est un phénomène d'accélération localisée aux angles d'une construction, dû à un gradient très élevé du champ de pression sur un espace limité entre la façade exposée en surpression et la façade latérale en dépression. La gêne due à ce phénomène est principalement liée un gradient horizontal de vitesse du vent engendrée aux coins des bâtiments. Il s'agit d'une zone d'accroissement de l'inconfort pour les piétons. L'effet de coin est proportionnel à la hauteur de l'angle du bâtiment. La vitesse du vent peut augmenter de 1,2 à plus de 2 fois sa vitesse initiale en fonction de la hauteur de la construction.
- **L'effet de Venturi** est un phénomène dû à une disposition relative de deux bâtiments formant un collecteur de flux. Le rétrécissement du passage a pour effet d'augmenter la vitesse du vent pour un débit identique. Cette zone d'étranglement peut représenter une source d'inconfort pour les piétons.
- **L'effet de tourbillon** est un phénomène de mouvement d'air tourbillonnaire, à composante verticale, plongeant sur la façade directement exposée au vent. Cet effet est fonction de la hauteur du bâtiment et du profil vertical de vitesse du vent. Il génère une forte augmentation de la turbulence au sol et peut être une source d'inconfort pour les piétons.

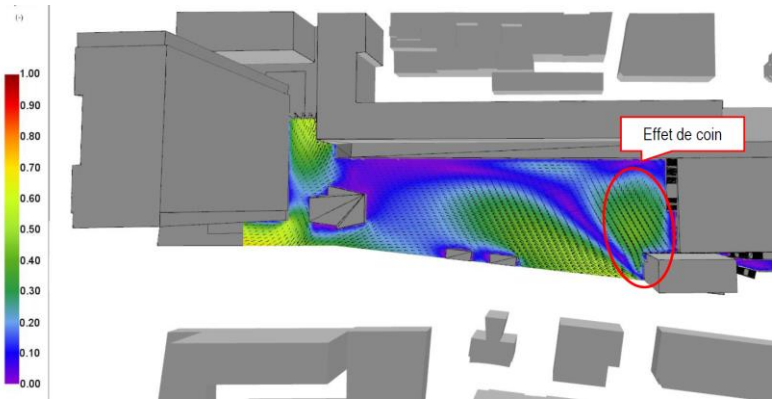
Pour rappel, les vents dominants en Belgique viennent du sud-ouest : ils sont donc de nature à s'engouffrer le long des boulevard et pénétrer les espaces ouverts des jardins au sein du site.

Les apprentissages des études menées dans le cadre de l'étude d'incidences du permis d'urbanisme (2018) nous permettent d'avancer les éléments suivants.

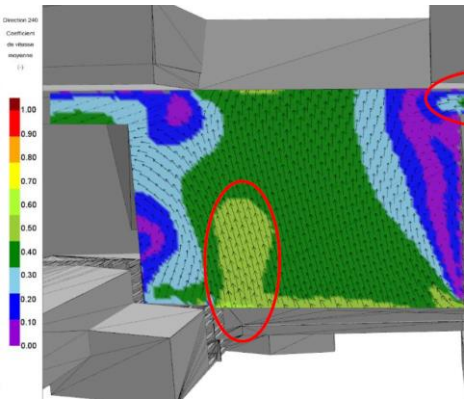
Scénario tendanciel

La présence du bâtiment A4 de gabarit relativement important provoque un effet de coin impactant directement la zone du Jardin Pechère située au nord-est de ce bâtiment. L'effet de coin observé a tendance à augmenter l'intensité des turbulences dans la partie sud du Jardin Pechère.

Une autre effet de coin est causé par le volume en A4 cette fois-ci impactant le quart nord-ouest de l'esplanade.



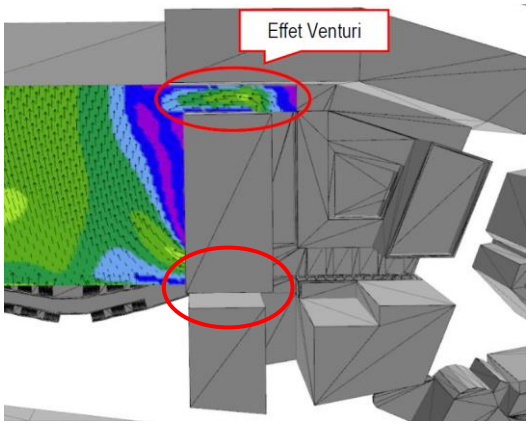
Effet de vent au droit du Jardin Pechère – Orientation sud-ouest (ARIES 2018)



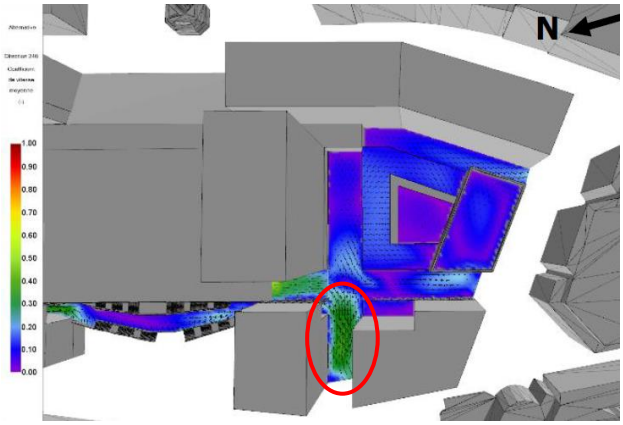
Effet de vent au droit de l'Esplanade – Vent du sud-ouest (ARIES 2018)

L'esplanade est aussi impactée par deux effets de Venturi. Deux couloirs se forment entre le bâtiment G et le bloc C, et entre les bâtiments G et H. Ces couloirs orientés sud-nord accélèrent les vents qui y passent et débouchent sur les deux coins sud de l'esplanade. L'espace entre les deux bâtiments H, prolongé par l'espace entre le bâtiment G et l'école crée

aussi un effet de Venturi mais qui se dissipe au niveau de l'école. Les façades moins élevées au nord atténuent le phénomène.

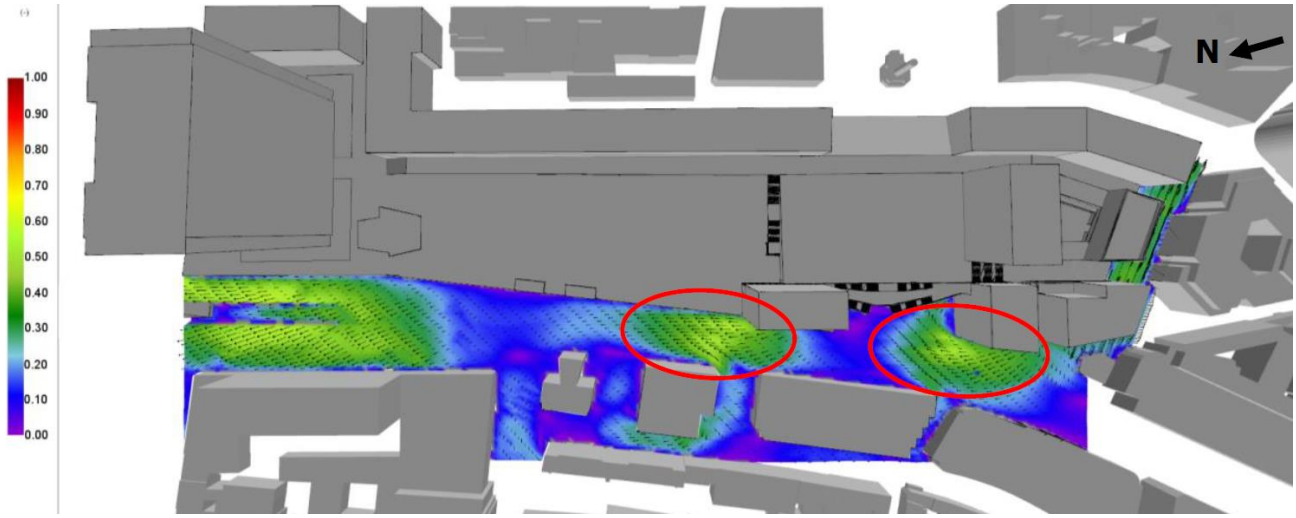


Effet venturi sur l'esplanade lié au bâtiment G – Orientation sud-ouest (ARIES 2018)



Effet venturi entre les deux volumes G – Vent du sud-ouest (ARIES 2018)

Les bâtiments hauts implantés sur le boulevard Pachéco (soit la tour A4 et les bâtiments H) ont un impact sur l'espace public du boulevard en raison d'un risque d'effet de tourbillon qui ramène les vents plus hauts vers le sol. Cela a un impact au pied des bâtiments.



Effets de vent sur boulevard Pachéco – Vent du sud-ouest (ARIES 2018)

Scénario 1

Les impacts sont très similaires au scénario tendanciel à quelques exceptions près :

- L'effet de coin causé par le volume A4 sur les Jardins Pechère est toujours présent ;
- L'effet de coin causé par le volume A4 sur l'Esplanade est toujours présent mais réduit par la morphologie tronquée du bâtiment ;
- L'effet de tourbillon causé par le volume A4 sur le boulevard reste présent ;
- Les effets Venturi aux abords du Bloc G restent u risque ;
- Le troncage du bâtiment H n'a pas plus d'impact sur l'Esplanade que dans le scénario Tendanciel. En revanche, les effets de tourbillon sur le boulevard Pachéco restent présent ;

Les autres effets déjà décrits pour le scénario tendanciel sont dans ce scénario-ci aussi observés. La situation est donc légèrement améliorée dans ce scénario.

Scénario 2

L'absence de volume A4 dans ce scénario supprime tous les impacts liés à celui-ci. La situation est donc largement améliorée par rapport au scénario tendanciel pour les jardins Pechère et l'Esplanade en matière d'effets aérodynamiques.

La fermeture en îlot du bâtiment H supprime l'effet de Venturi entre les deux précédents volumes, ainsi qu'entre le bâtiment G et l'école, ce qui a pour effet d'apaiser la situation en cœur d'îlot.

Les risques d'effet de tourbillon au niveau du boulevard Pachéco sont diminués : la constitution d'un front continu, moins élevé est de nature à apaiser les flux d'air.

Dans l'ensemble, les incidences liés aux effets aérodynamiques sont donc moindres dans ce scénario.

Scénario 3

La présence d'un petit volume A4 qui ne dépasse pas la hauteur de l'esplanade dans ce scénario supprime une partie des impacts liés à celui-ci. La situation est également largement améliorée par rapport au scénario tendanciel pour l'esplanade, et légèrement meilleure pour les Jardins Pechère.

Ce scénario reprenant les bâtiments du scénario tendanciel pour l'îlot A3, les autres effets déjà décrits dans le scénario tendanciel sont aussi observés ici.

Dès lors, les incidences sont moindres pour l'Esplanade mais demeurent toujours globalement observables.

En conclusion, le scénario tendanciel est le scénario avec le plus d'impact sur les espaces ouverts amenant à des turbulences pouvant créer un inconfort ou une gêne pour les piétons notamment. Le scénario 2 est celui avec le moins d'impact notamment grâce à l'absence de volume en A4 et la fermeture de l'îlot A3. Les deux autres scénarios ont des incidences comparables au scénario tendanciel bien que légèrement moins importantes, surtout pour le scénario 3, sans volume en A4.

Dans l'ensemble, les effets observés ne sont pas majeurs mais suffisamment perceptibles pour observer un changement de la situation pour les piétons sur le site, sans pour autant rendre le séjour ou la circulation pénible ou difficile.

Les conclusions concernant **les effets aérodynamiques** peuvent être résumées comme suit :

5	MICROCLIMAT		PPAS modif	ABRO
5.5	**Effets aérodynamiques**	Les effets observés en pieds d'immeubles haut ne sont pas majeurs mais suffisamment perceptibles pour induire un changement de la situation pour les piétons sur le site, sans pour autant rendre le séjour ou la circulation pénible ou difficile. Un traitement adéquat par l'architecture des bâtiments sera en tous les cas favorable à l'habitabilité des espaces publics attenants.	Equivalent	Equivalent

6 CONCLUSIONS

6.1 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Le cadre du PPAS n'impose qu'une seule contrainte réglementaire en matière de microclimat, par ses prescriptions concernant les toitures stockantes. Il formule cependant une série de recommandations qui encouragent des aménagements participant activement au microclimat (voir ci-dessous).

L'analyse de l'ensoleillement, révèle qu'une partie non négligeable des ombres projetées sont dues à des bâtiments déjà existants, en particulier le matin. Les modélisations 3D montrent que tous les scénarios ont un impact moindre que le scénario tendanciel en matière d'ombre portées (avec l'affinage architectural ou l'absence de volume haut en A4). Cependant, la configuration du site n'évite pas totalement la présence de façades mono-orientées, particulièrement dans le cas des scénarios 2 et 3 même si la situation peut être améliorée par des formes de bâtiments différentes. Concernant l'école, il n'y a pas de différence notable à ce niveau entre les scénarios, ils ont tous sensiblement la même incidence modérée.

En termes d'ensoleillement indirect, la situation au cœur de l'îlot A3 restera contrainte quel que soit le scénario de développement envisagé : le programme y est dense, la superficie de l'îlot est réduite. Toutefois il est à noter que ce type de configuration ne dénote pas structurellement des îlots denses de l'hypercentre : un intérieur d'îlot fortement bâti et une lumière qui provient de l'intérieur d'îlot et des espaces publics attenants.

En ce qui concerne les effets aérodynamiques, les scénarios tendanciel et 1 sont les scénarios avec le plus d'impact sur les espaces ouverts amenant à des turbulences pouvant créer un inconfort ou une gêne pour les piétons notamment. Dans l'ensemble, les effets observés n'y sont pas rédhibitoires, mais suffisamment perceptibles pour observer un changement de la situation pour les piétons sur le site. Le scénario 2 est celui avec le moins d'impact notamment grâce à l'absence de volume en A4 et la fermeture de l'îlot A3.

Ces conclusions et leur impact en cas de PPAS modificatif ou d'abrogation peuvent être résumées comme suit :

5	MICROCLIMAT	PPAS modif	ABRO
5.2	**Contexte réglementaire**	**Equivalent** Plus de finesse apportée par un cadre spécifique mais peu contraignant	**Equivalent** Le dialogue et l'ambition doivent guider le projet, au sein du contexte règlementaire existant plus ambitieux
5.3	**Ensoleillement**		
	Sur les espaces publics	Equivalent	Equivalent
	Au sein des logements	**Finesse plus grande dans l'implantation de nouveaux volumes au regard des apports solaires.**	**Le projet architectural peut permettre de limiter le nombre de logements mono-orientés.**
	En cœur d'îlot A3	Equivalent	Equivalent
5.4	**Ilot de chaleur**	Equivalent	Equivalent
5.5	**Effets aérodynamiques**	Equivalent	Equivalent

6.2 RECOMMANDATIONS

Les recommandations issues du PPAS Pachéco restent pertinentes et sont reprises ci-dessous. Elles peuvent également être complétées :

- Profiler les bâtiments de manière à optimiser l'ensoleillement pour les logements, d'une part, et pour les parties de l'espace public ou privé qui en ont le plus besoin (par exemple, les zones verdurisées, les espaces de récréation, les terrasses des établissements horeca, etc.), d'autre part ;
- Dans les zones de recirculation des vents au pied des constructions, prévoir un aménagement et une utilisation des espaces ouverts adaptés afin, notamment, d'éviter l'accumulation des déchets et les nuisances dues à la concentration de polluants primaires ;
- Doter l'espace accessible au public de bancs, de mobilier urbain et d'éclairage aux endroits offrant des vues intéressantes, protégés des turbulences et profitant d'un ensoleillement suffisant ;
- Prendre en compte les risques d'effets aérodynamiques liées au développement de volumes hauts dans la composition architecturale des bâtiments, en particulier dans la connexion aux Jardins Pechère et à l'Esplanade. Limiter ces effets grâce à une architecture qui coupe les flux avant leur arrivée dans l'espace fréquenté par les usagers de l'espace public ;
- Optimiser l'orientation des bâtiments de façon à favoriser une architecture bioclimatique. Implanter des nouveaux volumes qui répondent aux standards actuels en matière de qualité d'ensoleillement et de performance énergétique ;
- Optimiser la stratégie énergétique à l'échelle des bâtiments et du quartier : voir les possibilités de développer des systèmes mutualisés entre différents bâtiments ;
- Optimiser le confort dans les espaces ouverts en limitant les effets de chaleur, grâce à la déminéralisation, végétalisation, rétention d'eau, infiltration au sein de ces espaces. Dans cette optique et pour contribuer à une gestion intégrée des eaux pluviales, étudier la nécessité d'intégrer des toitures stockantes sur les nouvelles constructions ;
- Réfléchir les formes des connexions haut-bas ouvertes en prenant en compte l'ensoleillement et les effets aérodynamiques.