
SOLENEOS
RAFRAICHISSONS NOS VILLES

ÉTUDE AÉRAULIQUE & ENSOLEILLEMENT

Ville de Plaisir

Méthodologie et résultats des calculs

26 mai 2023

Table des matières – Partie Aéraulique

1. Introduction.....	3
2. L'inconfort au vent.....	3
3. Analyse des données météorologiques.....	3
4. Mise en place des calculs.....	7
4.1.La modélisation.....	7
4.2.Le maillage.....	8
4.3.La réalisation de la simulation.....	9
5. Résultats bruts.....	10
5.1.Comparaison de l'état actuel et de l'état projeté.....	10
5.2.Vent Sud-Ouest.....	11
5.3.Vent Est/Nord-Est.....	13
6. Identification de la contribution de la forme urbaine à l'inconfort au vent.....	15
6.1.Vent Sud-Ouest.....	15
6.2.Vent Est/Nord-Est.....	16
7. Identification des zones inconfortables.....	17
7.1.Vent Sud-Ouest.....	17
7.2.Vent Est/Nord-Est.....	18
8. Conclusion.....	19

Table des matières – Partie Ensoleillement

1. Résultats bruts.....	21
1.1.Comparaison de l'état actuel et de l'état projeté.....	21
1.2. Nombre d'heure d'ensoleillement.....	22
1.2.1. Au niveau de bâtiments.....	22
1.2.2. Au niveau des espaces extérieurs.....	25
1.3. Rayonnement Solaire.....	26
2. Conclusion.....	27

1. Introduction.

Ce document présente l'étude aéroulque réalisée dans la ville de Plaisir (78370) dans les Yvelines. Cette étude a été réalisée dans le quartier de la rue du Valibout. L'objectif ici est de déterminer deux directions de vents et de réaliser des calculs numériques selon ces deux directions de vents afin de mettre en évidence des zones de faible circulation et de forte circulation. Le présent rapport présente en premier lieu l'étude de vent réalisée ainsi que les choix retenus pour les différentes orientations du vent. La méthodologie de calcul mise en place des différents calculs est détaillée. Les résultats obtenus enfin sont détaillés.

2. L'inconfort au vent.

Le critère de confort au vent est basé sur un seuil de vitesse au-delà duquel un usager se sentira en situation d'inconfort. Ce seuil est fixé 3,6 m/s. La situation d'inconfort est variable selon l'activité. Pour un type d'activité donné, une fréquence seuil de dépassement est définie (Figure 1). Si la vitesse dépasse le seuil à une fréquence plus élevée que la limite de l'activité considéré, alors on considère que l'usager est en situation d'inconfort pour pratiquer l'activité.

Activités	Fréquence maximale avant inconfort
Situation immobile prolongée Terrasse de café, théâtre en plein air, piscine, etc.	<2%
Situation immobile de courte durée Jardin public, aire de jeux, rue commerçante, galerie, etc.	Entre 2% et 5%
Marche normale Promenade pédestre, passage piétonnier, entrée d'immeuble, etc.	Entre 5% et 10%
Marche rapide Parc auto, trottoir des avenues, belvédères, etc.	Entre 10% et 20%
Inconfort pour toute activité piétonne	>20%

Figure 1: Critères de confort par type d'activité piétonne

3. Analyse des données météorologiques.

Les données météorologiques utilisées pour cette étude proviennent de données météo de réanalyses ERA5. Les réanalyses intègrent de multiples observations dans un modèle permettant de suivre quasi quotidiennement l'évolution du climat. Elles sont produites par assimilation de données, un processus qui repose à la fois sur des observations et des modèles utilisant les lois de la physique et les observations passées. Cette combinaison entre des observations passées et des modèles météorologiques globaux et régionaux permet de générer des séries temporelles cohérentes de plusieurs variables climatiques en un large nombre de points. Les réanalyses font partie des ensembles de données les plus utilisées en sciences géophysiques. Ils fournissent une description complète du climat observé tel qu'il a évolué au cours des dernières décennies, sur des grilles 3D à des intervalles infra-journaliers.

La Figure 2 représente la répartition des données météos récupérées. Ainsi, pour créer nos roses des vents, les données dans la maille grisée ont été récupérées. Les données exploitées pour la présente analyse couvrent une durée de vingt ans sur la période 2000-2020.

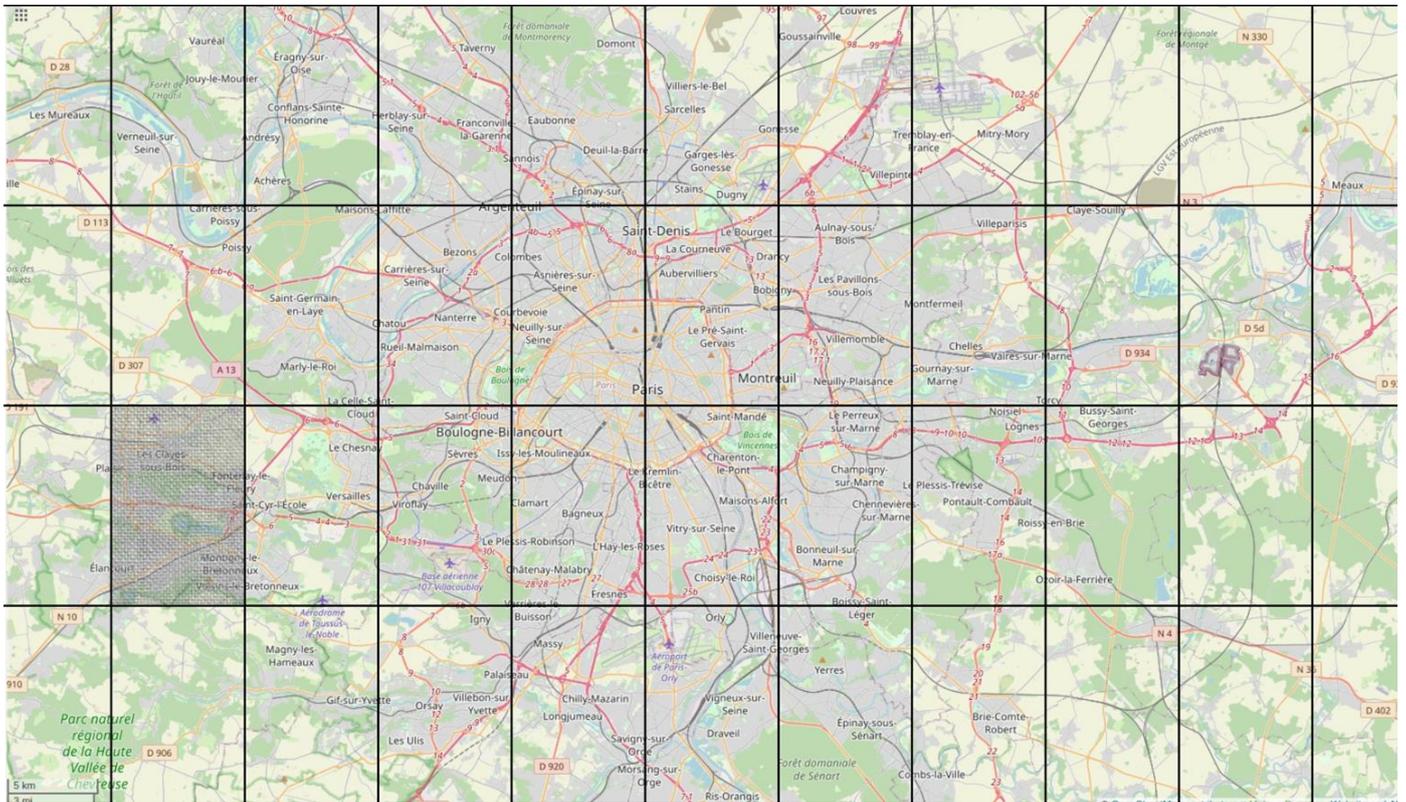


Figure 2: Discretisation des données météo disponibles et localisation des données utilisées

La Figure 3 présente la rose des vents pour Plaisir pour l'ensemble de l'année, en précisant les. Les roses des vents produites représentent les directions du vent avec ses fréquences d'apparition, en précisant les vitesses du vent pour chaque direction. Il apparaît qu'à l'échelle de l'année, les vents Sud-ouest apparaissent plus souvent. De même les directions Ouest/Sud-Ouest et Sud/Sud-Ouest ont des fréquences d'apparition qui se démarquent. La rose des vents montre également que les directions Nord-Est et Est/Nord-Est présentent une fréquence d'apparition assez importante.

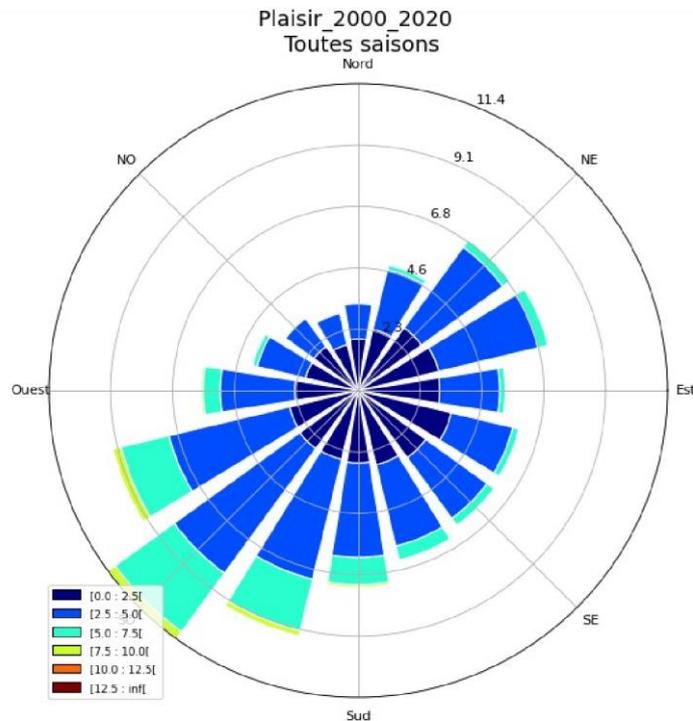


Figure 3 : Rose des vents à Plaisir pour l'ensemble de l'année

Les roses des vents sur chaque saison sont représentées Figure 4, elles permettent d'entrer un peu plus en détail sur la répartition des directions du vent :

- En hiver, les vents dominants sont Sud-Ouest, Sud/Sud-Ouest et Ouest/Sud-Ouest.

- Au printemps, on observe une plus grande homogénéité des directions de vent. Les vents de Sud-Ouest (et les directions proches) ainsi que les vents d'Est/Nord-Est prédominent malgré tout. Des vents entre le Sud et l'Est apparaissent.
- Ces orientations plus au sud se renforcent en été, le vent se décale pour venir d'une direction comprise plus fréquemment entre le Sud-Ouest et le Sud-Est.
- A l'automne, les vents Sud-Ouest sont à nouveau dominants de manière très similaire à la distribution des directions en hiver.

L'été et le printemps présentent donc des vents aux directions sont plus dispersées. Les vents d'été sont moins forts, avec des vitesses plus faibles qu'en hiver ou en automne.

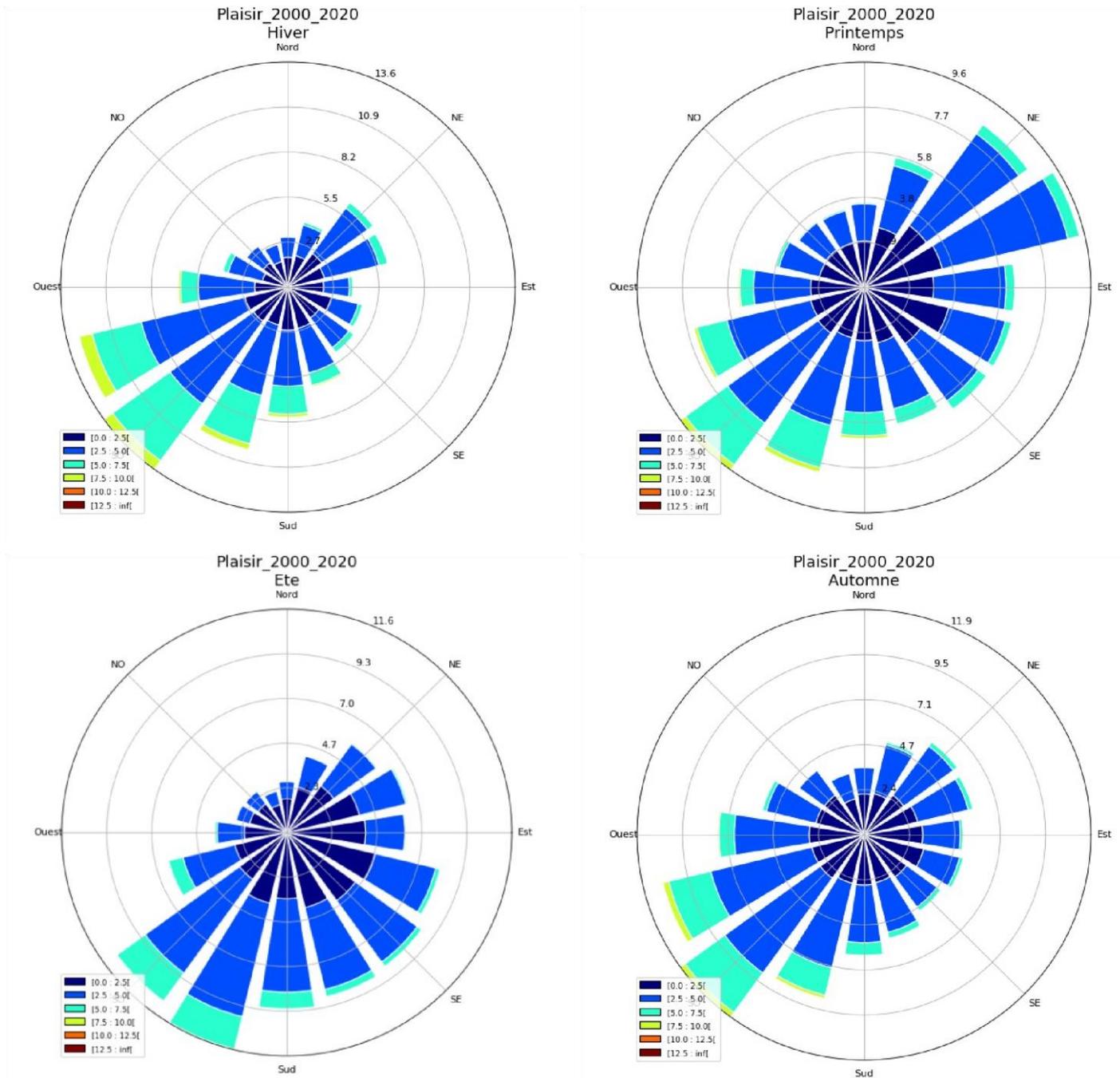


Figure 4 : Roses des vents pour chaque saison

Cette analyse de la répartition des vents par saison donne un éclairage plus précis sur la rose des vents pour l'ensemble de l'année. Elle justifie le choix incontestable de retenir la direction Sud-Ouest comme première direction principale des vents étant donné qu'on la retrouve comme étant la principale occurrence à toutes les saison. La seconde direction qui apparaît comme la plus pertinente à analyser est la direction Est/Nord-Est, qui présent une occurrence la plus forte au printemps, même si l'intensité des vents est plus modérée.

La Figure 5 représente les différentes fréquences des vitesses de vent par mois. On y représente les valeurs maximales des vitesses de vent pour chaque mois ainsi que la médiane (D05), le 9e décile (D09), le 95e centile et la moyenne des vitesses. Elle illustre la présence de vents plus forts en hiver et plus faibles en été déjà observé sur l'analyse des roses des vents par saison. Les maximums atteignent quasiment 12 m/s. Mais seulement 5 % des valeurs dépassent 6,9 m/s en janvier lorsque les vents sont en moyenne les plus forts.

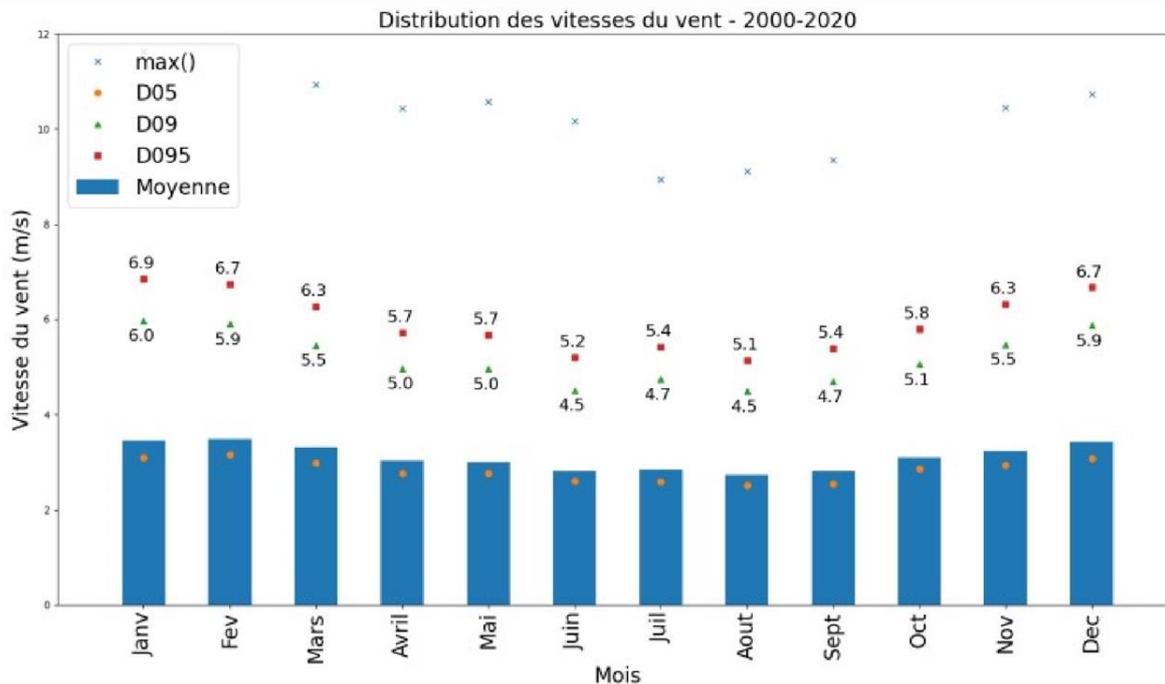


Figure 5: Vitesse du vent selon le mois de l'année

La Figure 6 nous permet le choix des vitesses du vent. On y représente les valeurs maximales pour chaque direction ainsi que la médiane (D05), la 9e décile (D09), la 95e percentile et la moyenne des vitesses. Le choix des vitesses se fait par rapport aux critères d'inconfort précédemment détaillés. On retient la fréquence de 5 % correspondant à la limite entre une situation où l'utilisateur est immobile pour de courtes durées et une situation où l'utilisateur marche normalement. Pour la vitesse de vent correspondant à cette occurrence (95^e percentile), toutes les zones où le vent sera supérieur à 3,6m/s seront donc potentiellement inconfortable.

Compte tenu du choix exposé précédemment de retenir les directions principales du vent les directions Sud-Ouest et Est/Nord-Est, les vitesses retenues pour notre étude sont :

- pour la direction Sud-Ouest : 7 m/s
- pour la direction Nord-Est-Est : 4,8 m/s

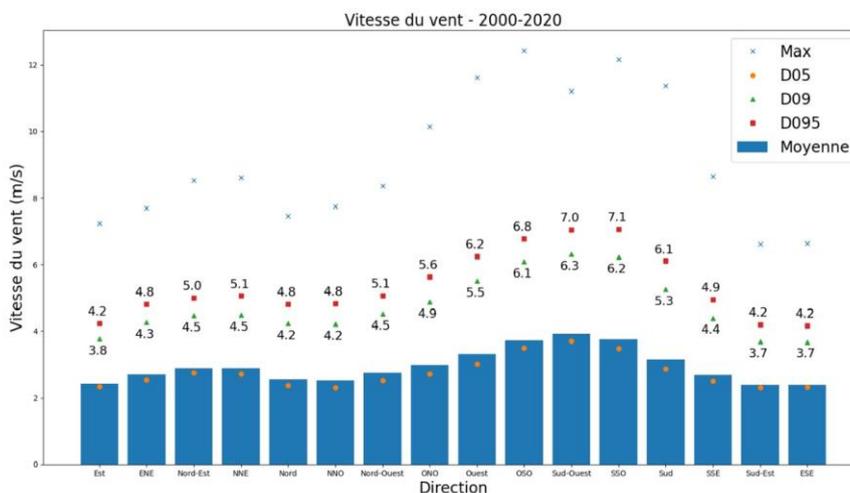


Figure 6: Vitesse du vent en fonction de sa direction

4. Mise en place des calculs.

La réalisation de l'étude requiert de modéliser l'environnement urbain étudié, puis d'en réaliser un maillage, afin de pouvoir mener à bien les calculs aérauliques.

4.1.La modélisation

La Figure 7 illustre la première modélisation 3D réalisée à partir des données fournies avant modification de la forme urbaine. La Figure 8 illustre la seconde modélisation 3D réalisée à partir des données fournies après modification de la forme urbaine. Dans les deux modélisations les bâtiments présents au-delà de la zone d'étude ont été pris en compte afin de bien représenter leur influence sur l'écoulement du vent au sein de la zone d'étude.



Figure 7 : Modélisation 3D du domaine d'étude

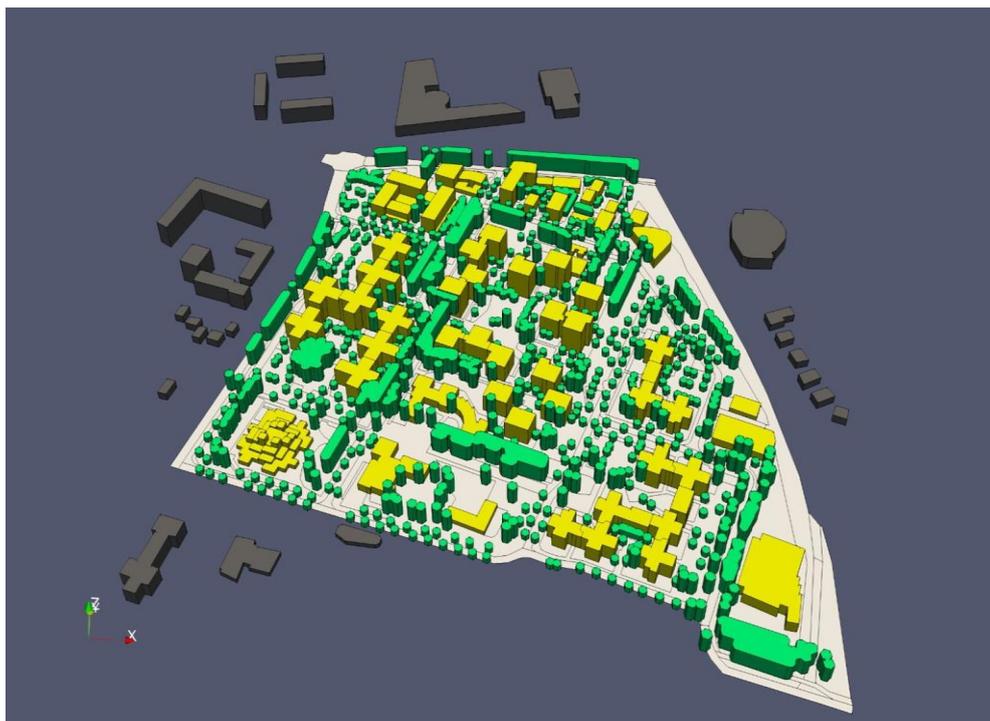


Figure 8 : Modélisation 3D du nouveau domaine d'étude

4.2. Le maillage

Les deux maquettes ont été insérées dans une veine numérique de 900m x 900m de dimension et de hauteur 130m. Les mailles sont tétraédriques de 3m coté. La veine comporte 370874 mailles volumiques, la zone d'étude comporte quant à elle 85039 mailles. En moyenne la distance entre chaque points de calculs est de 3m.

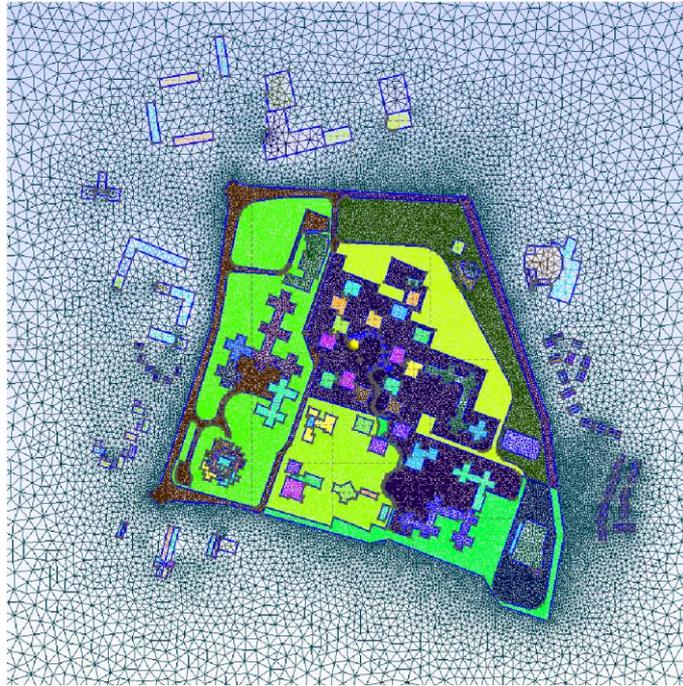


Figure 9 : Maillage surfacique de l'état actuel, vue du dessus

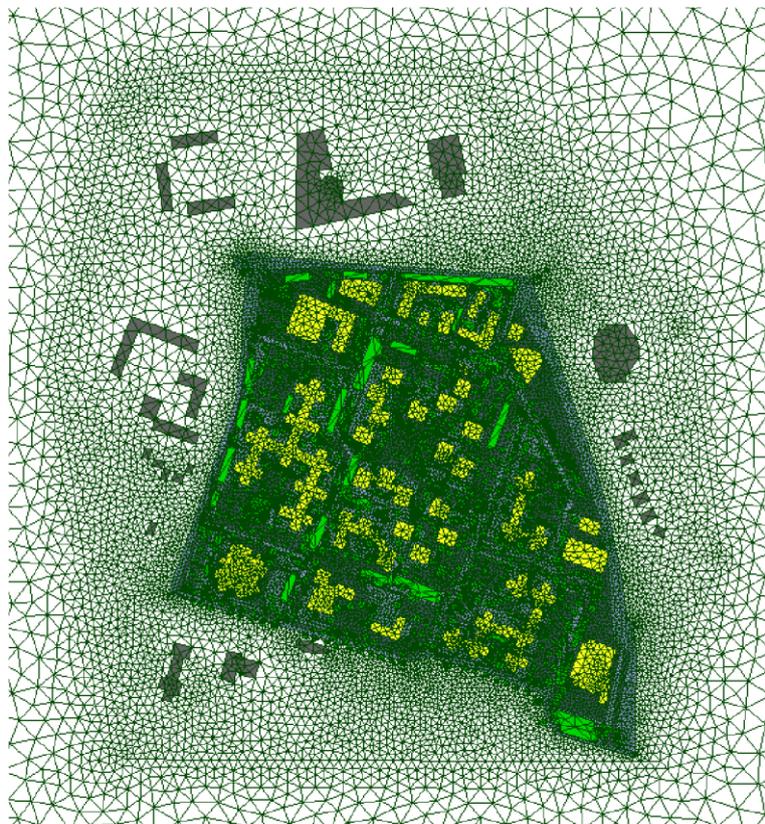


Figure 10 : Maillage surfacique de l'état projeté, vue du dessus

4.3. La réalisation de la simulation

Les simulations numériques sont menées en utilisant SOLENE-microclimat. SOLENE-microclimat est un outil de simulation qui permet de retranscrire finement le climat urbain et l'influence des choix d'aménagement sur les conditions climatiques d'un quartier.

SOLENE-microclimat réalise le couplage entre les différents phénomènes physiques régissant le climat (Figure 11) : ensoleillement, écoulement du vent, transferts thermiques dans les parois. Appliqué à l'échelle du quartier, il permet de représenter, heure par heure, l'évolution du climat au cours d'épisodes caniculaires. La prise en compte du végétal sous ses différents aspects (arbres, pelouse, toitures et façades végétalisées, ...), tout comme celle des surfaces humidifiées ou celle du choix des matériaux de construction permet de quantifier l'efficacité des solutions de rafraîchissement urbain. Les simulations peuvent être réalisées avec des conditions climatiques adaptées à l'étude à mener. En particulier il est aisé d'intégrer des conditions climatiques intégrant des scénarios prospectifs du changement climatique à l'horizon 2050/2070.

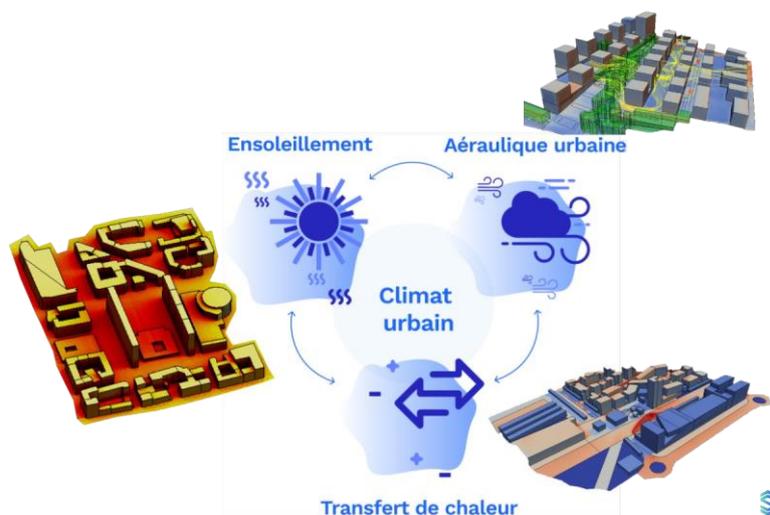


Figure 11 : Couplage des phénomènes physiques réalisées dans SOLENE-microclimat

Développé au CRENAU, laboratoire de l'école d'architecture de Nantes, SOLENE-microclimat est l'outil français de référence dans le monde de la recherche sur la thématique du climat urbain à l'échelle du quartier. Cet outil de simulation a donc fait l'objet de nombreuses publications scientifiques notamment pour des travaux de validation de la bonne restitution des phénomènes physiques représentés (Athamena, 2018 ; Azam, 2018 ; Henon, 2012a ; Henon, 2012b ; Malys, 2012). La représentation fine du projet d'aménagement en 3 dimensions permet une vulgarisation aisée des résultats de simulation à l'intention des publics non-experts.

Pour cette étude centrée sur l'évaluation de l'écoulement aérodynamique au sein du quartier, seule la partie atmosphérique de SOLENE-microclimat est mise en œuvre. Elle permet la résolution des équations de Navier-Stokes décrivant les lois de la mécanique des fluides. La résolution de ces équations se fait en utilisant les méthodes RANS (Reynolds-Averaged Navier-Stokes) et la méthode des volumes finis. Le modèle de turbulence permettant la fermeture des équations est le modèle de turbulence $k - \epsilon$ standard en régime permanent.

5. Résultats bruts

5.1. Comparaison de l'état actuel et de l'état projeté



Figure 12 : Bâtiments de l'état actuel

Figure 13 : Bâtiments de l'état projeté

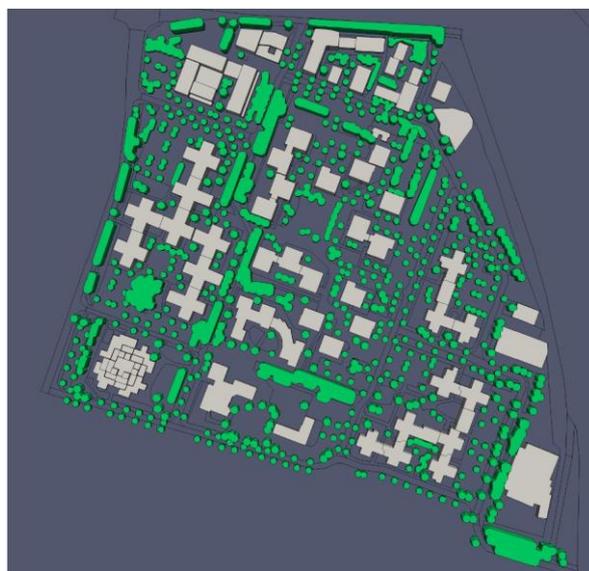
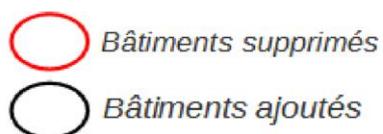


Figure 14 : Bâtiments avec les arbres de l'état projeté

Les Figures 12 et 13 identifient les modifications majeures de la forme urbaine (entourées en noir et rouge) qui ont principalement lieu au nord et à l'ouest du quartier.

La prise en compte des arbres sur la nouvelle maquette aura notamment un impact sur le rayonnement cumulé et le nombre d'heures d'ensoleillement.

5.2.Vent Sud-Ouest

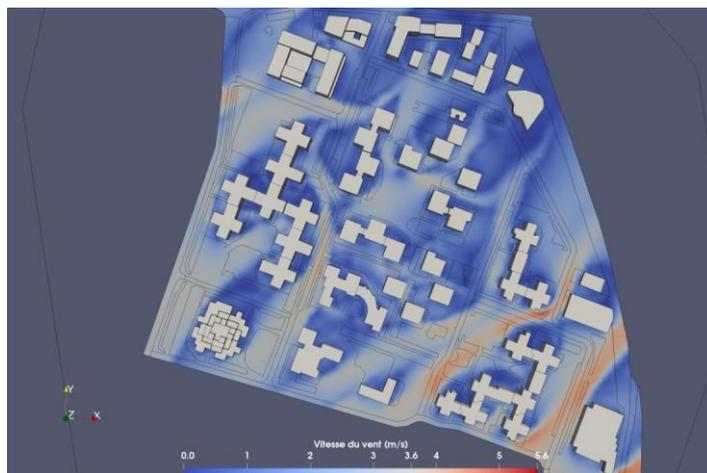
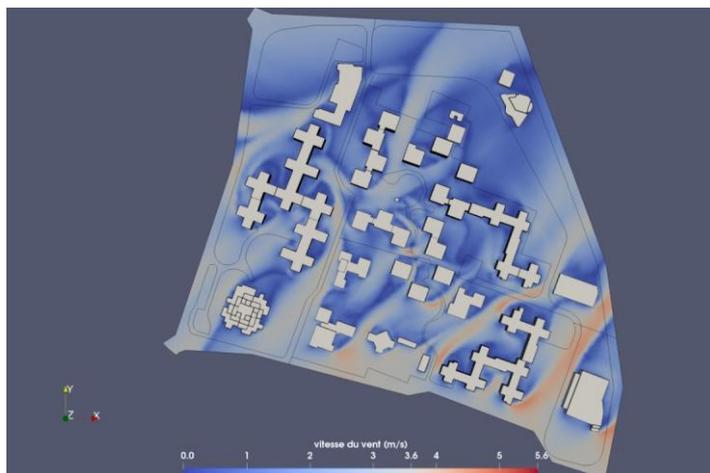


Figure 15 : Cartographie des vitesses de vent pour un vent incident de 3.6 m/s de direction Sud-Ouest de l'état actuel

Figure 16: Cartographie des vitesses de vent pour un vent incident de 3.6 m/s de direction Sud-Ouest de l'état projeté

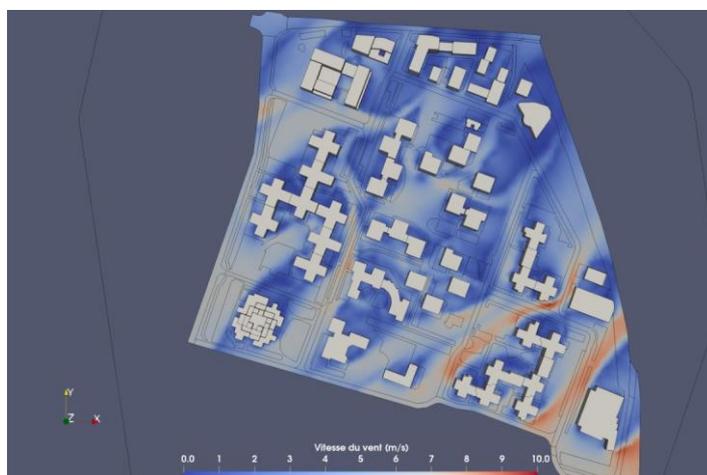
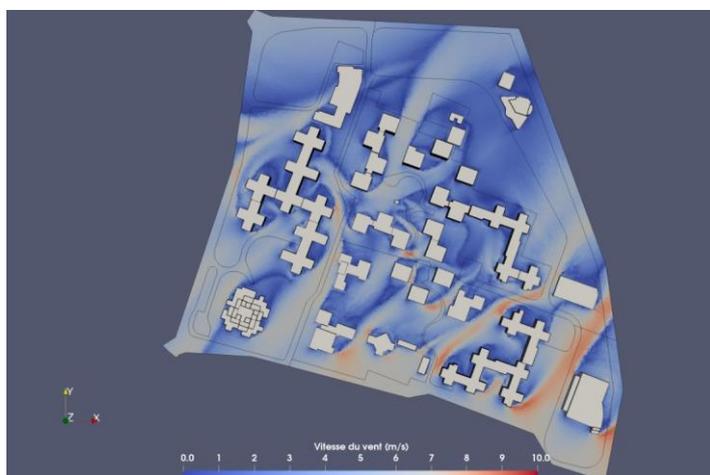


Figure 17 : Cartographie des vitesses de vent pour un vent incident de 7.0 m/s de direction Sud-Ouest de l'état actuel

Figure 18 : Cartographie des vitesses de vent pour un vent incident de 7.0 m/s de direction Sud-Ouest de l'état projeté

Sur les deux maquettes la distribution des vitesses pour un vent incident de Sud-Ouest n'est pas très différente lorsque la vitesse du vent incident varie. Les cartographies de la distribution de vitesse pour un vent de 7.0m/s (Figure 17 et Figure 18) présentent donc une allure très similaire à celles pour un vent de 3.6 m/s (Figure 15 et Figure 16).

Les Figure 19 et Figure 20 mettent en évidence les zones d'accélération du vent. Les modifications de la forme urbaine réalisées n'ont pas modifié les deux couloirs d'accélération de vent (zones entourées en rouge) au Sud-Est de la zone d'étude où la vitesse du vent augmente de 50 %. Cependant un couloir de vent existant s'intensifie légèrement (flèche en rouge). De plus, par l'ouverture de la rue à l'ouest du quartier, on observe deux nouveaux couloirs de vent secondaires (flèches en orange) où la vitesse du vent augmente de 25 %. De plus, l'ajout des bâtiments au nord, dévie le couloir de vent secondaire vers l'intérieur du quartier (flèches en jaune). Enfin, les anciens couloirs de vent secondaires (flèches en noirs) sont quant à eux inchangés. Un couloir de vent secondaire est néanmoins supprimé par la modification de la forme urbaine.

Ainsi pour cette direction de vent, la modification de la forme urbaine vient légèrement dégrader le confort aérodynamique en hiver mais l'améliorer en été.

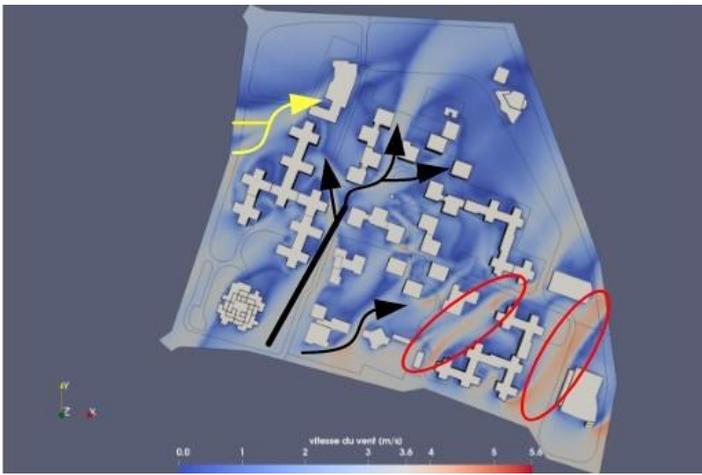


Figure 19 : Identification des zones d'accélération du vent de l'état actuel

- ▶ Couloir d'accélération secondaire existant
- ▶ Couloir d'accélération principal créé
- ▶ Couloir d'accélération secondaire supprimé

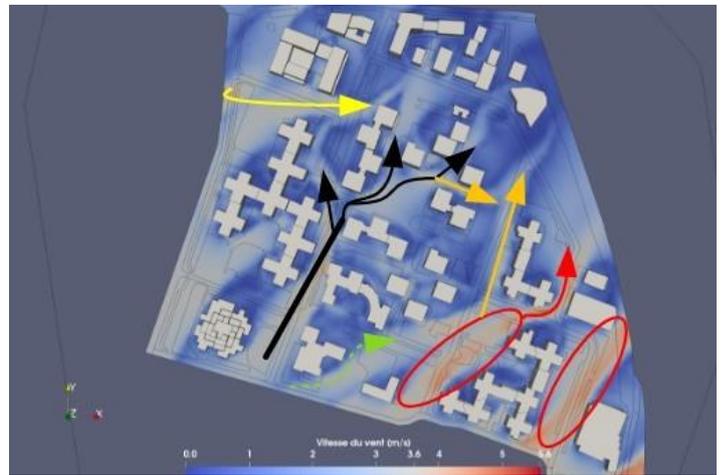


Figure 20 : Identification des zones d'accélération du vent de l'état projeté

- Zone d'accélération principale intensifiée
- ▶ Couloir d'accélération secondaire créé
- ▶ Couloir d'accélération secondaire dévié

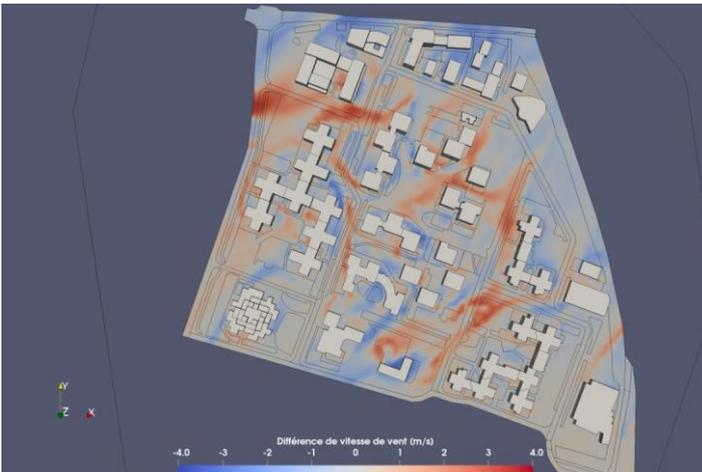


Figure 21 : Différence de vitesse vent : état projeté – état actuel

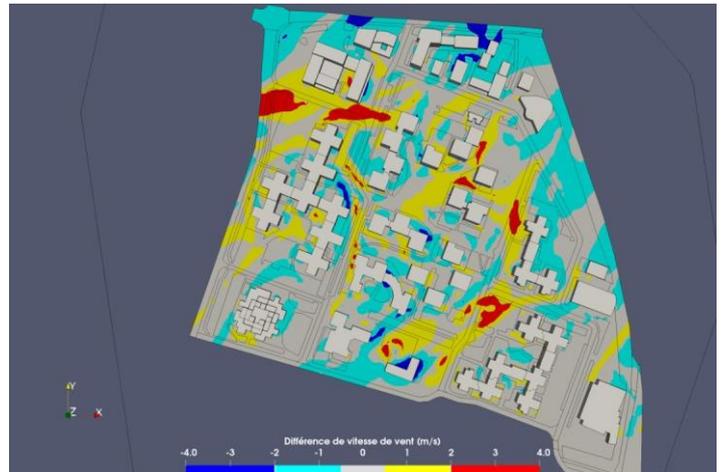


Figure 22 : Différence de vitesse vent discrétisée : état projeté – état actuel

Sur la Figure 22, on peut observer les endroits où la modification de la forme urbaine a ralenti (en bleu) et où elle a accéléré (en rouge) le vent venu du Sud-Ouest à 3.6m/s.

Ainsi sur la partie nord du quartier, avec l'ajout de nouveaux bâtiments, on a ralenti le vent. Mais ces nouveaux bâtiments ont tout de même contribué à intensifier un couloir de vent existant à l'Est et de dévier un couloir existant au Nord-Est du quartier dégradant le confort aéraulique avec une vitesse augmentant de 50%. Avec l'ouverture d'un nouveau couloir à l'est du quartier, on voit ici aussi que l'on accélère de façon significative le vent à la fois sur la partie est mais également au centre du quartier.

Les Figure 22 et Figure 21 confirment que pour cette direction de vent, la modification de la forme urbaine a dégradé le confort aéraulique en hiver.

5.3.Vent Est/Nord-Est

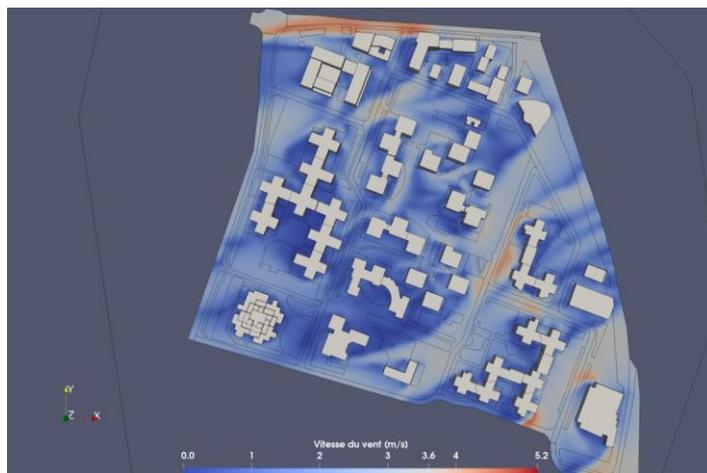
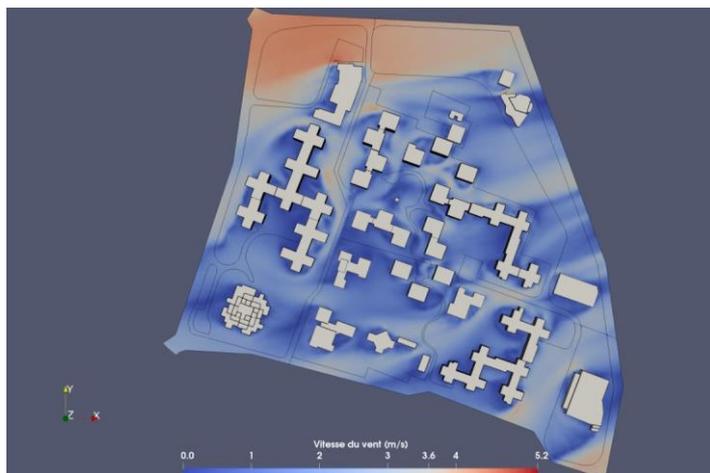


Figure 23 : Cartographie des vitesses de vent pour un vent incident de 3.6 m/s de direction Est/Nord-Est de l'état actuel

Figure 24 : Cartographie des vitesses de vent pour un vent incident de 3.6 m/s de direction Est/Nord-Est de l'état projeté

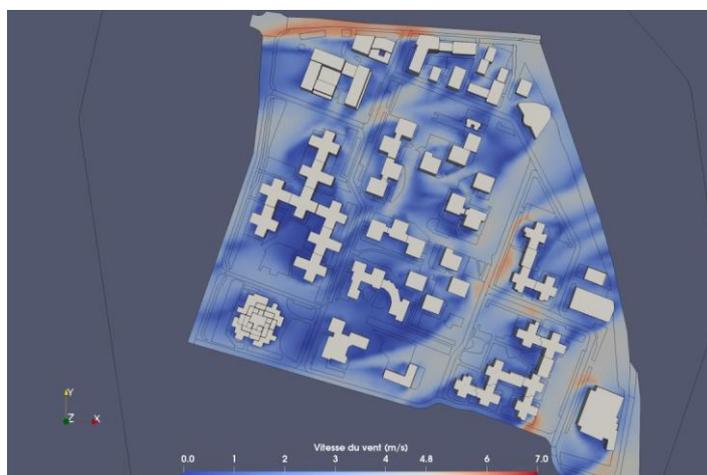
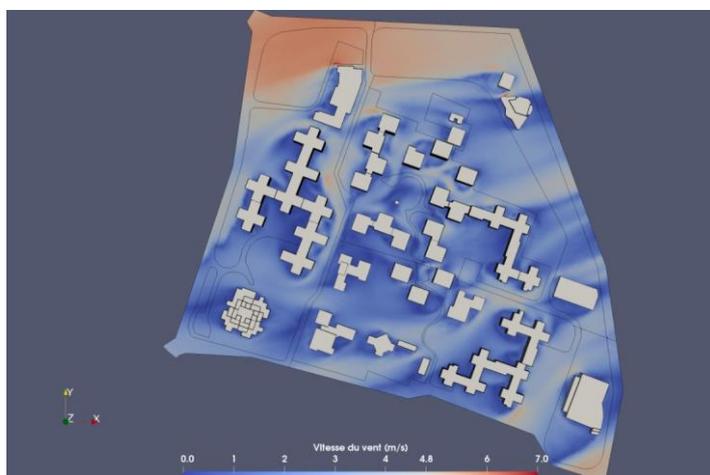


Figure 25 : Cartographie des vitesses de vent pour un vent incident de 4.8 m/s de direction Est/Nord-Est de l'état actuel

Figure 26 : Cartographie des vitesses de vent pour un vent incident de 4.8 m/s de direction Est/Nord-Est de l'état projeté

Sur les deux maquettes, la distribution des vitesses pour un vent incident de l'Est/Nord-Est n'est pas très différente lorsque la vitesse du vent incident varie. Les cartographies de la distribution de vitesse pour un vent de 7.0m/s (Figure 25 et Figure 26) présentent donc une allure très similaire à celles pour un vent de 3.6 m/s (Figure 23 et Figure 24).

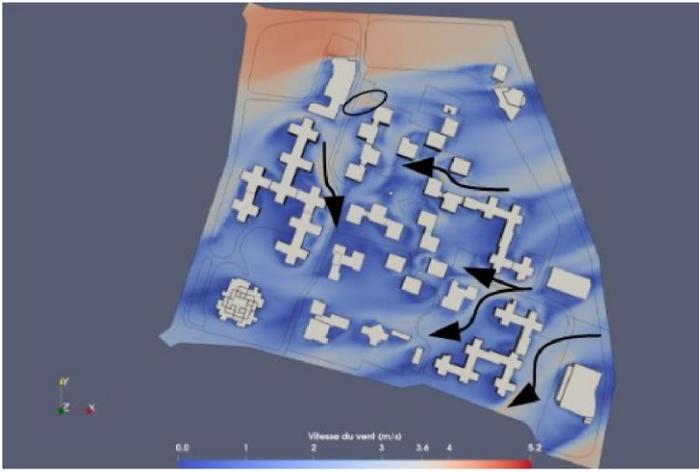


Figure 27 : Identification des zones d'accélération du vent sur l'état actuel

-  Couloir d'accélération secondaire existant
-  Couloir d'accélération principal crée
-  Couloir d'accélération secondaire supprimé

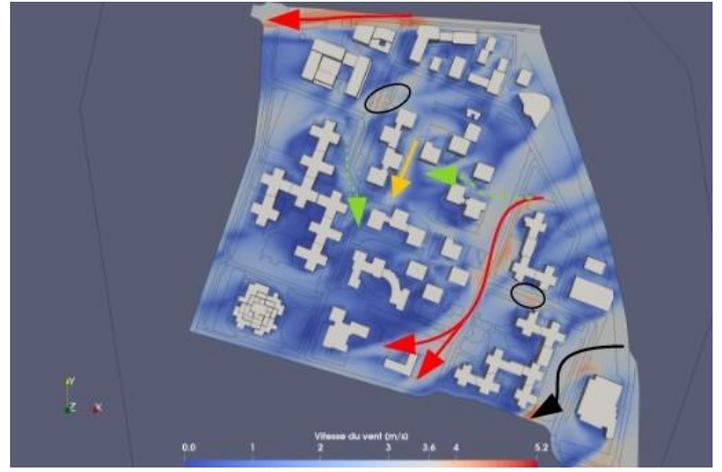


Figure 28 : Identification des zones d'accélération du vent sur l'état projeté

-  Zone d'accélération localisée
-  Couloir d'accélération secondaire crée

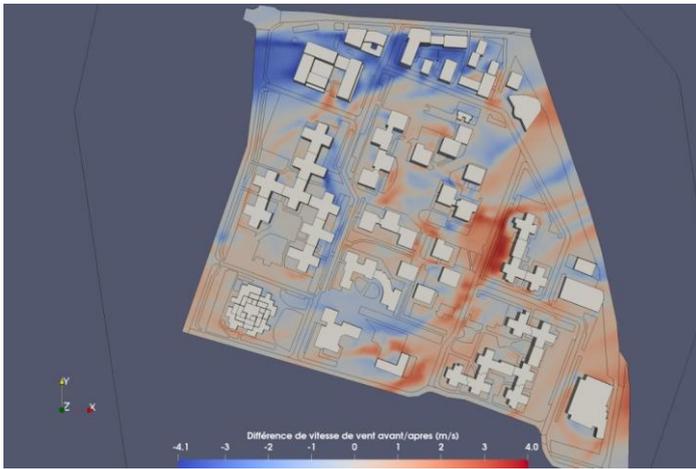


Figure 29 : Différence de vitesse vent : état projeté – état actuel

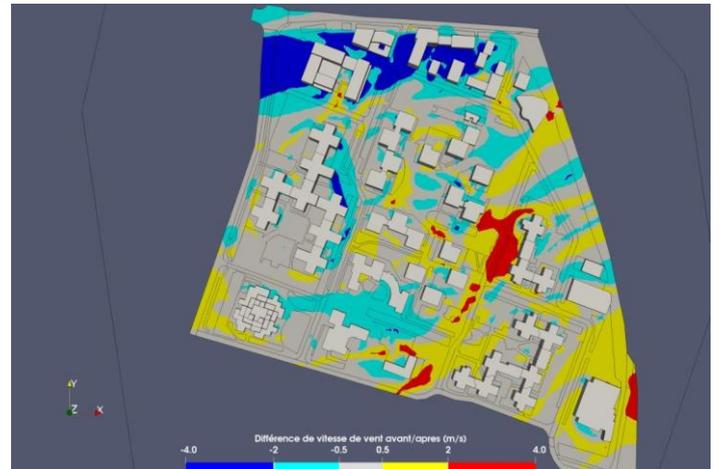


Figure 30 : Différence de vitesse vent discrétisée : état projeté – état actuel

Auparavant, cette direction de vent ne mettait en évidence aucun couloir d'accélération principal du vent au sein du quartier et quatre couloirs d'accélérations secondaires représentés par des flèches noires sur la Figure 27 . Avec la modification de la forme urbaine, on voit apparaître 2 couloirs d'accélérations principaux représentés en rouge où la vitesse augmente jusqu'à 50% et 1 couloir d'accélération secondaire en orange où la vitesse augmente de 25 % (Figure 28). D'autres zones d'accélération plus localisées s'instaurent aussi aux angles de quelques bâtiments représentés par des ellipses noires. On voit néanmoins que deux couloirs secondaires ont été supprimés (flèches en pointillés verts). Ainsi, l'ouverture de nouveaux couloirs d'accélération de vent par la modification urbaine vient détériorer le confort thermique en hiver mais améliorer celui en été.

Sur la Figure 30, on peut observer les endroits où la modification de la forme urbaine a ralenti (en bleu) et où on a accéléré (en rouge) le vent venu d'Est/Nord-Est à 3.6m/s.

Ainsi sur la partie Nord Ouest du quartier, avec l'ajout de nouveaux bâtiments, on a en effet fortement ralenti le vent. Cependant, avec l'ouverture d'un nouveau couloir, on voit qu'on accélère de façon significative le vent sur la partie Est du quartier.

Cette carte confirme que pour cette direction de vent, la modification de la forme urbaine a légèrement dégradé le confort aéraulique en hiver au centre et à l'est du quartier, et l'a amélioré à l'ouest et au nord du quartier.

6. Identification de la contribution de la forme urbaine à l'inconfort au vent

6.1. Vent Sud-Ouest

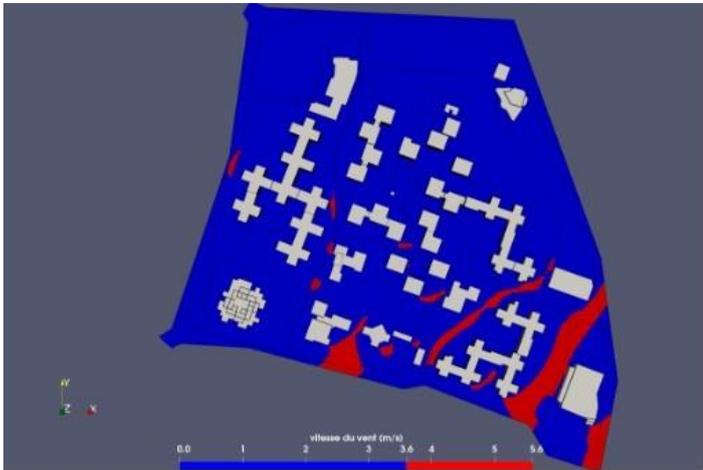


Figure 31 : Vitesses du vent supérieures à la vitesse incident (3,6 m/s) pour la direction de vent incident Sud-Ouest de l'état actuel

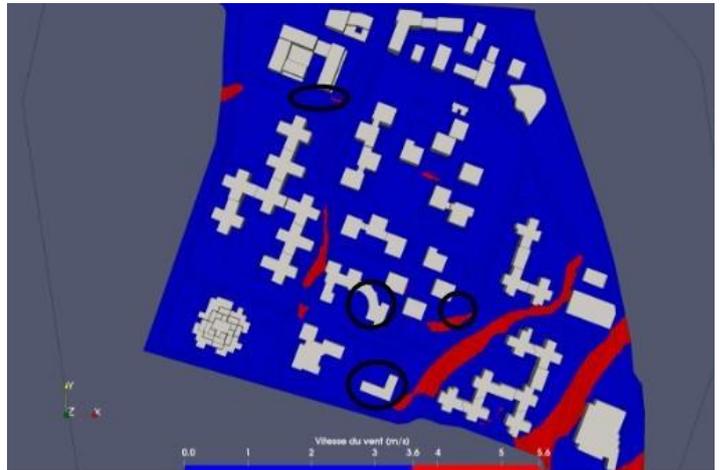


Figure 32 : Vitesses du vent supérieures à la vitesse du vent incident (3,6 m/s) pour la direction de vent incident Sud-Ouest de l'état projeté

○ Modification urbaine responsable de la détérioration du confort aéraulique

Afin de mettre en évidence la contribution de la forme urbaine à l'inconfort aux vents forts, les résultats de la simulation réalisée avec un vent de 3.6 m/s sont analysés en mettant en évidence les vitesses au sein du quartier qui dépassent 3.6 m/s (Figure 31 et Figure 32)). Les accélérations intensifiées dans l'état projeté trouvent leur cause dans la modification de la forme urbaine au niveau des ellipses noires du fait de la forme urbaine qui réduit la surface dans laquelle le vent peut s'écouler.

6.2.Vent Est/Nord-Est

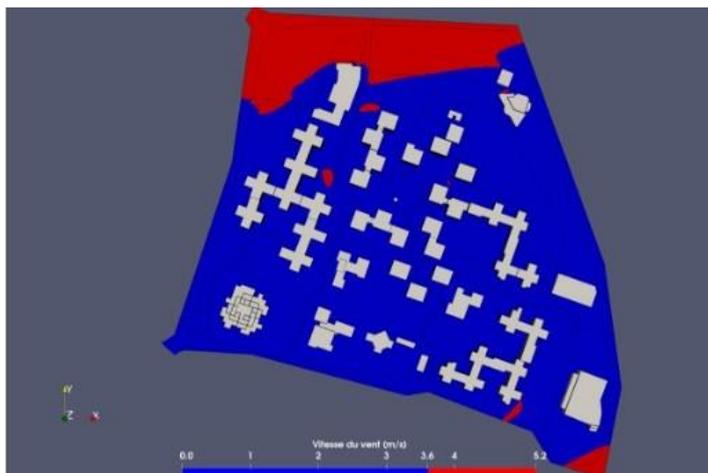


Figure 33: Vitesses du vent supérieures à la vitesse du vent incident (3,6 m/s) pour la direction de vent incident Est/Nord-Est sur l'état actuel

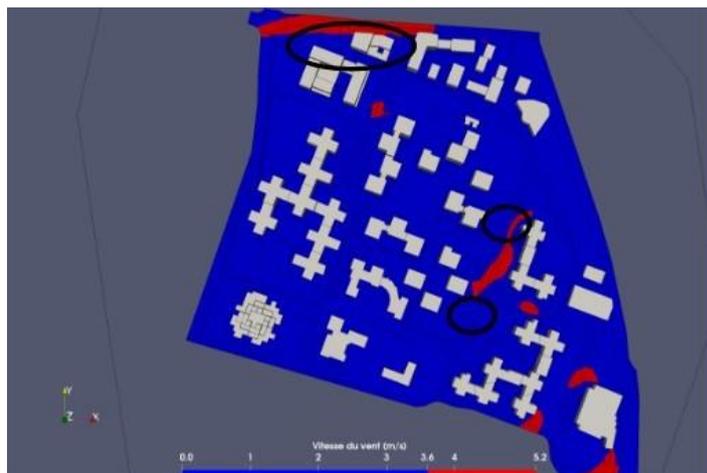


Figure 34: Vitesses du vent supérieures à la vitesse du vent incident (3,6 m/s) pour la direction de vent incident Est/Nord-Est sur l'état projeté

○ Modification urbaine responsable de la détérioration du confort aéraulique

Pour la direction de vent incident Est/Nord-Est, auparavant la forme urbaine du quartier ne générant aucune accélération particulière du vent (Figure 33). Cependant avec l'ouverture du couloir par la suppression des bâtiments (représentés par des ellipses noires sur la Figure 34), un couloir d'accélération est créé. Malgré la légère détérioration du confort aéraulique pour l'état projeté, la majorité de la zone d'étude le vent est donc plutôt ralenti, du fait des façades de bâtiments en amont de la zone qui couvrent la quasi-totalité de la section perpendiculaire à la direction du vent incident.

7. Identification des zones inconfortables

Au-delà des zones identifiées comme faisant l'objet d'une accélération du vent, il est nécessaire d'identifier les zones qui seront sujettes à un vent inconfortable pour des vents de plus forte intensité ainsi que les zones qui restent confortables malgré ces vents plus forts.

7.1. Vent Sud-Ouest

Les Figure 35 et Figure 36, présentent la distribution des vitesses pour un vent incident d'une vitesse limite (7,0 m/s) pour laquelle la vitesse du vent est supérieure 5 % du temps pour la direction Sud-Ouest. Ces distributions ont déjà été présentées ci-dessus, ici elles sont proposées sous une forme mettant en évidence :

- ⑩ les zones où la vitesse du vent dépasse la vitesse du vent incident.
- ⑩ les zones où la vitesse du vent reste inférieure à la vitesse du vent permettant un confort suffisant.

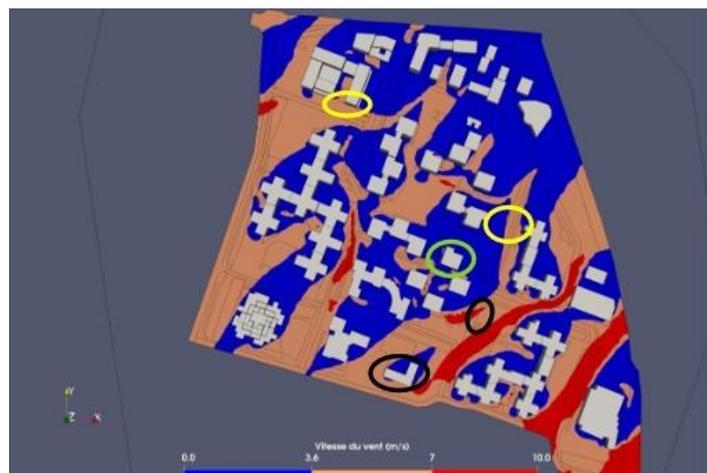
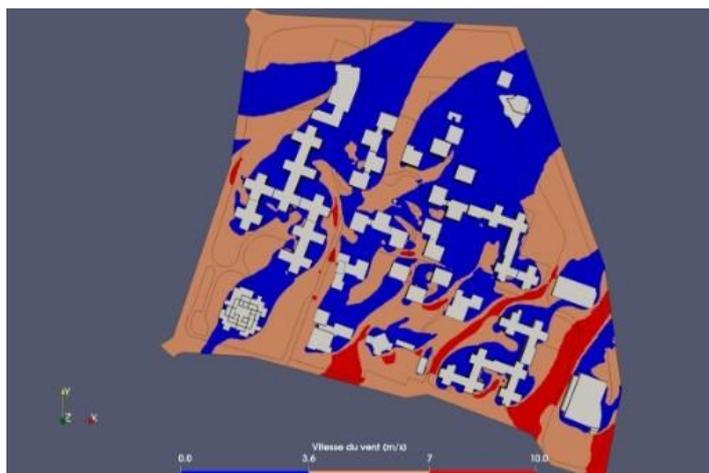


Figure 35 : Vitesses du vent supérieures à la vitesse du vent incident (7,0 m/s) et vitesses inférieures à la vitesse limite du confort (3,6 m/s) pour la direction de vent incident Sud-Ouest sur l'état actuel

Figure 36 : Vitesses du vent supérieures à la vitesse du vent incident (7,0 m/s) et vitesses inférieures à la vitesse limite du confort pour la direction de vent incident Sud-Ouest sur l'état projeté

- | | | | |
|--|--|--|---|
|  | Modification urbaine responsable d'une protection aéraulique insuffisante |  | Protection aéraulique suffisante |
|  | Modification urbaine responsable de la détérioration du confort aéraulique |  | Protection aéraulique insuffisante |
|  | Modification urbaine responsable d'amélioration du confort aéraulique |  | Accélération du vent par la forme urbaine |

On constate ici aussi une légère intensification des couloirs d'accélération du vent. Les zones où le vent reste d'une intensité permettant un confort suffisant, se trouvent principalement en aval des bâtiments, mais aussi en amont, aux endroits correspondant aux points d'arrêts du vent. La conjonction des deux phénomènes, lorsque des bâtiments se situent juste en aval du sillage d'un autre, contribue à disposer de plus larges espaces qui restent confortables. Cela peut néanmoins être au détriment du potentiel de ventilation naturelle. Ce point doit constituer un point de vigilance à avoir afin de bénéficier d'un confort suffisant à l'intérieur du bâtiment au cours d'éventuelles périodes de canicules.

Sur la Figure 36, pour la direction de vent Est/Nord-Est on identifie par des ellipses noires les modifications de la forme urbaine responsables de la détérioration du confort aéraulique et par des ellipses vertes celles responsables de l'amélioration du confort aéraulique.

7.2. Vent Est/Nord-Est

Les Figure 37 et Figure 38 présentent la distribution des vitesses pour un vent incident d'une vitesse limite (4,8 m/s) pour laquelle la vitesse du vent est supérieure à 5 % du temps pour la direction Est/Nord-Est. Ces distributions sont déjà présentées ci-dessus, ici elles sont proposées sous une forme mettant en évidence :

- ⑩ les zones où la vitesse du vent dépasse la vitesse du vent incident.
- ⑩ les zones où la vitesse du vent reste inférieure à la vitesse du vent, permettant donc un confort suffisant.

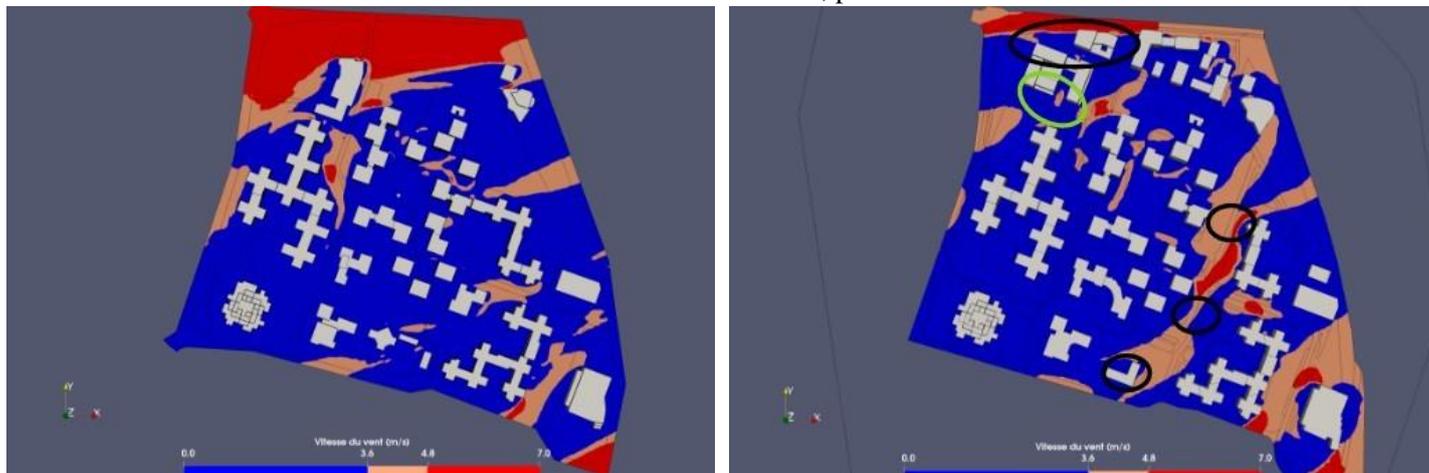


Figure 37 : Vitesses du vent supérieures à la vitesse du vent incident (4,8 m/s) et vitesses inférieures à la vitesse limite du confort (3,6 m/s) pour la direction de vent incident Est/Nord-Est sur l'état actuel

Figure 38 : Vitesses du vent supérieures à la vitesse du vent incident (4,8 m/s) et vitesses inférieures à la vitesse limite du confort (3,6 m/s) pour la direction de vent incident Est/Nord-Est sur l'état projeté

- Modification urbaine responsable de la détérioration du confort aéraulique
- Modification urbaine responsable d'amélioration du confort aéraulique
- Protection aéraulique suffisante
- Protection aéraulique insuffisante
- Accélération du vent par la forme urbain

On constate un nombre supérieur de zones d'accélération du vent, même si les zones où le vent reste d'une intensité permettant un confort suffisant sont majoritaires.

Sur la Figure 38, pour la direction de vent Est/Nord-Est on identifie par des ellipses noires les modifications de la forme urbaine responsables de la détérioration du confort aéraulique et par des ellipses vertes celles responsables de l'amélioration du confort aéraulique.

8. Conclusion Aéraulique

Le quartier de Valibout à Plaisir a été étudié dans son état actuel et dans son état projeté pour deux directions principales de vent. Les zones d'accélération du vent liées à la forme urbaine ont été identifiées, ainsi que les zones qui ne sont pas en conditions de confort dans les situations de vents forts. Nous concluons cette étude aéraulique avec les préconisations suivantes :

Préconisations : déperditions thermiques des bâtiments



○ Bâtiments exposés aux vents : limiter les décrochements de façades (saillies des balcons, etc.) pour réduire les déperditions. Un espace tampon (loggias vitrées par ex.) sur les façades nord et est pourrait être envisagé (en neuf ou en rénovation).

○ Bâtiments très exposés : espaces tampons indispensables sur les façades nord et est

Préconisations : confort thermique extérieur

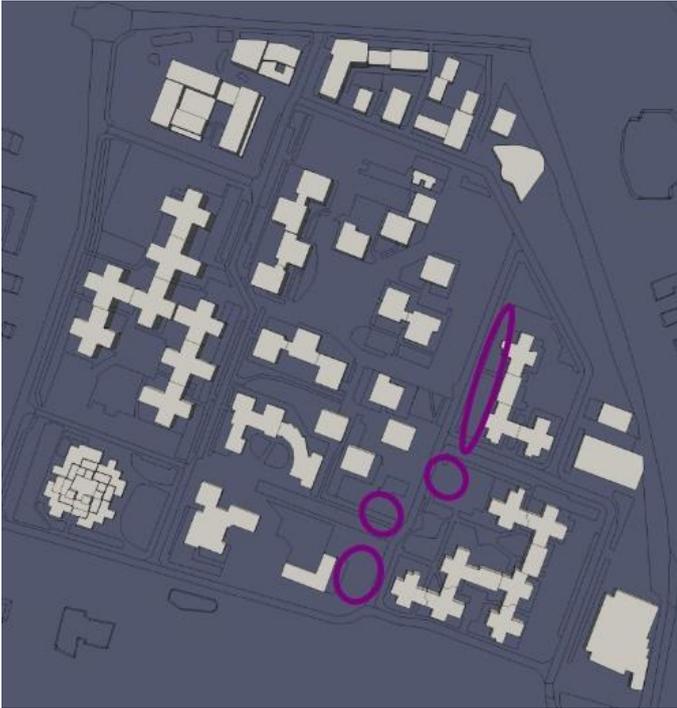


○ Haies brise-vent à positionner perpendiculairement aux façades pour abriter les terrasses ou les sorties piétonnes.

○ Haies brise-vent en bordure de parcelle pour abriter les circulations autour des bâtiments

○ Risque « d'effet de coin » : éviter les décrochements en RDC et l'ouverture de porches exposés nord et est

Préconisations : confort thermique extérieur



Zones très exposées indépendamment de la direction du vent et thermiquement inconfortables en hiver : le positionnement de brise-vent (maçonnés ou végétaux) est indispensable

1. Résultats bruts

1.1. Comparaison de l'état actuel et de l'état projeté

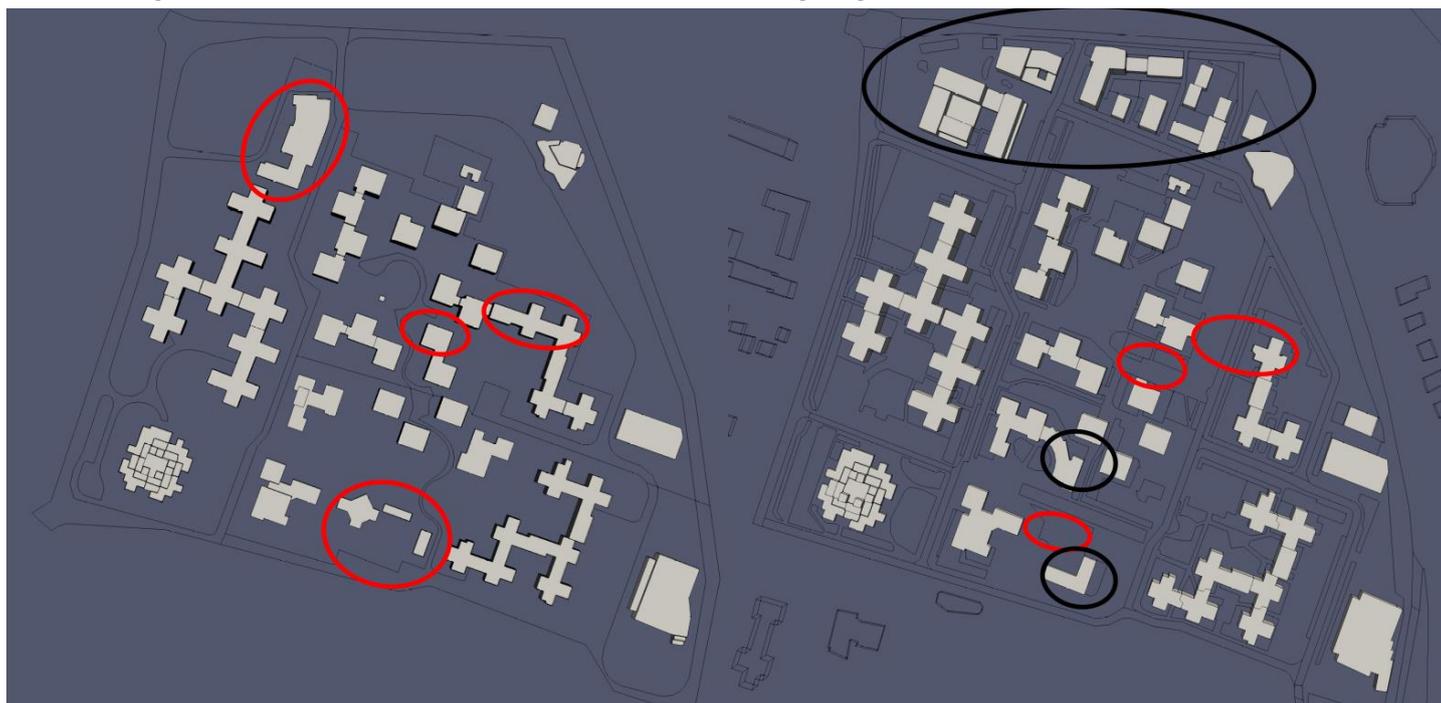


Figure 12 : Bâtiments de l'état actuel

Figure 13 : Bâtiments de l'état projeté

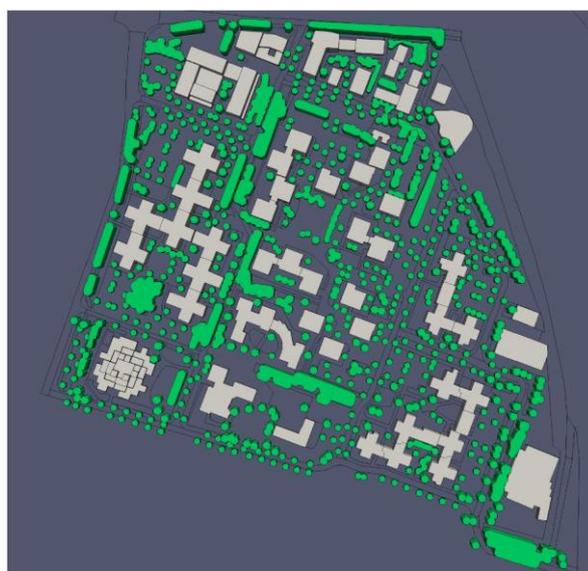
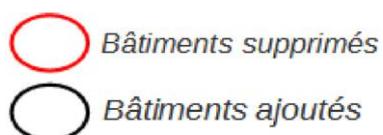


Figure 14 : Bâtiments avec les arbres de l'état projeté

Les Figures 12 et 13 identifient les modifications majeures de la forme urbaine (entourées en noir et rouge) qui ont principalement lieu au nord et à l'ouest du quartier.

La prise en compte des arbres sur la nouvelle maquette aura notamment un impact sur le rayonnement cumulé et le nombre d'heures d'ensoleillement.

1.2. Nombre d'heure d'ensoleillement

L'ensoleillement est observé aux solstices pour une journée parfaitement ensoleillée. Ainsi, l'étude sur le 21 décembre qui représente le jour le plus court de l'année, et le 21 juin qui représente le jour le plus long de l'année, permet de déterminer les zones ne recevant peu voire pas de soleil direct.

1.2.1. Au niveau de bâtiments

Les Figures 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, et 22, présentent les résultats du nombre d'heure d'ensoleillement reçu par chaque surface le 21 décembre pour différents angles de vue.

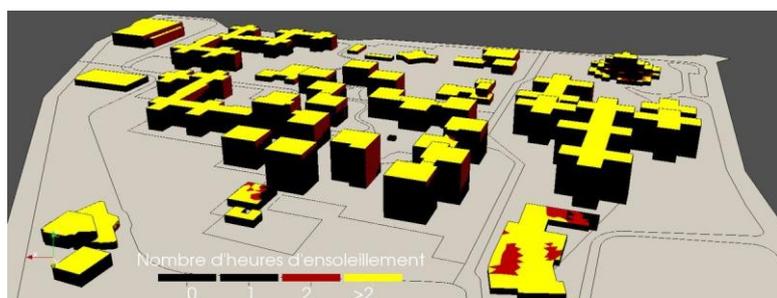


Figure 15 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les bâtiments le 21 décembre (vue des façades Nord) - état actuel

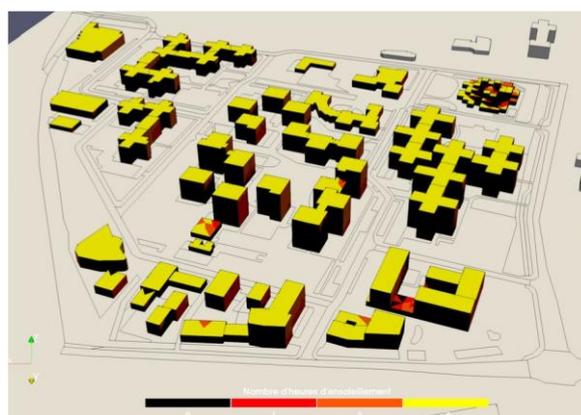


Figure 16 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les bâtiments le 21 décembre (vue des façades Nord) - état projeté

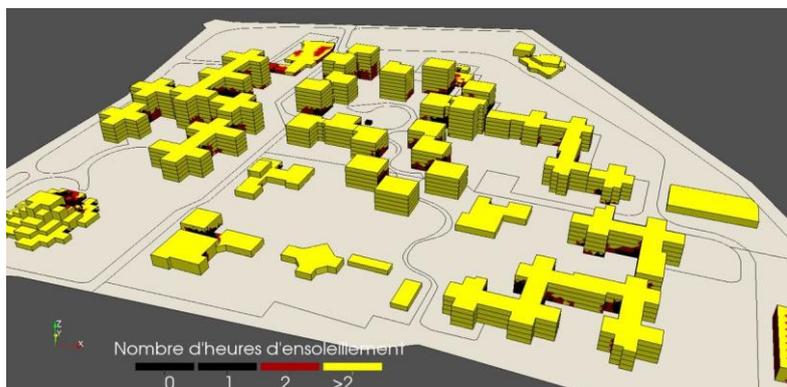


Figure 17 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les façades de bâtiments le 21 décembre (vue des façades Sud) – état actuel

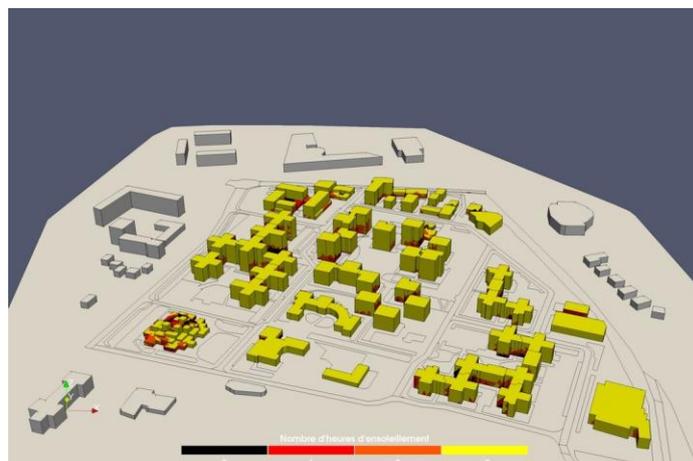


Figure 18 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les façades de bâtiments le 21 décembre (vue des façades Sud) – état projeté

Du fait de la position basse du soleil en hiver, les faces nord des bâtiments ne reçoivent pas de soleil direct (Figures 15 et 16). Alors que la majorité des façades sud reçoivent plus de 2h d'ensoleillement, quelques bas étages dans le centre, sont à moins de deux heures d'ensoleillement direct (Figures 17 et 18). Éviter ces situations passe par une attention particulière apportée conjointement à la distance des bâtiments les uns par rapport aux autres et à la hauteur de bâtiments et ce notamment pour les bâtiments à construire par rapport aux bâtiments existants.

Les façades Ouest perçoivent un minimum de 2h de soleil direct pour la plupart (Figure 19), sauf certains cas comme les bâtiments en forme de croix. Du fait de leur géométrie, ces bâtiments créent de l'ombre à leurs propres surfaces sans pour autant impacter les autres bâtiments. Cette caractéristique de la géométrie est aussi visible pour les faces Est (Figure 21). Pour les façades des bâtiments, la situation est globalement inchangée pour les deux cas, on passe de 34 % à 33 % de façades qui ne reçoivent pas de soleil, et de 6 % à 7 % qui reçoivent moins de 1h de soleil dans la journée. Des choix en termes de forme de bâtiments pourraient amener à améliorer ce constat.

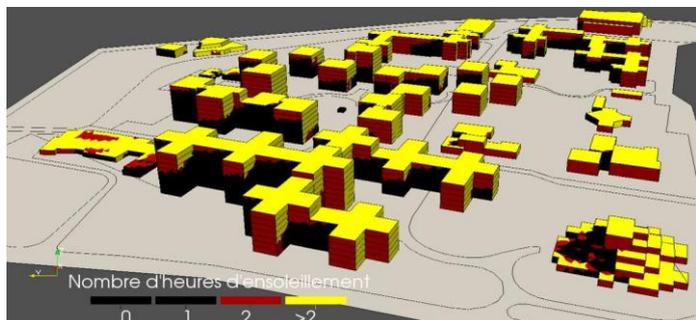


Figure 19 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les façades de bâtiments le 21 décembre (Vue des façades Ouest) état actuel



Figure 20 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les façades de bâtiments le 21 décembre (Vue des façades Ouest) état projeté



Figure 21 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les façades de bâtiments le 21 décembre (Vue des façades Est) état actuel

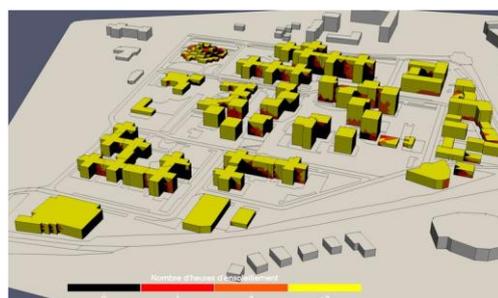


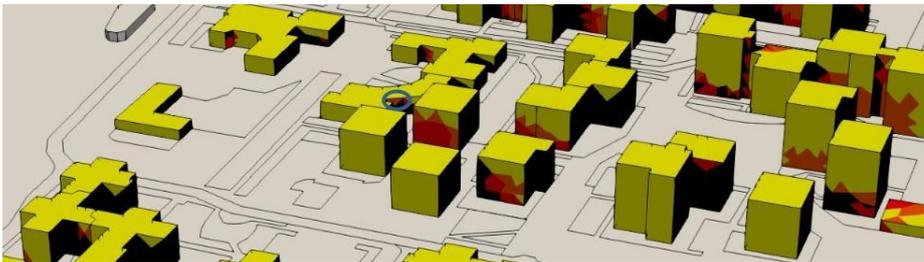
Figure 22 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les façades de bâtiments le 21 décembre (Vue des façades Est) état projeté



Pour les façades Sud des nouveaux bâtiments au nord, nous avons identifié des bâtiments dont la modification de leur hauteur serait pertinente pour assurer un meilleur ensoleillement et donc un meilleur confort thermique en hiver (voir Figure 23).

Figure 23 : Ensoleillement bâtiments orientés Sud en hiver état projeté

-  Hauteur du bâtiment à diminuer
-  Hauteur du bâtiment à augmenter (afin de compenser la réduction de taille envisagée)



Pour les façades Est, nous avons identifié qu'il pourrait être pertinent de modifier l'orientation du bâtiment entouré afin qu'il ne soit pas constamment ombragé par son bâtiment voisin en hiver (voir Figure 24).

Figure 24: Ensoleillement bâtiments orientés Est en hiver état projeté

-  Bâtiment dont l'orientation pourrait être modifiée afin de recevoir plus de rayonnement

Les Figure 25 et 26 présentent le nombre d'heures d'ensoleillement reçu pour les façades Ouest au 21 juin de l'état actuel et de l'état projeté. À cette date, il y a très peu de faces qui ne reçoivent pas de soleil direct, l'ensemble des façades Sud et Est reçoivent le minimum de 2h d'ensoleillement requis. Les façades qui reçoivent moins de 2h de soleil direct sont donc les façades Nord et, dans une bien moindre mesure, les façades Ouest. Ces surfaces représentent 5 %. Améliorer cette situation ne peut se faire par la modification de la forme urbaine, des façades orientées au Nord existeront toujours, et les situations de masque solaire des bâtiments sur les uns sur les autres sont plutôt rares pour cette période de l'année. Les choix des albédo peuvent en revanche contribuer à augmenter la luminosité dans les logements.

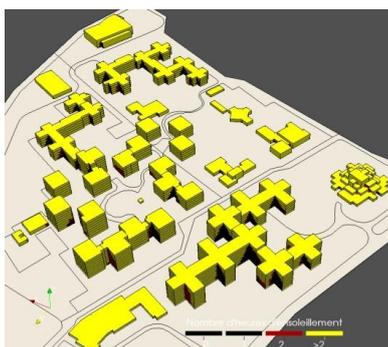
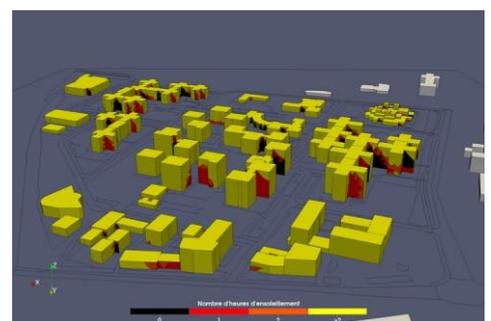


Figure 22 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les façades de bâtiments le 21 Juin (vue des façades Nord-Ouest) - état actuel



Figure 26 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les façades de bâtiments le 21 Juin (vue des façades Nord et Ouest) - état projeté



Ce diagnostic sur les façades Ouest amène en revanche à une autre mise en garde pour cette période de l'année : celle du risque de surchauffe dans les bâtiments. En l'absence d'arbre ou pendant leur période de croissance (20/30 ans en fonction des essences), il est indispensable de mettre en place des protections solaires extérieures pour limiter les apports solaires par les ouvertures des façades ouest, afin d'améliorer le confort thermique intérieur en période estivale (brise-soleil, volets persiennés, etc.).

1.2.2. Au niveau des espaces extérieurs

En ce qui concerne les espaces extérieurs (jardin et rue), de grandes zones d'ombre portées sont visibles au niveau de bâtiments. Du fait de sa densité, la partie centre du quartier et la partie du nord nouvellement créée, créent de l'ombre dans les espaces publics, notamment en bas des bâtiments. Sur la journée, on passe de 29 % à 18 % des surfaces extérieures qui n'atteignent pas 2 heures d'ensoleillement, ceci est principalement dû au rajout du quartier nord. En effet, nous pouvons identifier des zones où les modifications de la forme urbaine ont sensiblement amélioré l'ensoleillement (voir Figure 28).

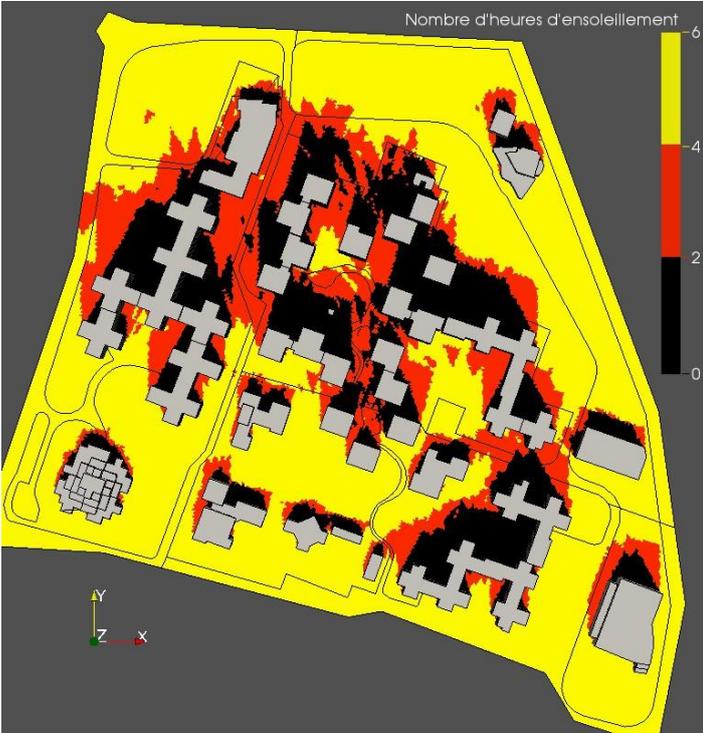


Figure 27 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les espaces extérieurs du quartier le 21 décembre - état actuel

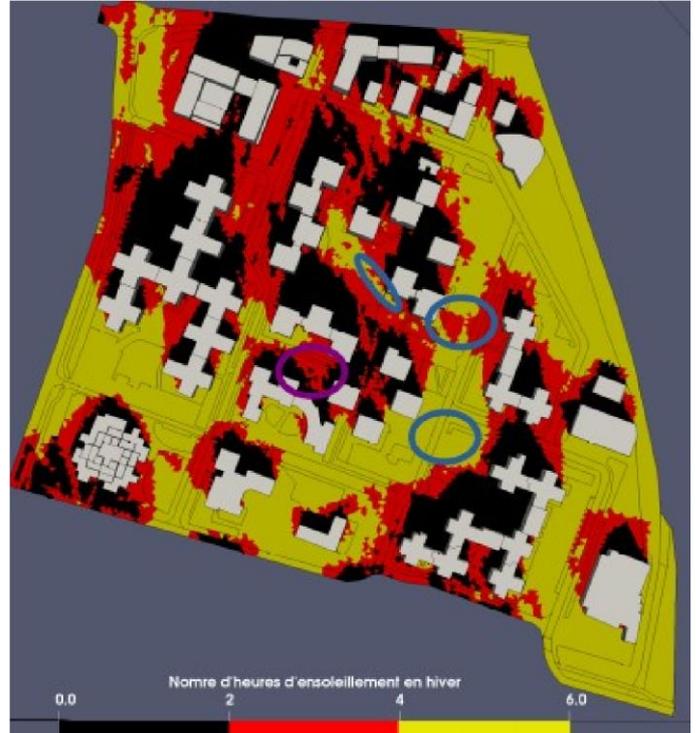


Figure 28 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les espaces extérieurs du quartier le 21 décembre - état projeté

○ Zone où les modifications de la forme urbaine ont amélioré l'ensoleillement au niveau du sol

○ Zone où les modifications de la forme urbaine ont dégradé l'ensoleillement extérieur au niveau du sol

De même que pour les bâtiments, au 21 juin, les espaces extérieurs reçoivent dans la globalité un minimum de deux heures de soleil direct dans les deux cas (Figure 29 et Figure 30). Dans les deux cas, les parties ne recevant pas ces deux heures de soleil représentent 1 % du domaine.



Figure 29 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les espaces extérieurs du quartier le 21 Juin - état actuel



Figure 30 : Nombre d'heure d'ensoleillement reçu par les espaces extérieurs du quartier le 21 Juin - état projeté

1.3. Rayonnement Solaire

Les Figures 31, 32 et 33 montrent le total des rayonnements cumulés sur la période d'octobre à avril. Cette période a été choisie, car c'est la période durant laquelle les logements sont habituellement chauffés. Cela permet d'identifier les bâtiments qui ne bénéficient pas d'un maximum du potentiel solaire.

Les façades Sud captent jusqu'à 400 kWh/m² quand les façades Nord (Figure 14) ne captent qu'un maximum de 50 kWh/m². De même sur cette période, les façades Est captent 250 kWh/m² maximum quand les façades Ouest ne captent que 100 kWh/m². Cette différence entre les façades Est et Ouest vient d'une orientation du quartier de 20° à l'Est par rapport au Nord.

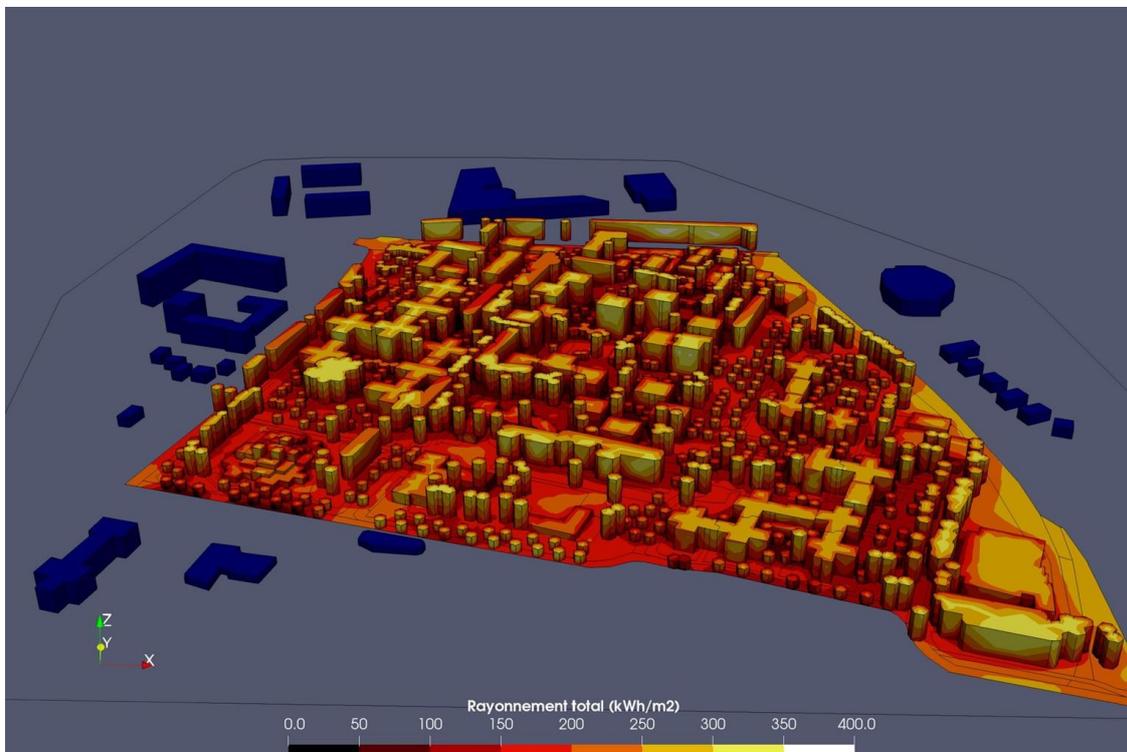


Figure 31 : Rayonnement solaire total cumulé d'octobre à avril (Vue des façades Sud). État projeté

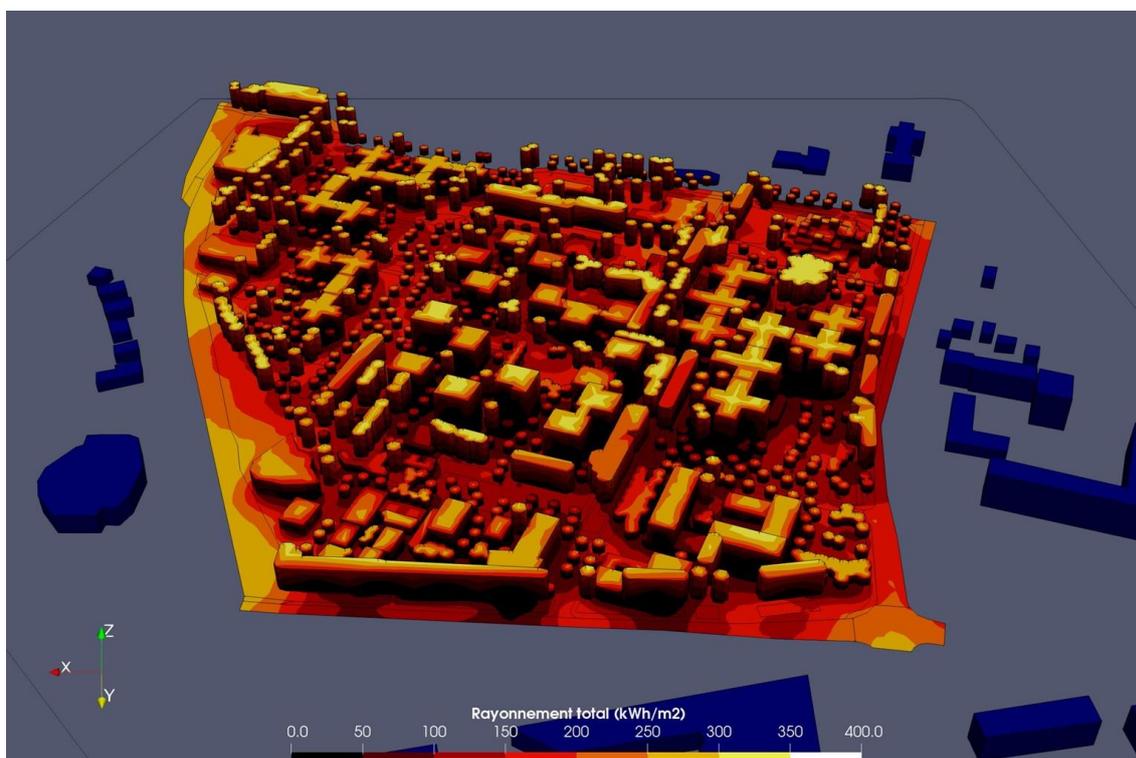


Figure 32 : Rayonnement solaire total cumulé d'octobre à avril (Vue des façades Nord). État projeté

La Figure 33 permet d'observer la zone d'influence des bâtiments sur le sol et leurs voisins. Les bâtiments à l'Est et au Sud sont assez isolés pour ne pas interférer dans la captation du soleil des bâtiments voisins. A l'inverse, les bâtiments situés dans le centre et le nord interfèrent tous entre eux à petite échelle dus aux ombres portées (Figure 33). Ces résultats viennent corroborer les résultats précédemment obtenus.

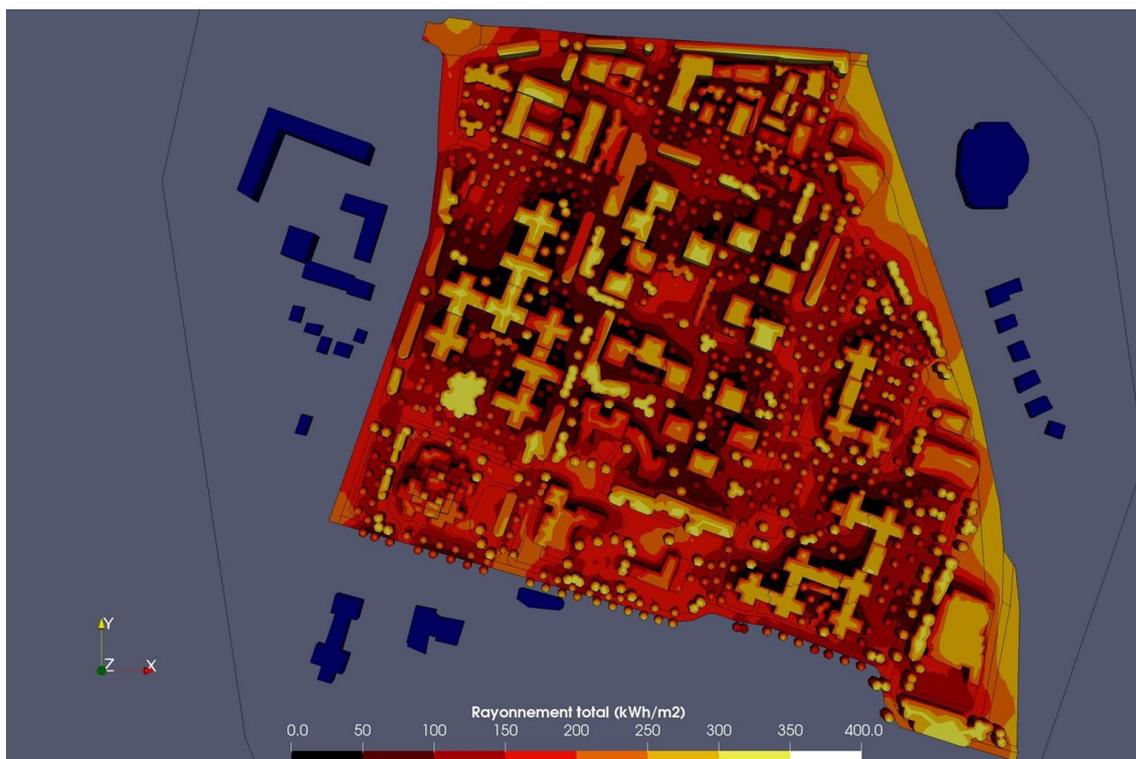


Figure 33 : Rayonnement solaire total cumulé d'octobre à avril (Vue du dessus). État projeté

2. Conclusion

Le quartier du Valibout à Plaisir a été étudié dans son état actuel et dans son état projeté pour deux jours d'ensoleillement et une période de rayonnement solaire. Les résultats ont permis de mettre en évidence l'influence des bâtiments entre eux en fonction de l'ensoleillement et la captation des rayonnements solaires des différentes façades. Ils ont permis de faire quelques préconisations sur les hauteurs et l'orientation de certains nouveaux bâtiments. De plus, avec la forte densité arborée, il faut faire particulièrement attention à l'essence des arbres choisie afin d'éviter que ces derniers ne créent trop d'ombrage en hiver et dégradent fortement le confort thermique. Pour conclure, les modifications de la forme urbaine apportées ont amélioré légèrement l'ensoleillement en hiver des façades des bâtiments.