

AMÉNAGEMENT DES ACCÈS DÉFINITIFS
DU PONT FLAUBERT EN RIVE GAUCHE DE LA SEINE



Pièce E - Annexe 2
Modélisations de la dispersion des polluants atmosphériques aux abords du projet



2.

Annexe 02

Modélisations de la dispersion des polluants atmosphériques aux abords du projet





DREAL Haute-Normandie

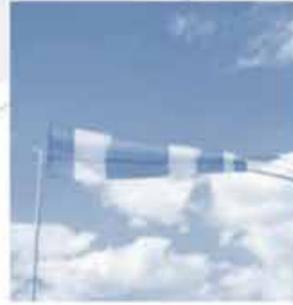
Modélisation Eco-Quartier Flaubert à Rouen (76)
Impact de la morphologie du bâti sur la dispersion à
proximité d'un axe routier

Mars 2015

Réf.: 284.1214

NUMERIQUE

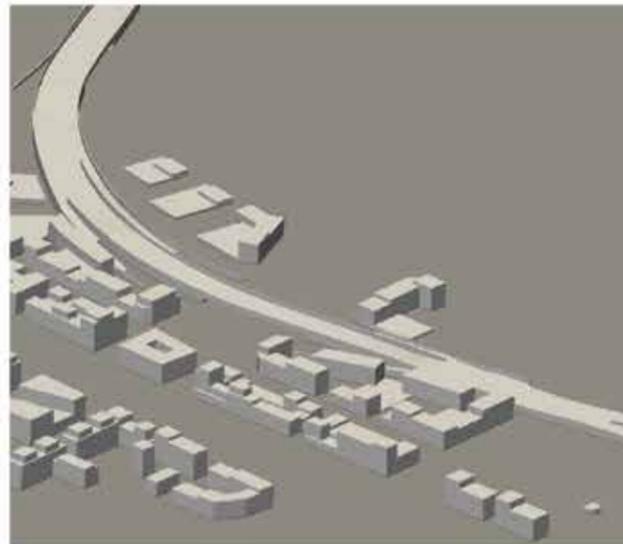
Eco-Quartier
Flaubert



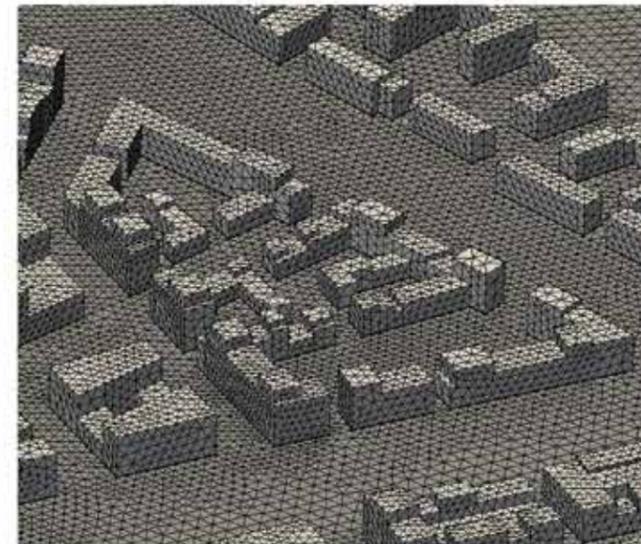
*Hypothèses de
modélisation*

Hypothèses géométriques

- La modélisation en 3D du bâti a été réalisée à partir d'une maquette bloc fournie au format DWG. La construction a consisté en l'extrusion verticale de chaque esquisse par l'élévation fournie.
- L'ouvrage routier fourni séparément est constitué de la route, des murs acoustiques et deux gabarits (place centrale et gabarit SNCF).



Aperçu de la maquette de calcul

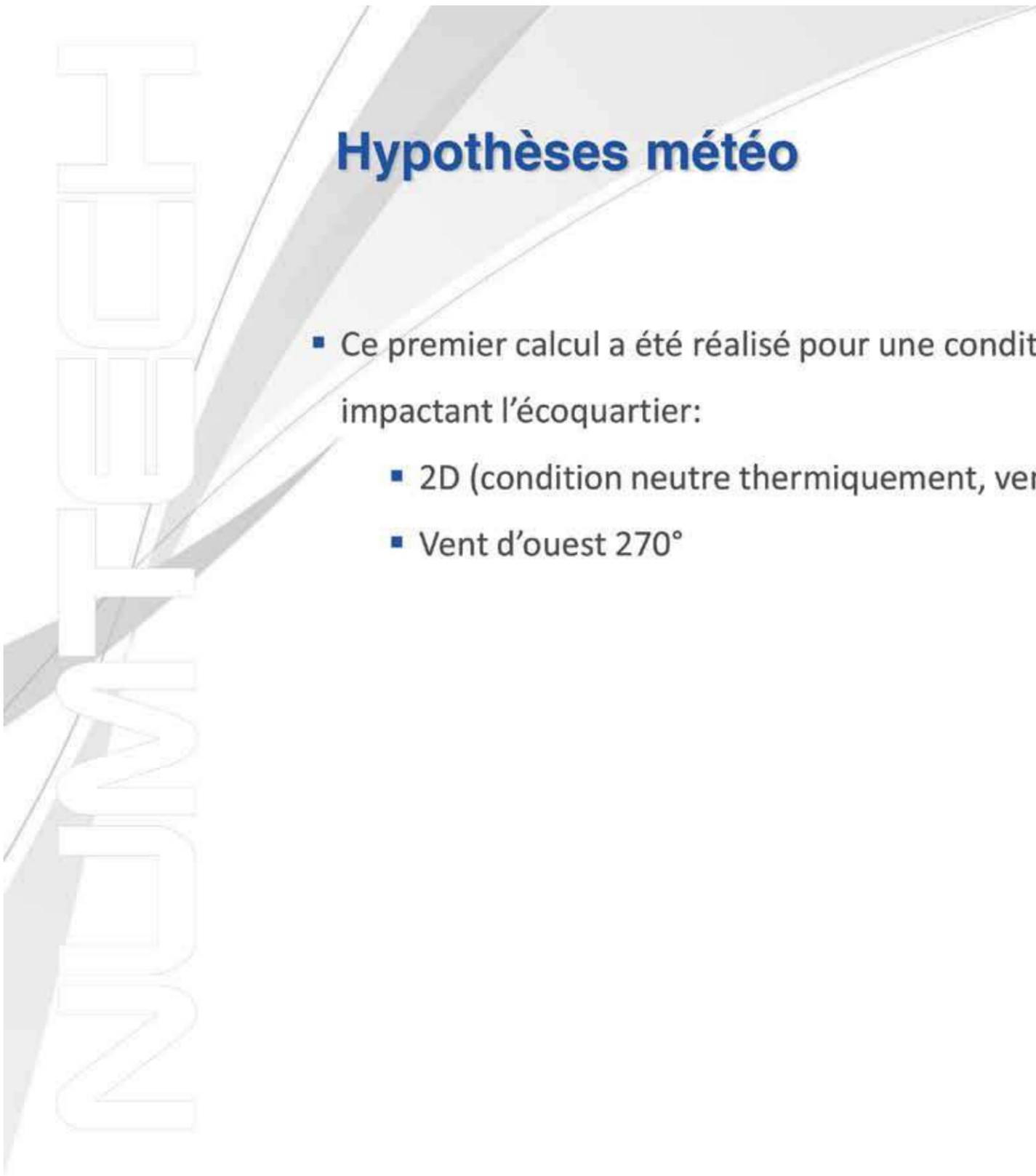


Maquette de calcul discrétisée

- La maquette a ensuite été discrétisée avec soin pour répondre aux exigences du code de calcul CFD. Celle-ci totalise 2,5 millions éléments.

Hypothèses météo

- Ce premier calcul a été réalisé pour une condition météorologique « réaliste » impactant l'écoquartier:
 - 2D (condition neutre thermiquement, vent 2 m/s)
 - Vent d'ouest 270°



Hypothèses d'émission

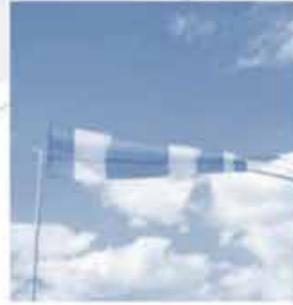
- La modélisation a été construite de façon à pouvoir étudier l'émission de la voie de circulation principale, mais également des 4 rampes d'accès.
- Dans ce premier calcul, seules les émissions de l'axe routier principal ont été considérées :
 - Emission unitaire surfacique équivalente à 1 unité/m/s pour un polluant gazeux et deux polluants particulaires (particules de diamètres 10 μ m et 2.5 μ m)
 - Emission des rampes de sorties négligée

Hypothèses

- Les calculs ont été réalisés à l'aide du code de calcul CFD 3D Code_Saturne
 - Logiciel généraliste de mécanique des fluides numérique développé et distribué par EDF.
- Pour chaque scénario, deux calculs séparés sont réalisés :
 - Un calcul d'écoulement, basé sur la condition météorologique retenue et permettant d'obtenir le champ de vent sur la zone d'étude
 - Un calcul de dispersion du traceur unitaire retenu, dans ce champ de vent.

NUMÉRIQUE

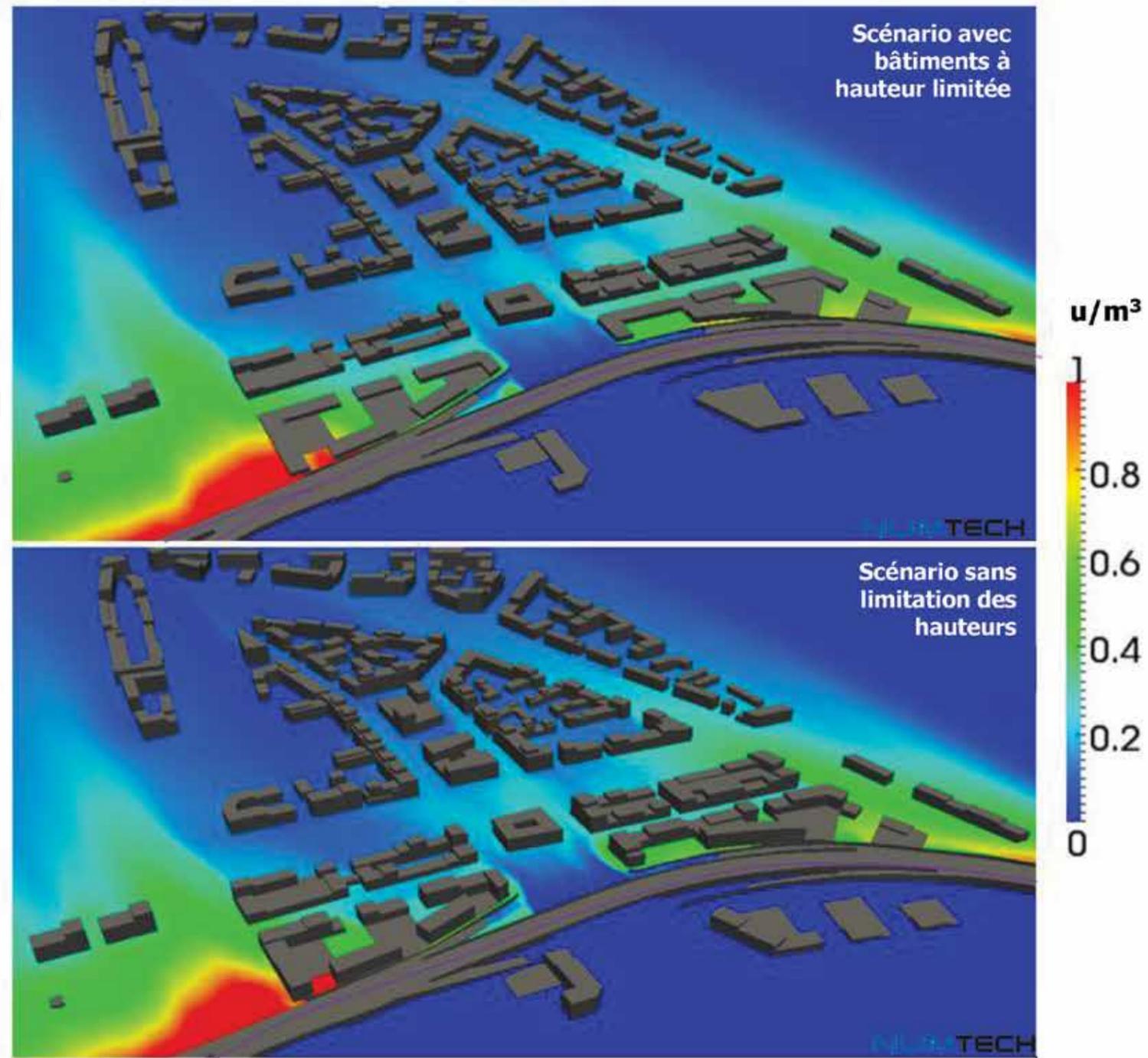
Eco-Quartier
Flaubert



Comparaison
des
deux scénarios

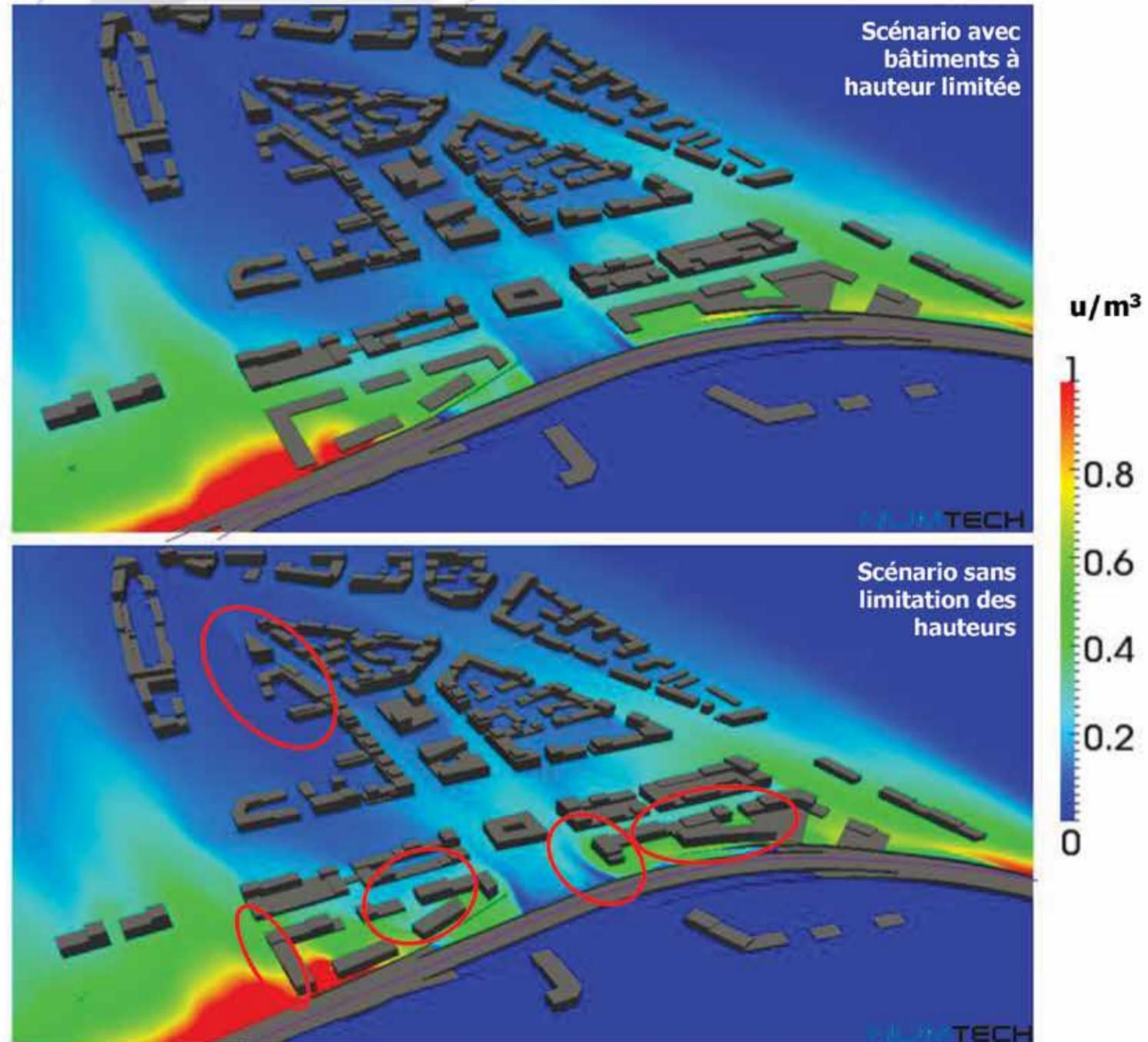
Concentration d'un polluant gazeux pour une émission unitaire

Plan situé à 1,5 m au dessus du niveau du sol



Concentration d'un polluant gazeux pour une émission unitaire

Plan situé à 5 m au dessus du niveau du sol



Commentaires

- Quel que soit le scénario, on constate en premier lieu que l'impact des murs soniques est très marqué pour cette condition météorologique, ils protègent les zones situées en aval en élevant artificiellement la hauteur d'émission et en diluant le panache. Dans les zones dépourvues de mur, la pollution à proximité du sol est beaucoup plus élevée.
- Les différences entre les deux scénarios sont peu marquées :
 - A l'arrière des bâtiments dont la taille a été diminuée, la concentration augmente. Les bâtiments font donc de façon très locale écran à la pollution.
 - On constate également de faibles différences de niveaux plus en aval entre les deux scénarios.
- Les résultats sont présentés ici à 1,5m et 5m au dessus du niveau du sol. Ils sont très semblables pour ces deux altitudes. De manière générale, les conclusions sont similaires sur la verticale.

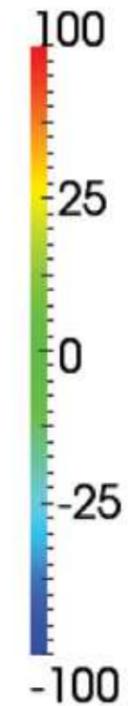
Écart relatif exprimé en % entre les deux scénarios pour le polluant gazeux

Plan situé à 5 m au dessus du niveau du sol

Les **valeurs positives** (niveaux jaune à rouge) représentent une augmentation de concentration engendrée par la limitation de la hauteur du bâti à deux étages. Les **valeurs négatives** (niveaux bleus) représentent une diminution de la concentration. Les valeurs proches de zéro (de couleur verte) correspondent à des niveaux de concentrations similaires entre les deux scénarios.

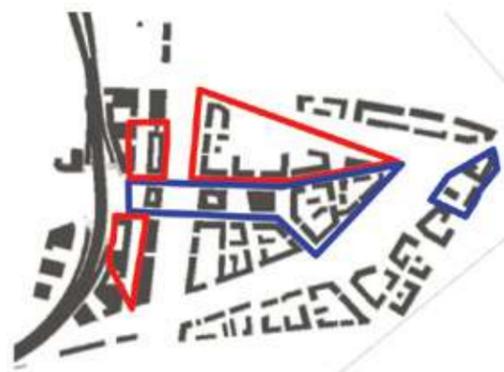


Ecart relatif (%)



Commentaires

- La limitation de la hauteur du bâti à deux étages n'a pas le même impact partout :
 - Elle est peu sensible à l'extérieur de l'éco-quartier ;
 - Elle est favorable à la dispersion au centre de l'éco-quartier, dans l'axe de la place centrale ;
 - Elle limite la dispersion sur les blocs situés derrière les bâtiments faisant l'objet de la limitation de hauteur.

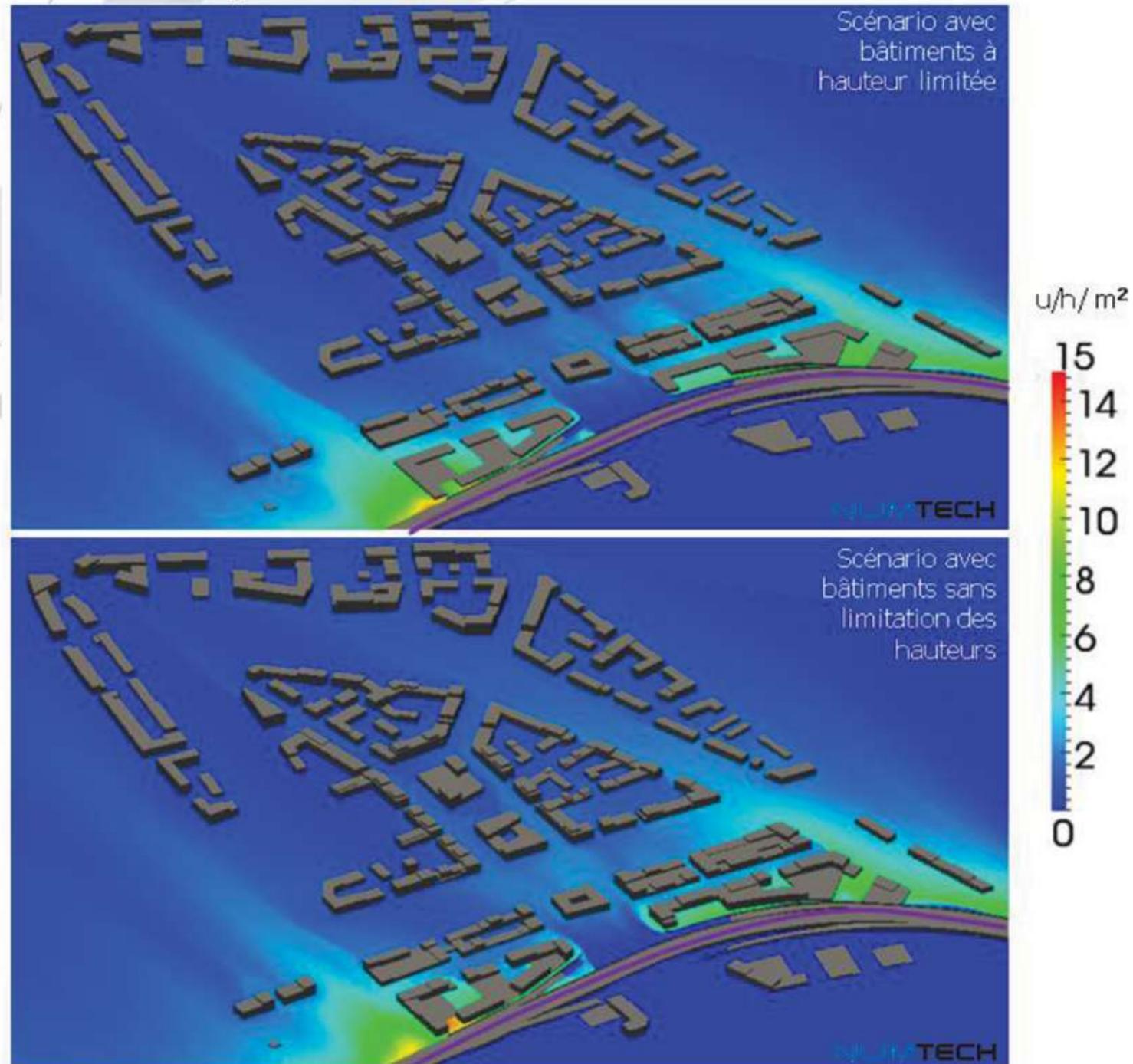


- Blocs favorisés par la limitation du bâti à 2 étages
- Blocs pénalisés par la limitation du bâti à 2 étages

- A l'échelle de l'écoquartier, les variations vont jusqu'à plus ou moins 25%.
- En champs plus proche (à proximité directe des bâtiments modifiés ou de l'axe routier), des variations nettement plus élevées peuvent être observées (jusqu'à +/- 100 %).

Dépôt d'un polluant particulaire (PM_{10}) pour une émission unitaire

Carte de flux de dépôt au niveau du sol



Écart relatif sur le flux de dépôt (PM_{10}) exprimé en % entre les deux scénarios

Les **valeurs positives** (niveaux jaune à rouge) représentent une augmentation du flux de dépôt engendrée par la limitation de la hauteur du bâti à deux étages. Les **valeurs négatives** (niveaux bleus) représentent une diminution de du flux de dépôt. Les valeurs proches de zéro (de couleur verte) correspondent à des valeurs de flux de dépôt similaires entre les deux scénarios.



Commentaires

- Les résultats obtenus pour les deux polluants particulaires (PM_{10} présenté ici et $PM_{2.5}$ présenté dans le document annexe) sont très similaires à ceux obtenus pour le polluant gazeux. Les mêmes conclusions peuvent être faites sur les zones d'impact de la modification de la hauteur des batis.

Champs de vecteurs vitesse de l'écoulement

Plan situé à 5 m au dessus du niveau du sol

Scénario avec bâtiments sans limitation des hauteurs (figure très similaire pour l'autre scénario)



Lignes de courant de l'écoulement

Ligne génératrice des lignes de courant situées en amont du quartier à 5 m d'altitude par rapport au niveau du sol
Scénario avec bâtiments sans limitation des hauteurs (figure très similaire pour l'autre scénario)



NUMTECH

Commentaires

- Les lignes de courant et vecteurs vitesses permettent de mettre en avant les zones de recirculations, les zones mortes et les couloirs de vent.
- Pour cette condition météorologique (vent d'ouest), on observe l'engouffrement du vent sous l'ouvrage routier au niveau de la place centrale.



RÉSULTATS

Réf.: 284.1214

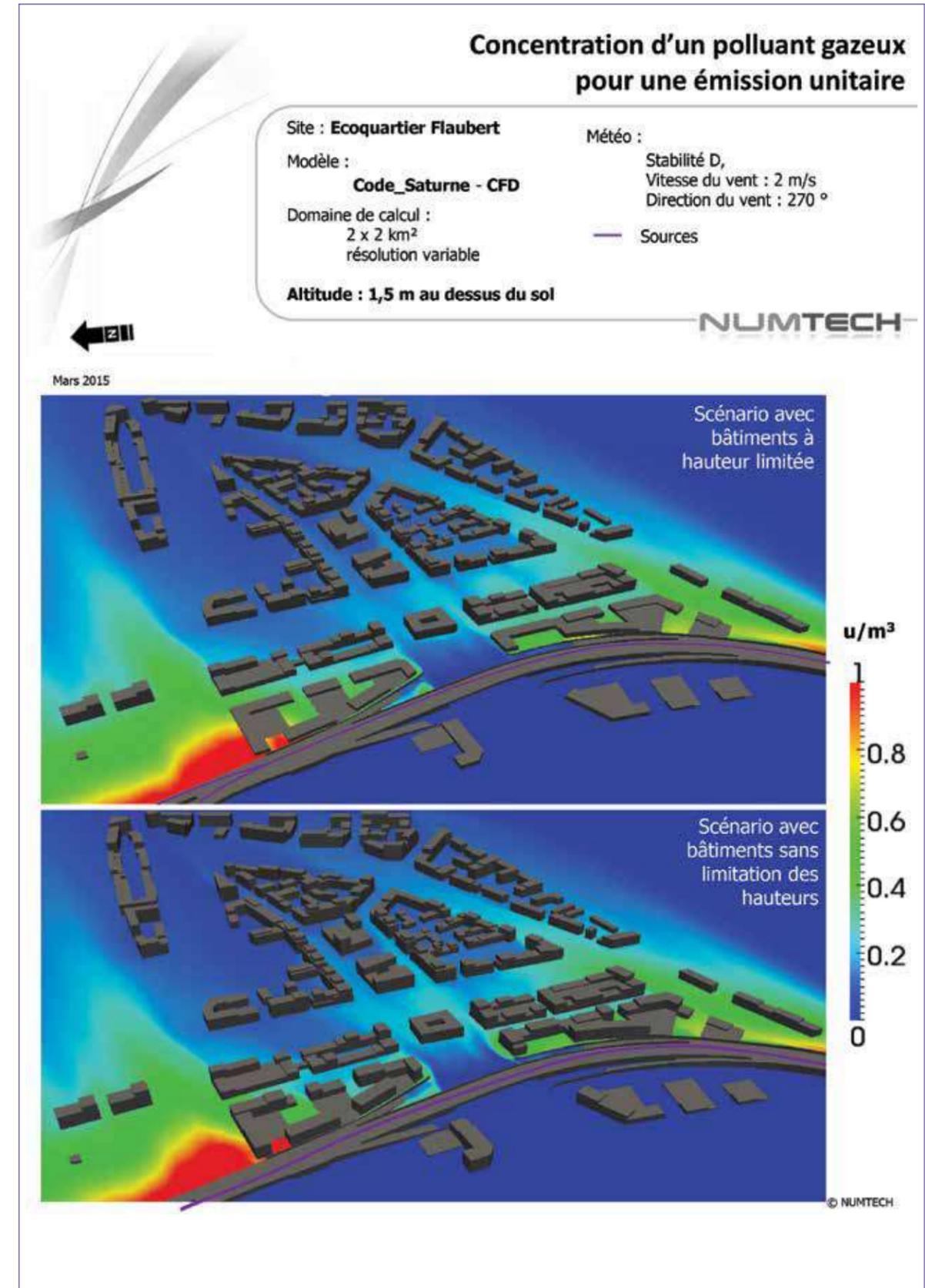
Site / Projet : **Eco-Quartier Flaubert à Rouen (76)**

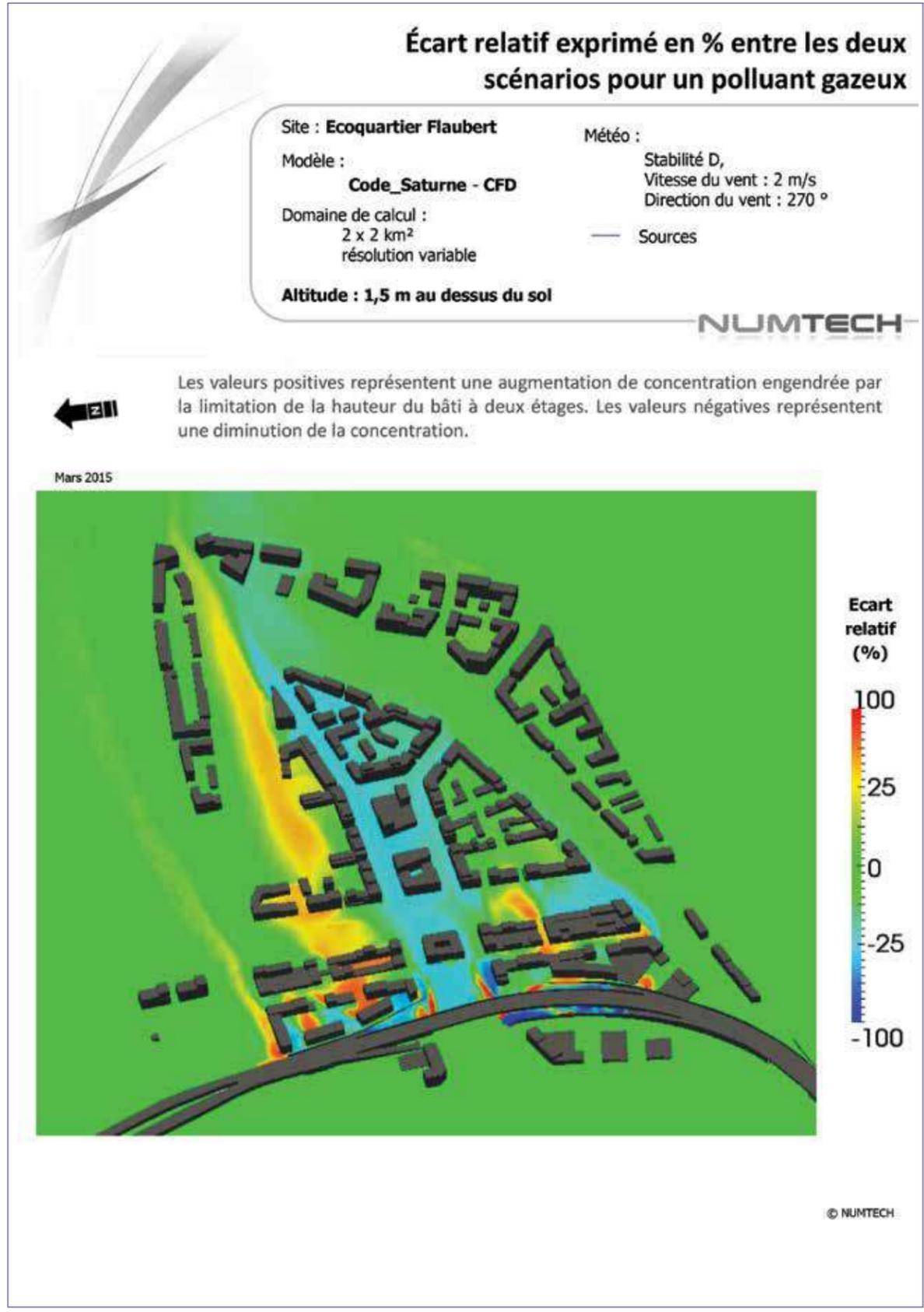
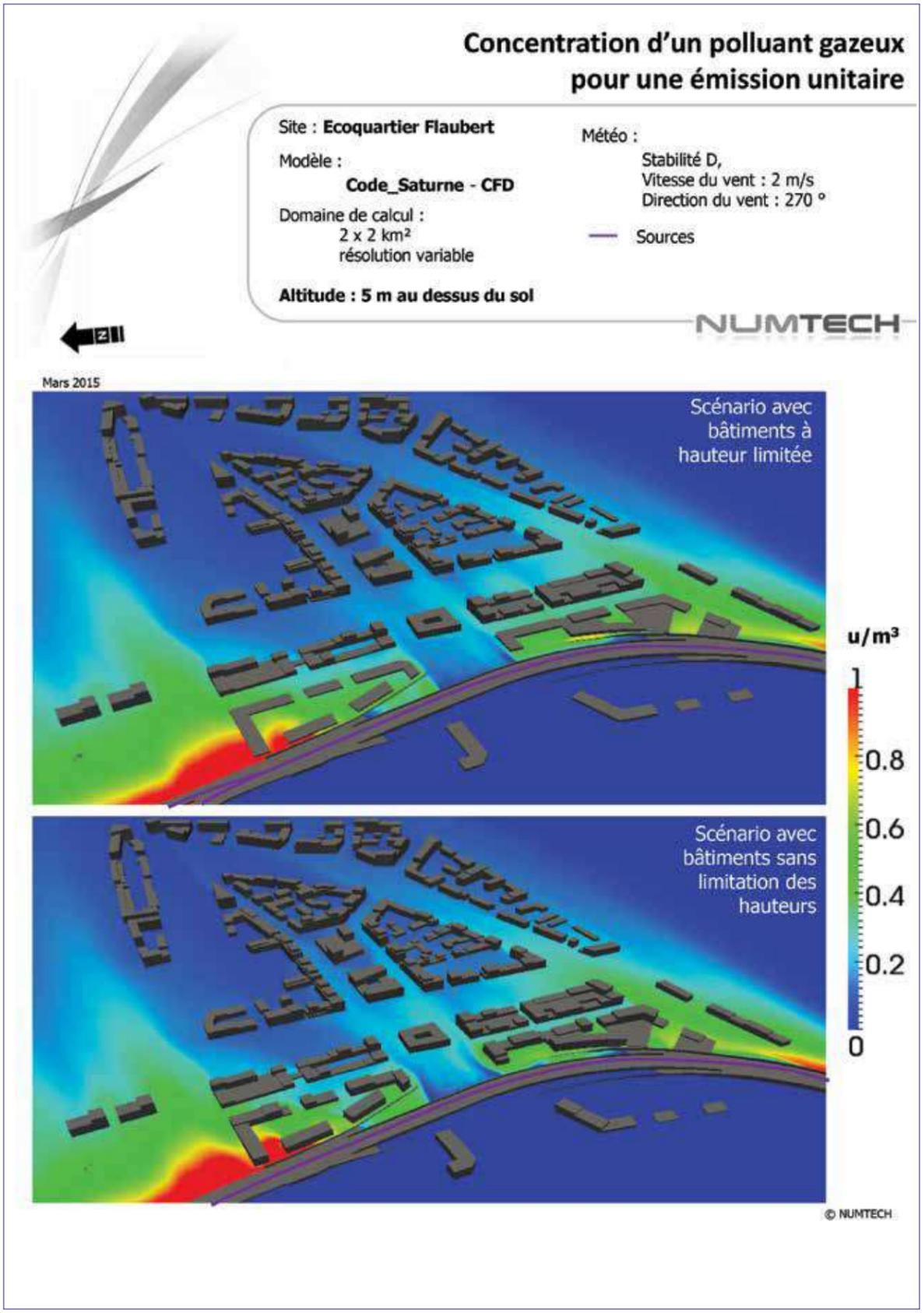
Etude : **Modélisation de l'impact de la morphologie du bâti sur la dispersion à proximité d'un axe routier.**

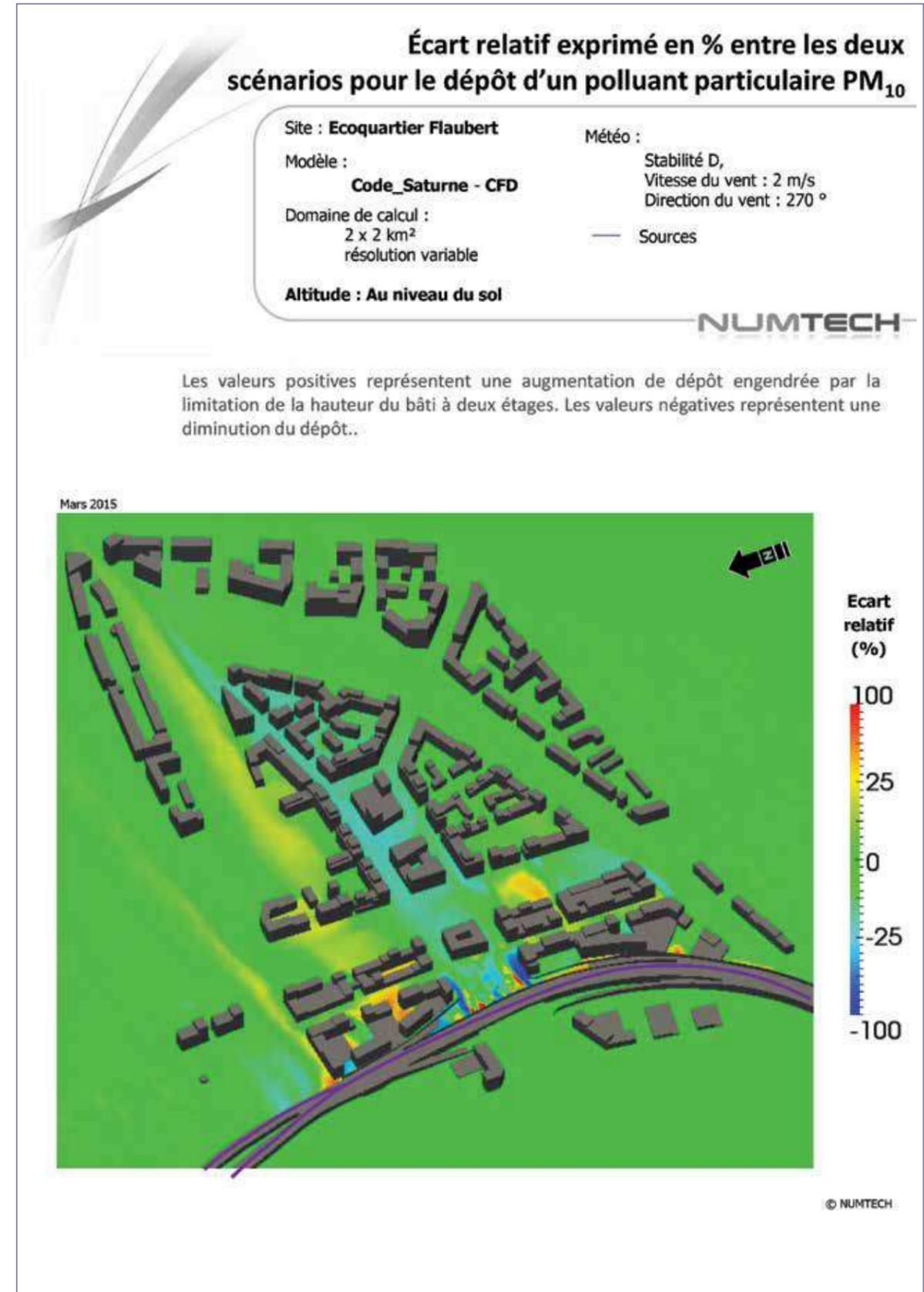
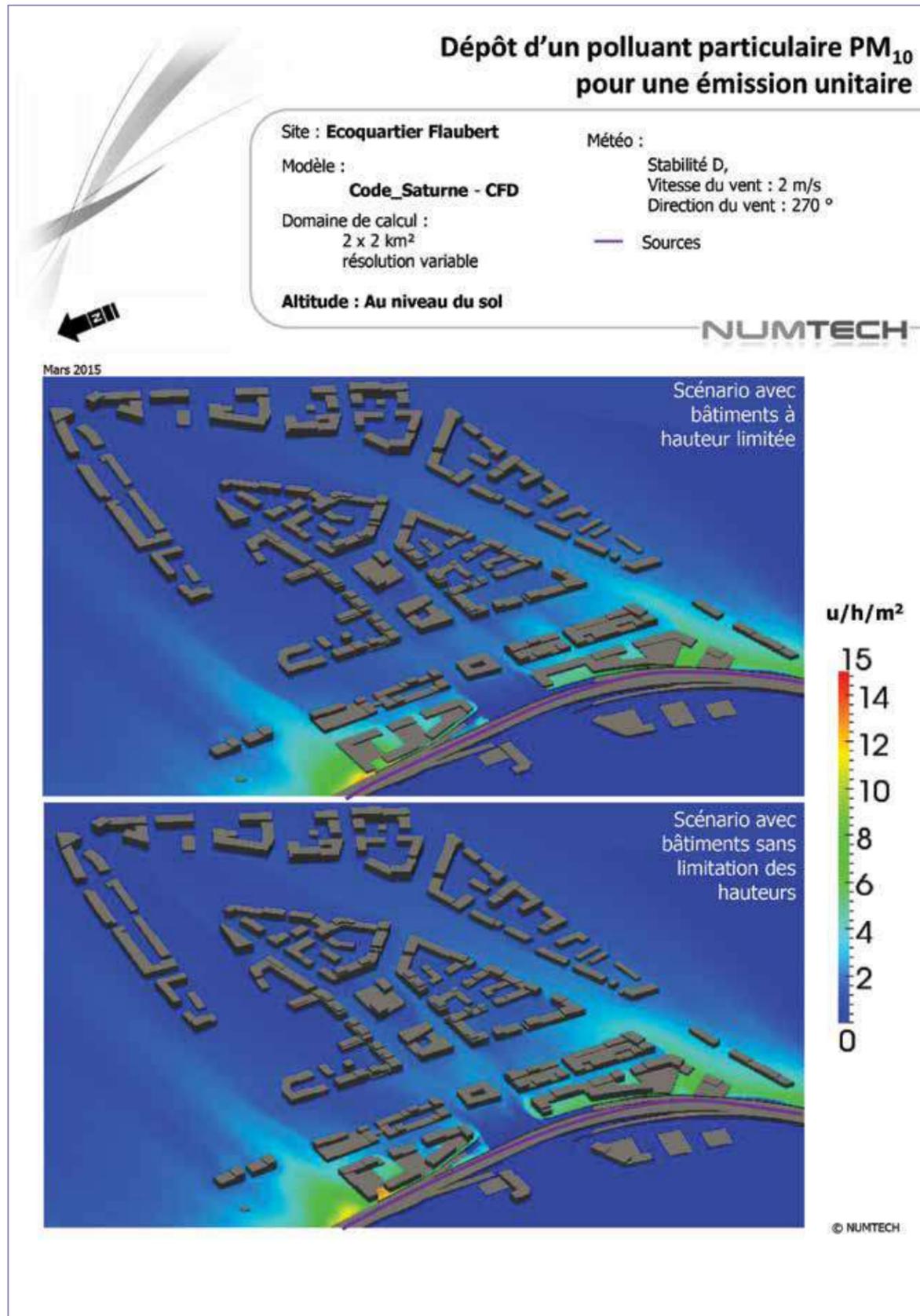
Pour le compte de : **DREAL Haute-Normandie**
 Contact : ROLLAND Jean-Luc
 02 35 58 56 33
Jean-Luc-g.Rolland@developpement-durable.gouv.fr

Version	Date	Modifications	Intervenants	Nom	Visa
V2	19/03/15	Version complète	Auteur	Florian COHN	
VI	13/03/15	Version initiale	Vérificateur	Emmanuelle DUTHIER	

E-PP-0168 - Avril 2014







Écart relatif exprimé en % entre les deux scénarios pour le dépôt d'un polluant particulaire PM_{2,5}

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : **Au niveau du sol**

Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources

NUMTECH

Les valeurs positives représentent une augmentation de dépôt engendrée par la limitation de la hauteur du bâti à deux étages. Les valeurs négatives représentent une diminution du dépôt.



Champs de vecteurs vitesse de l'écoulement

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : **5 m au dessus du sol**

Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

NUMTECH



Lignes de courant de l'écoulement

Site : **Ecoquartier Flaubert**

Modèle :
Code_Saturne - CFD

Domaine de calcul :
2 x 2 km²
résolution variable

Altitude : 5 m au dessus du sol

Météo :

Stabilité D,
Vitesse du vent : 2 m/s
Direction du vent : 270 °

NUMTECH

Mars 2015

Scénario avec bâtiments sans limitation des hauteurs



© NUMTECH



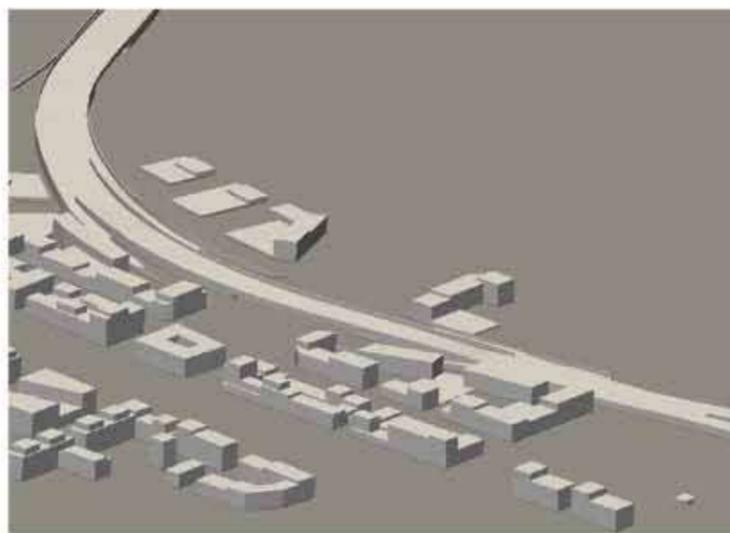
Eco-Quartier Flaubert



Hypothèses de modélisation

Hypothèses géométriques – Rappels 2015

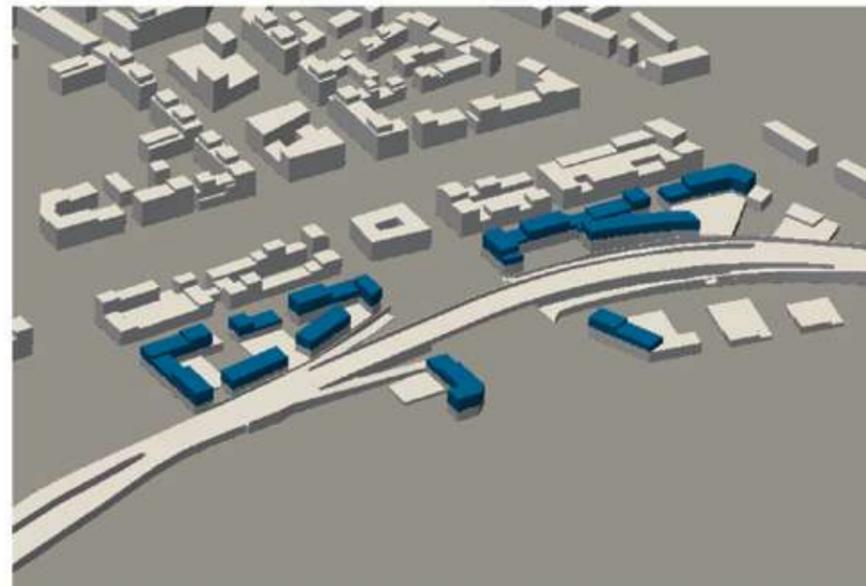
- En 2015 nous avons modélisé en 3D le bâti du projet Flaubert à partir d'une maquette bloc fournit au format DWG (étude référencée 284.1214). La construction avait consisté en l'extrusion verticale de chaque esquisse par l'élévation fournie.
- L'ouvrage routier avait été également modélisé, ses caractéristiques nous avait été fournies séparément et étaient constituées de la route, de murs acoustiques et deux gabarries (place centrale et gabarie SNCF).



Aperçu de la maquette de calcul

Hypothèses géométriques – Rappels 2015

- Deux scénarios avaient été modélisés : le premier comprenait une limitation des hauteurs des premiers bâtiments au voisinage de la route et le second ne comprenait pas de limitation des hauteurs.

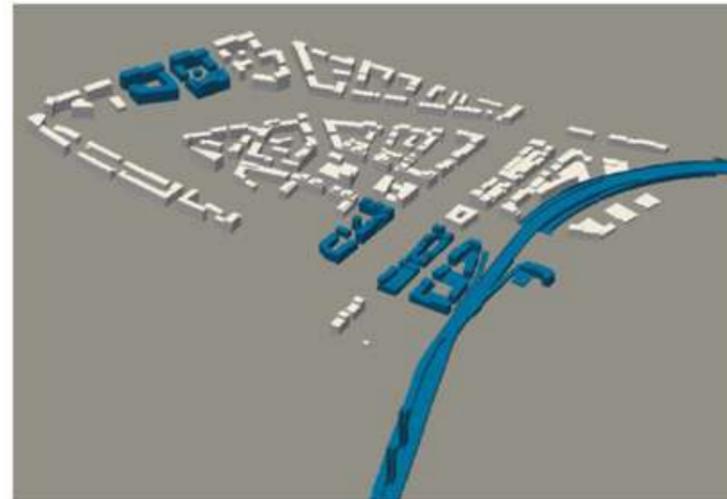


Les volumes en bleu représentent les éléments du bâti impactés par la limitation de hauteur au voisinage de la route

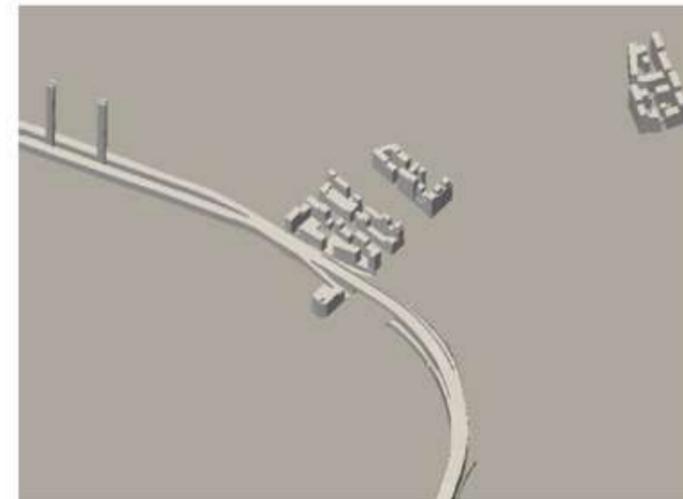
- Dans la suite du document nous nommerons **V3_haut** et **V3_bas** les résultats associés à ces deux maquettes.

Hypothèses géométriques – Etude 2016

- L'objectif aujourd'hui est d'étude un état intermédiaire de construction de l'éco-quartier. Les maquettes réalisées en 2014 ont donc été reprises afin de représenter deux états intermédiaires de réalisation du projet, ainsi que l'état initial.
- Dans la configuration dénommée V2 :
 - Seule une partie de l'écoquartier a été construit, l'autre partie a donc été effacée de la maquette ;
 - L'ouvrage routier est conservé en configuration finale.



Les bâtiments en bleu sont ceux présents dans la configuration V2



Aperçu de la maquette en configuration V2

- Dans la suite du document nous nommerons **V2_haut** et **V2_bas** les résultats correspondants à cette configuration.

Ecoquartier Flaubert – Mai 2016

Hypothèses géométriques – Etude 2016

- Dans la configuration dénommée V1 :
 - Le bati est identique à la configuration V2 ;
 - L'ouvrage routier a été modifié pour correspondre à son état initial. Celui-ci a été tracé à partir d'images satellites hautes résolutions (Google Earth). L'axe routier ajouté est localisé sur le sol (altitude nulle) et ne comporte pas de mur anti-bruit.



Aperçu de la maquette en configuration V1

- Dans la suite du document nous nommerons **V1_haut** et **V1_bas** les résultats correspondants à cette configuration.

Hypothèses géométriques – Etude 2016

- Dans la configuration dénommée V0 :
 - Le bâti correspond au bâti initial, c'est-à-dire actuellement présent sur la future zone d'implantation de l'écoquartier.
 - L'ouvrage routier correspond à celui de l'état initial.



Aperçu de la maquette en configuration V0 (avec fond satellite sur la vue de droite)

- Dans la suite du document nous nommerons **V0** les résultats correspondants à cette configuration.

Hypothèses géométriques – Pour résumer

Configuration V0 = route actuelle, pas d'écoquartier (état initial)

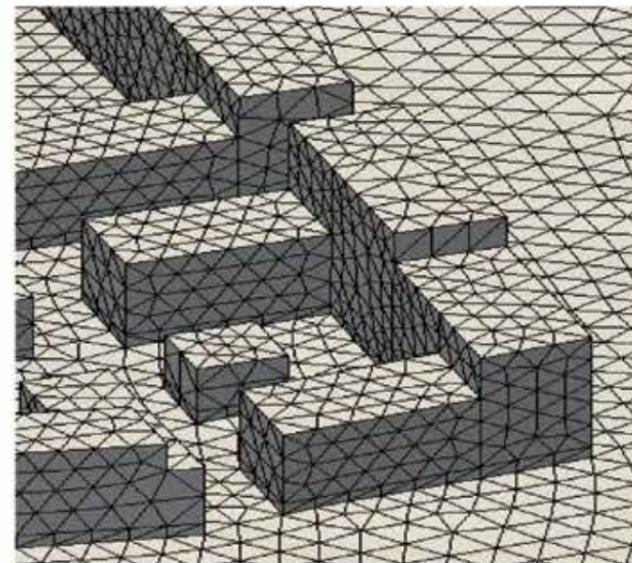
Configuration V1 = route actuelle, écoquartier partiel

Configuration V2 = route actuelle, écoquartier partiel

Configuration V3 = nouvelle route, écoquartier complet

Hypothèses géométriques

- Les maquettes ont toutes été discrétisées avec soin pour répondre aux exigences du code de calcul CFD. Elles totalisent entre 2 et 2,5 millions éléments. La taille caractéristique des éléments au voisinage du sol et du bâti est de 2 m.



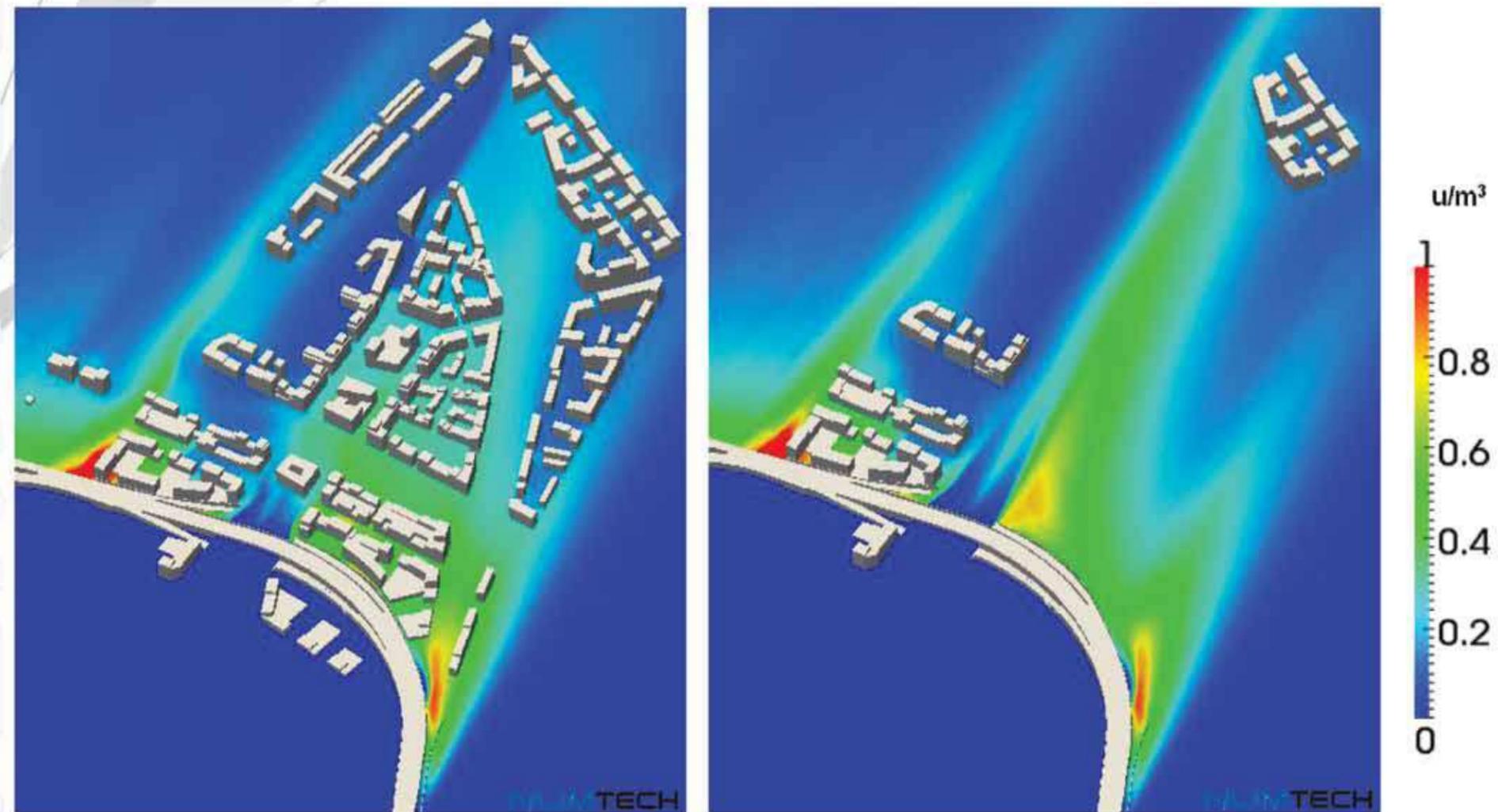
Aperçu des maquettes de calcul discrétisées

Hypothèses de calcul

- Seules les émissions de l'axe routier principal ont été considérées dans les résultats présentés ici :
 - Emission unitaire surfacique équivalente à 1 unité/m/s pour un polluant gazeux et deux polluants particulaires (diamètres 10 μ m et 2.5 μ m) ;
 - Emission des rampes de sorties négligée ici.
- La géométrie des murs soniques a été prise en compte pour le calcul de l'écoulement et de la dispersion uniquement pour les états V3 et V2. Il n'y a pas de murs acoustiques aux états V0 et V1.
- Condition météorologique « réaliste » impactant l'écoquartier :
 - 2D (condition neutre thermiquement, vent 2 m/s)
 - Vent d'ouest 270°

Concentration d'un polluant gazeux pour une émission unitaire

Résultats de dispersions en configurations **V2 haut** et **V3 haut** sur un plan situé à 1,5 m au dessus du niveau du sol.

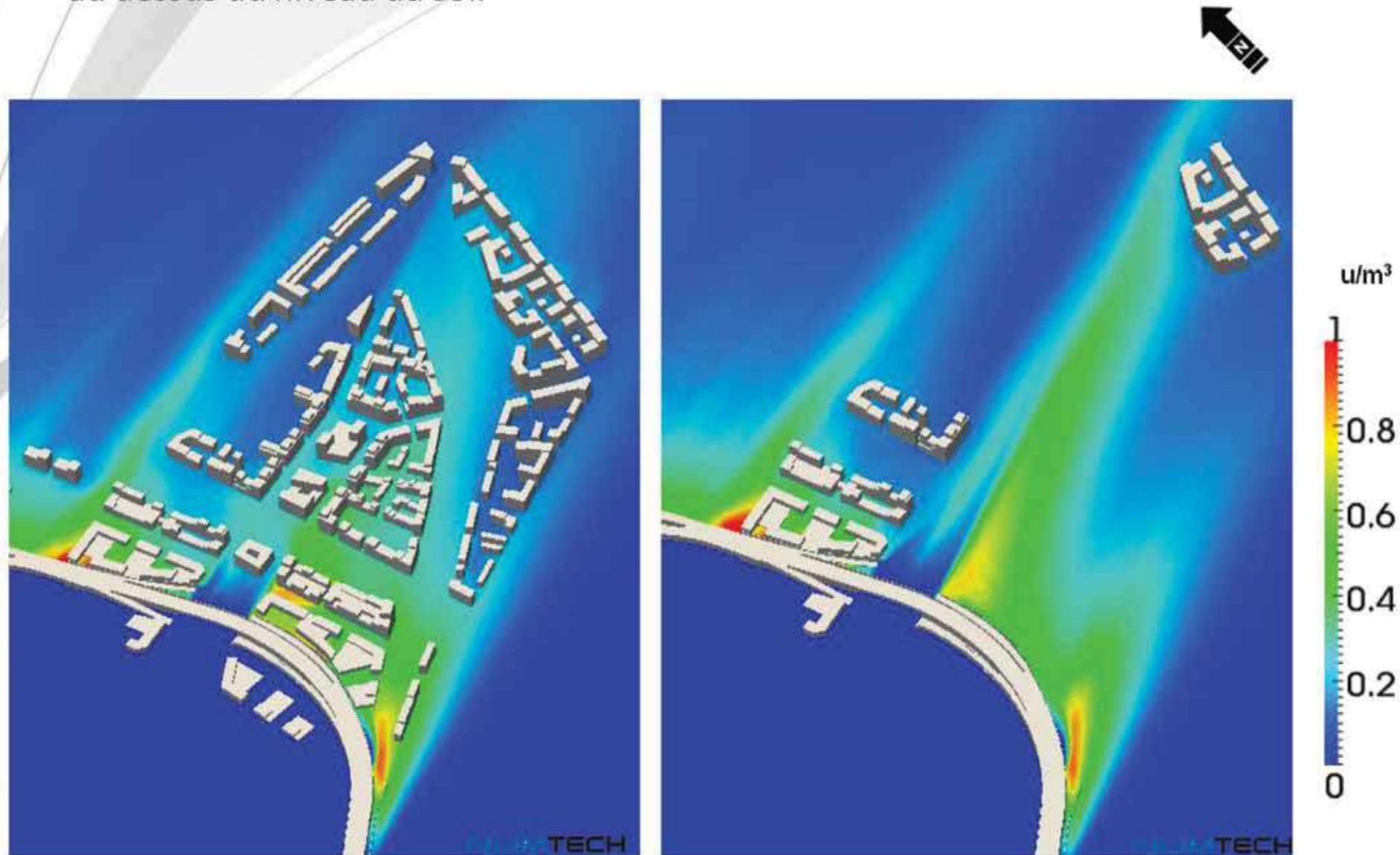


Configuration V3_haut

Configuration V2_haut

Concentration d'un polluant gazeux pour une émission unitaire

Résultats de dispersions en configurations **V2 et V3 bas** en un plan situé à 1,5 m au dessus du niveau du sol.

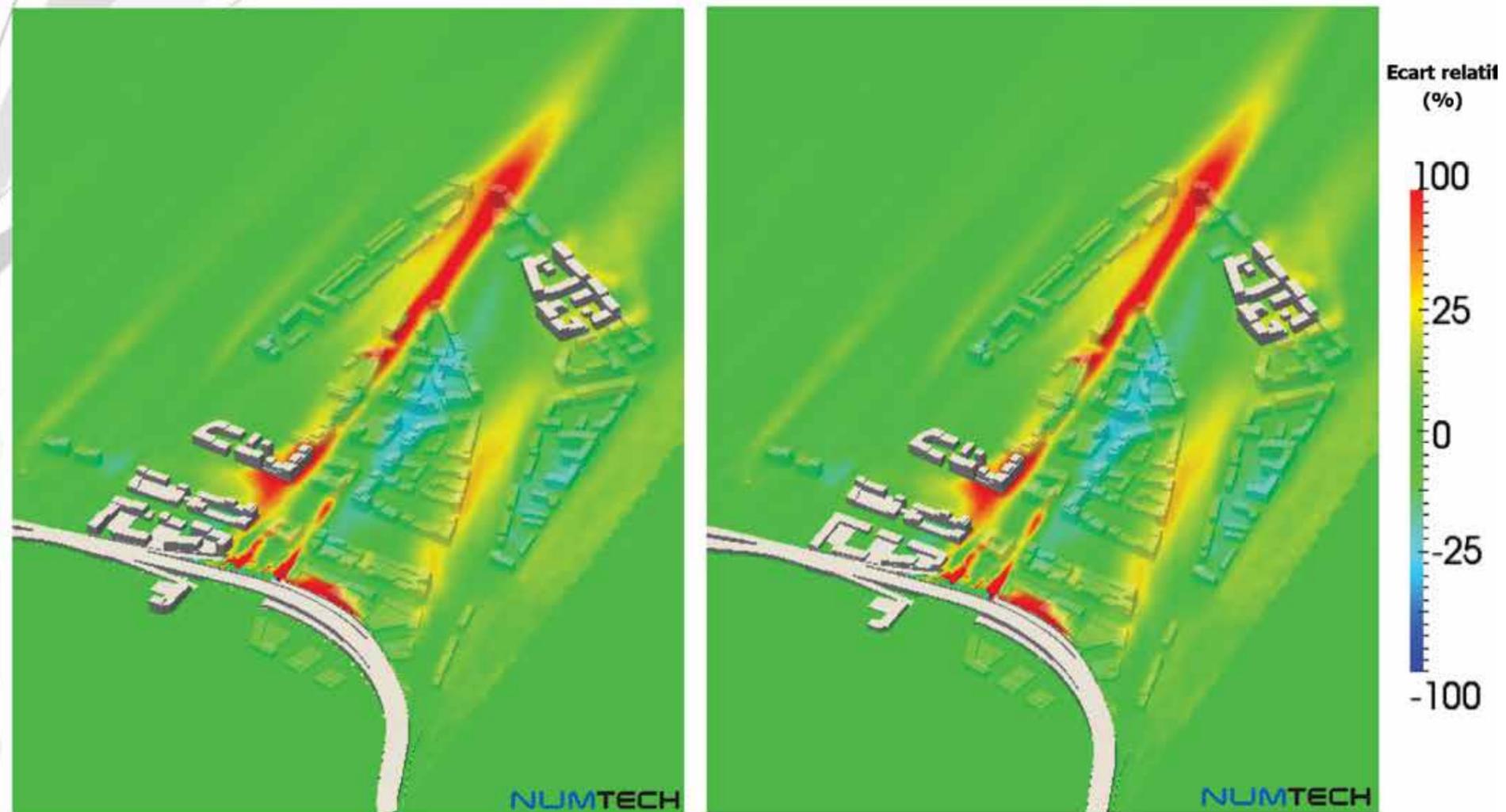


Configuration V3_bas

Configuration V2_bas

Écart relatif exprimé en % entre les configurations V2 et V3 pour le polluant gazeux

Les valeurs positives (niveaux jaune à rouge) représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V3. Les valeurs négatives (niveaux bleus) représentent des concentrations plus élevées pour la configurations V2. Les valeurs proches de zéro (de couleur verte) correspondent à des niveaux de concentrations similaires entre les deux scénarios.



Comparaison V2 et V3 haut

Comparaison V2 et V3 bas

Ecart relatif (%)

100

25

0

-25

-100

NUMTECH

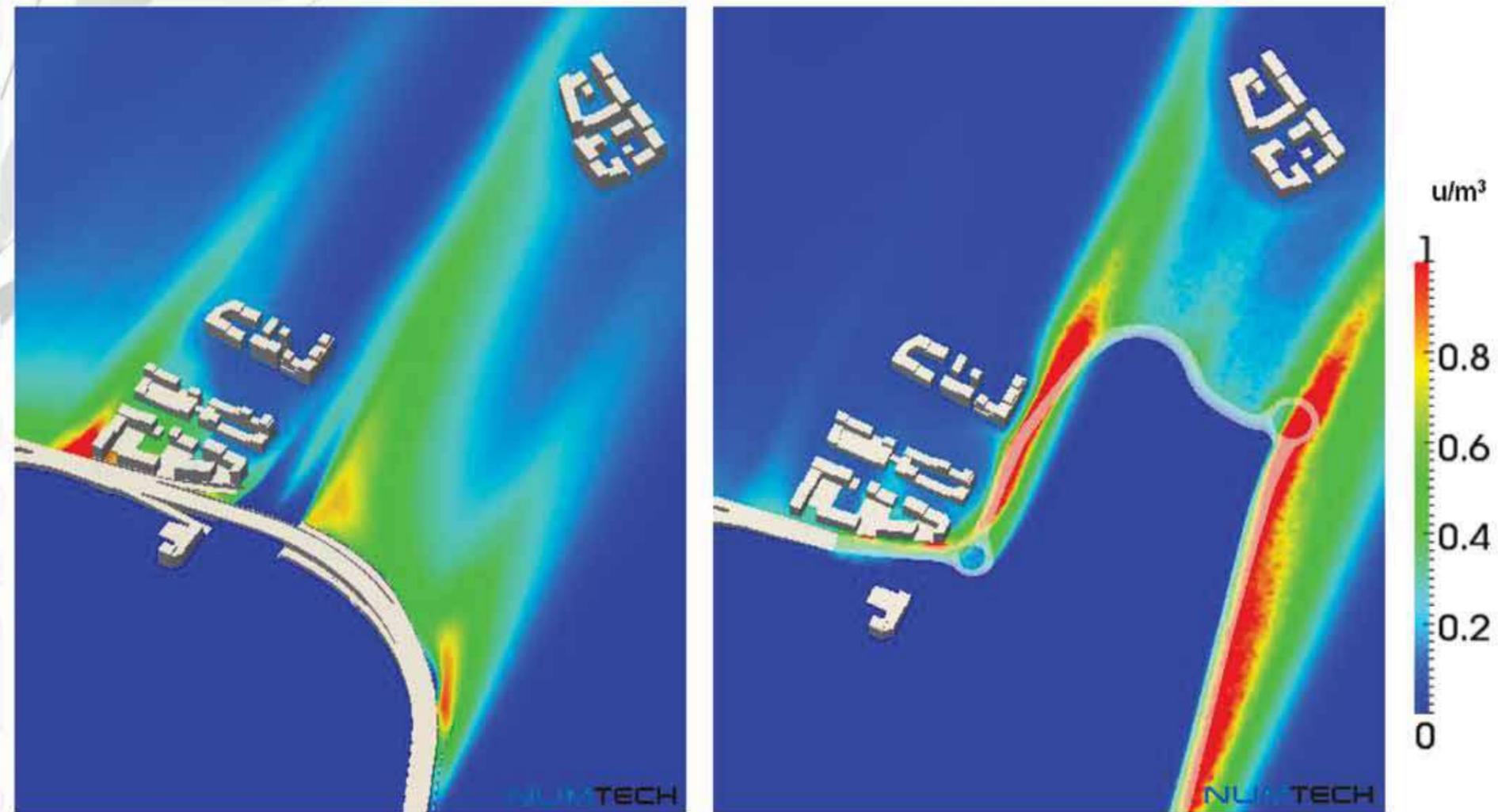
NUMTECH

Commentaires

- Comme l'avait montré l'étude précédente, les différences entre les configurations haute et basse du bâti sont assez peu marquées (< 25% d'écart relatif).
- En revanche on constate des différences marquées entre les deux configurations testés d'avancement du projet (V2 et V3) :
 - Dans la configuration V3, dans laquelle tous les bâtiments de l'écoquartier sont présents, on constate une augmentation de concentration dans les artères principales. En particulier dans celles qui sont alignées dans la direction du vent. Cette augmentation est due au fait que l'écoulement se canalise dans les rues du quartier.
 - Par ailleurs, les bâtiments jouant le rôle d'obstacles, les concentrations sont plus faibles dans les zones protégées par le bâti. On observe ainsi une diminution des concentrations dans les zones protégées du vent (cours intérieures, artères secondaires perpendiculaires à l'écoulement).
- Les résultats sont similaires pour les PM_{10} et $PM_{2.5}$ et pour les flux de dépôt associés (visible dans le document fournit en annexe).

Concentration d'un polluant gazeux pour une émission unitaire

Résultats de dispersions en configurations **V1 haut** et **V2 haut** en un plan situé à 1,5 m au dessus du niveau du sol.

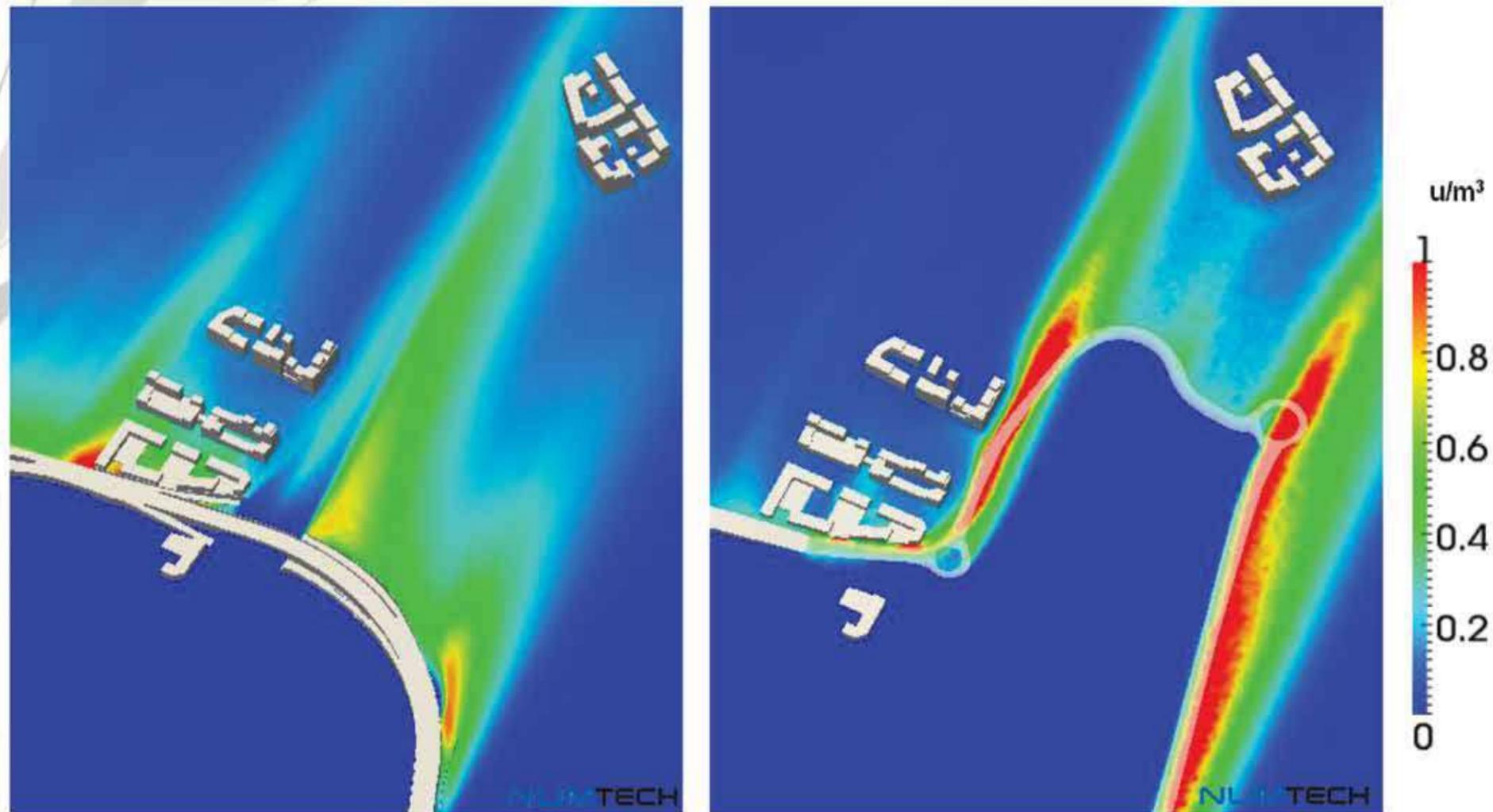


Configuration V2_haut

Configuration V1_haut

Concentration d'un polluant gazeux pour une émission unitaire

Résultats de dispersions en configurations **V1 bas** et **V2 bas** en un plan situé à 1,5 m au dessus du niveau du sol.



Configuration V2_bas

Configuration V1_bas

Commentaires

- La route actuelle étant positionnée au niveau du sol (à altitude nulle) et ne disposant pas de mur anti-bruit, les concentrations simulées sur le plan d'altitude 1,5 m sont plus élevées.
 - En effet, effectuer un rejet en hauteur permet d'obtenir une meilleure dispersion.
 - Les murs anti-bruit amplifient cet effet en générant une surélévation du panache.
- A cela s'ajoute le fait que la route actuelle est plus longue. Par conséquent, la quantité totale émise dans la configuration V1 est bien plus importante que dans la configuration V2.
- Nous rappelons également que l'émission unitaire considérée sous-entend une émission constante. Or dans l'état V1, la présence des ronds-points génère des zones de surconsommation qui ne sont pas modélisées.

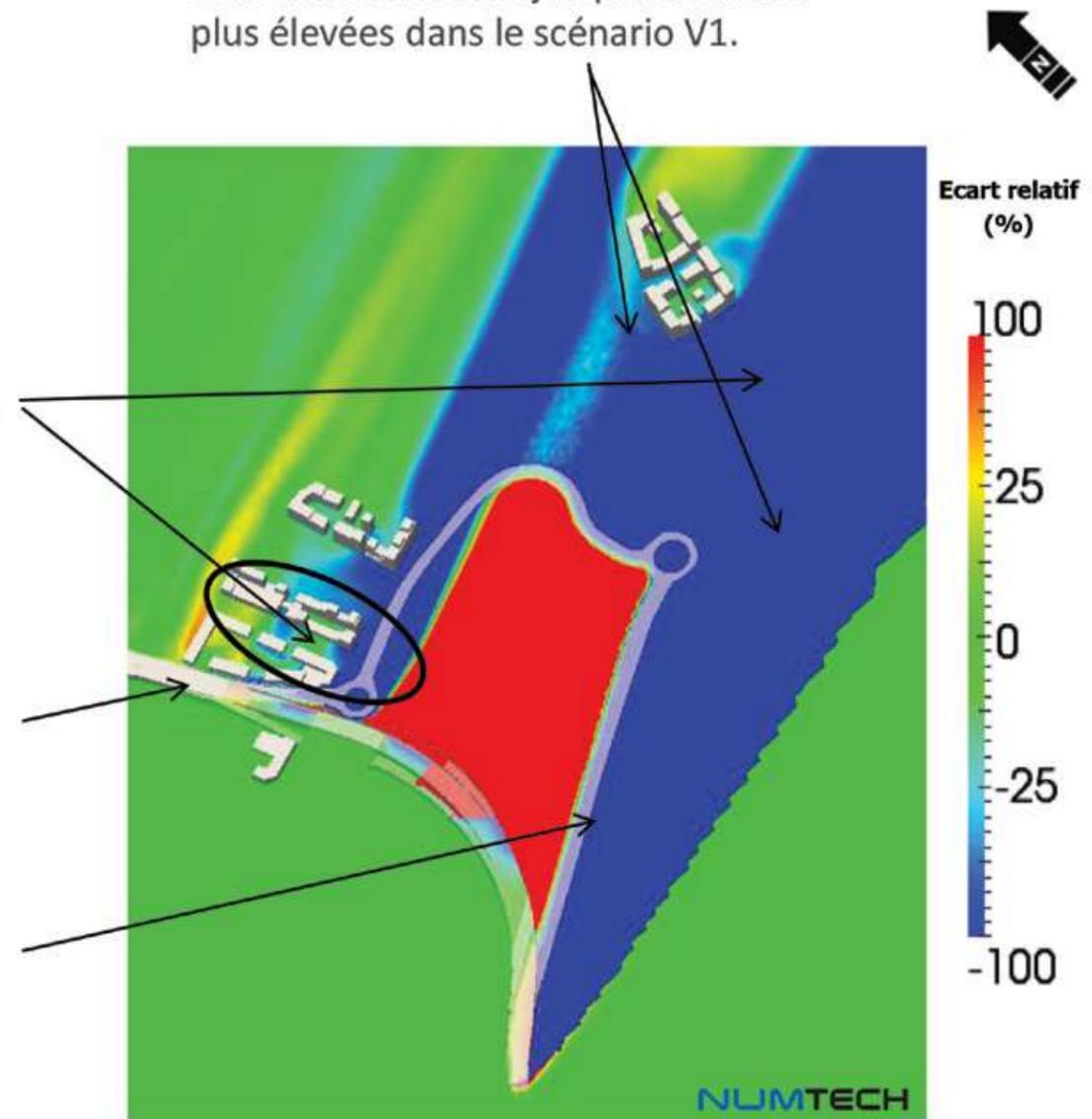
Commentaires

Dans l'éco-quartier (partie haute et basse) la construction de la nouvelle voie (V2) est globalement plus favorable.

On observe très localement un écart allant jusqu'à 100% en faveur de la voie actuelle (configuration V1). Ce pic se situe très précisément à l'endroit où le mur anti bruit de la nouvelle voie se termine.

Cette zone rouge se situe en aval du futur axe routier et en amont de l'axe actuelle. On y observe un écart de 100% puisque la concentration y est nulle dans la configuration V1 (zone en amont de la voie).

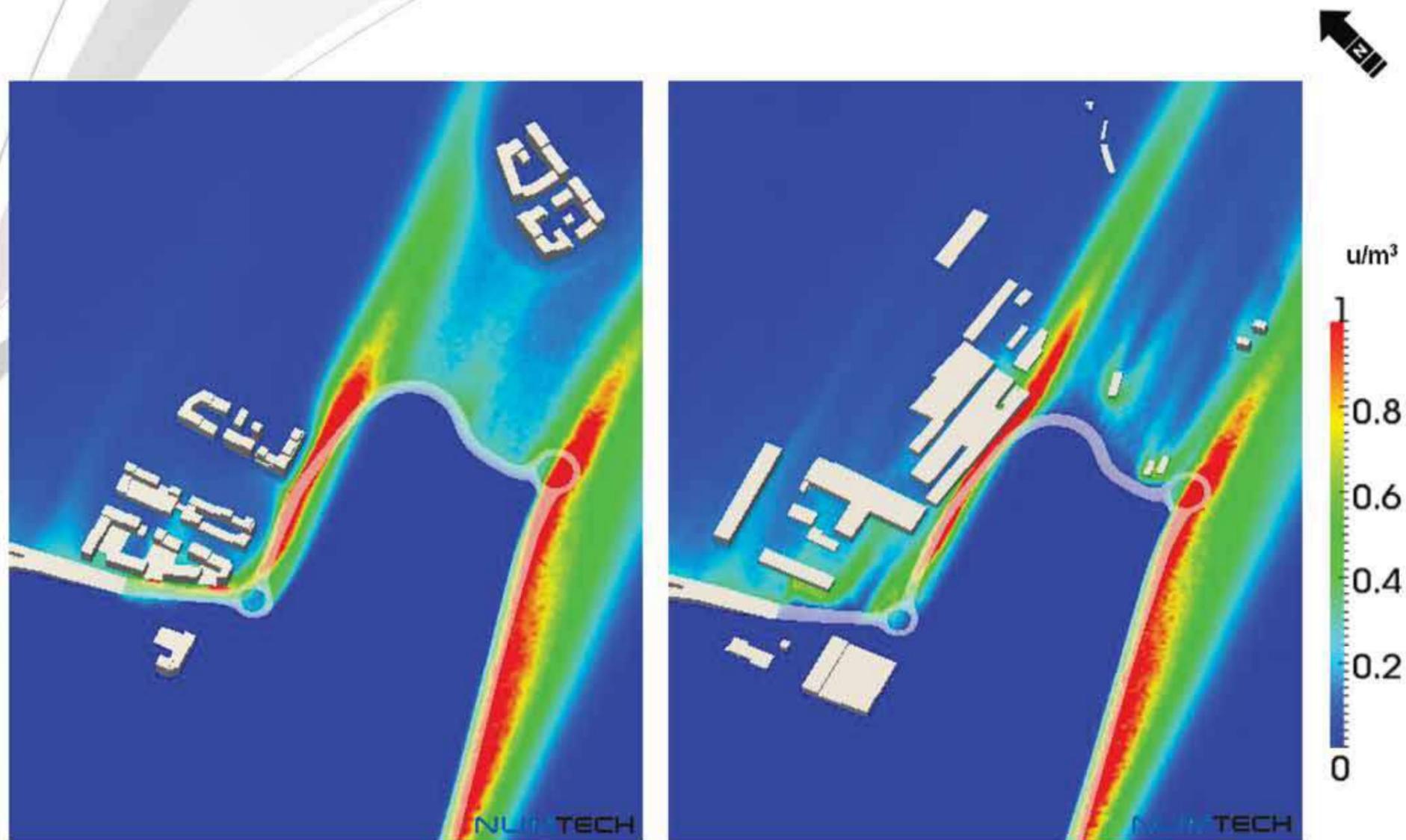
En aval de la route actuelle, les concentrations sont jusqu'à deux fois plus élevées dans le scénario V1.



Comparaison V1 et V2 bas

Concentration d'un polluant gazeux pour une émission unitaire

Résultats de dispersions en configurations **V0 et V1 haut** en un plan situé à 1,5 m au dessus du niveau du sol.



Configuration V1_haut

Configuration V0

Écart relatif exprimé en % entre les configurations V0 et V1 haut pour le polluant gazeux

Les valeurs positives (niveaux jaune à rouge) représentent des niveaux de concentration plus élevés pour la configuration V1 haut. Les valeurs négatives (niveaux bleus) des niveaux plus élevés pour la configuration V0. Les valeurs proches de zéro (de couleur verte) correspondent à des niveaux de concentrations similaires entre les deux scénarios.



Comparaison V0 et V1 haut

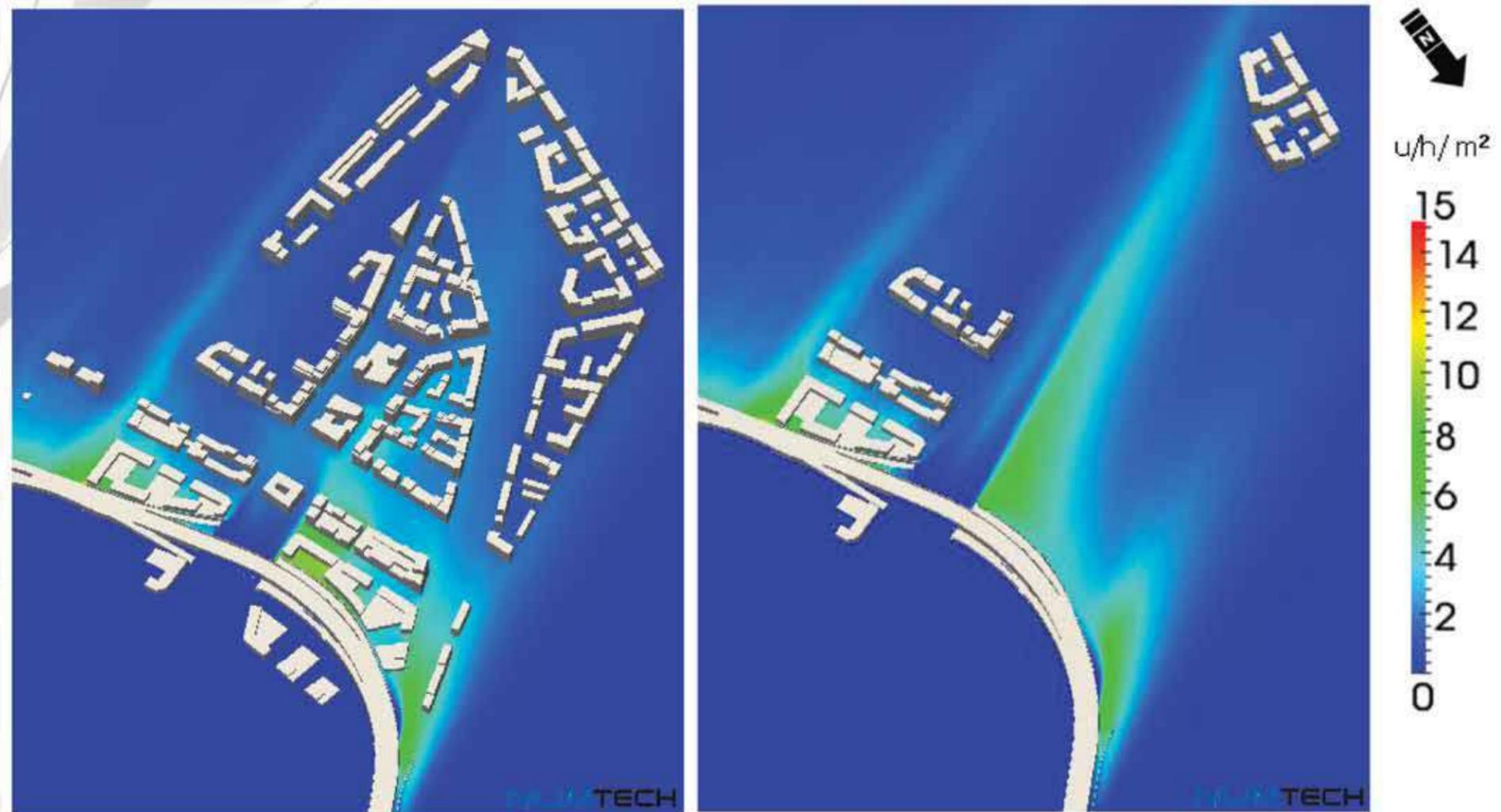
FLAUBERT
NUMTECH

Commentaires

- Comme lors de la comparaison entre V1 et V2, le bâti est différent entre les scénarios comparés et l'impact sur la dispersion est de manière générale assez marqué.
- On constate de façon systématique des niveaux plus élevés avec la configuration V1 en aval d'un bâtiment appartement au scénario V0 et des niveaux plus élevés avec la configuration V0 en aval d'un bâtiment appartement au scénario V1 haut.
- Dans la zone du future écoquartier, les concentrations sont en baisses. La première rangée de bâtiments adjacente à la route fait écran et protège l'écoquartier. Les concentrations dans le future écoquartier sont de 25% à 100% inférieures aux concentrations avant construction.

Dépôt d'un polluant particulaire (PM_{10}) pour une émission unitaire

Résultats de dispersions en configurations **V2 bas** et **V3 bas**.

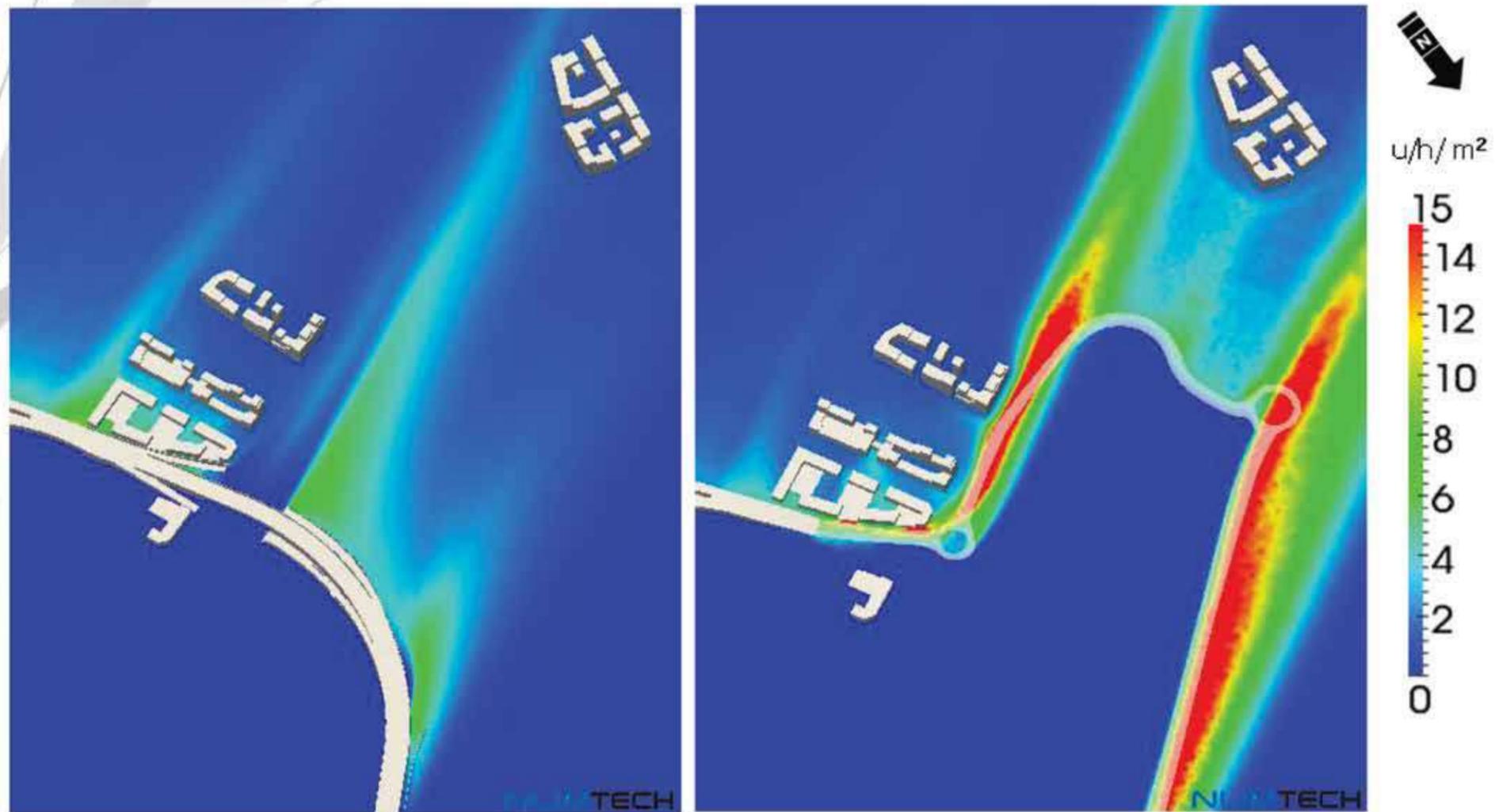


Configuration V3_bas

Configuration V2_bas

Dépôt d'un polluant particulaire (PM_{10}) pour une émission unitaire

Résultats de dispersions en configurations **V1 bas** et **V2 bas**.

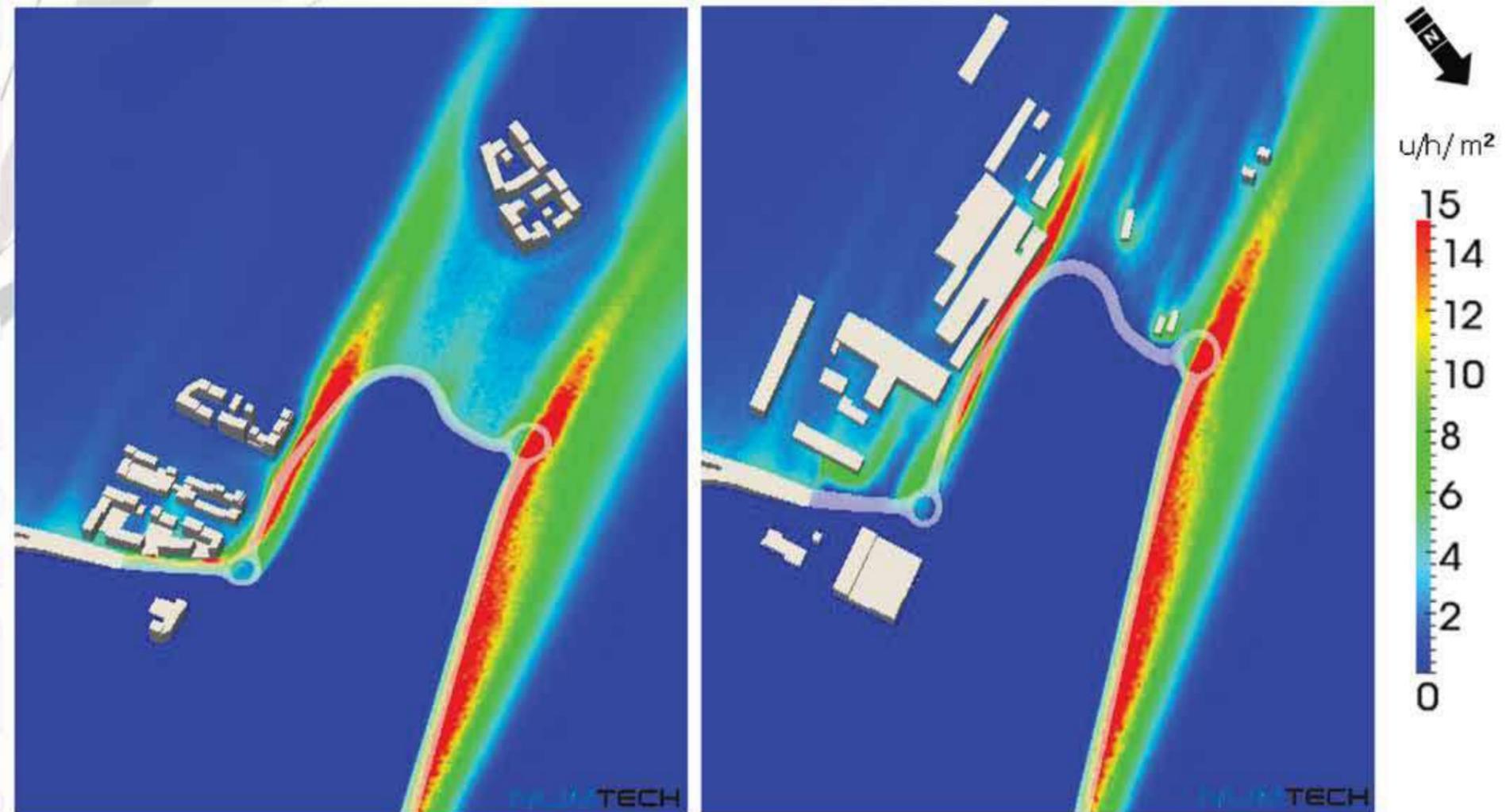


Configuration V2_bas

Configuration V1_bas

Dépôt d'un polluant particulaire (PM_{10}) pour une émission unitaire

Résultats de dispersions en configurations **V1 haut** et **V0**.

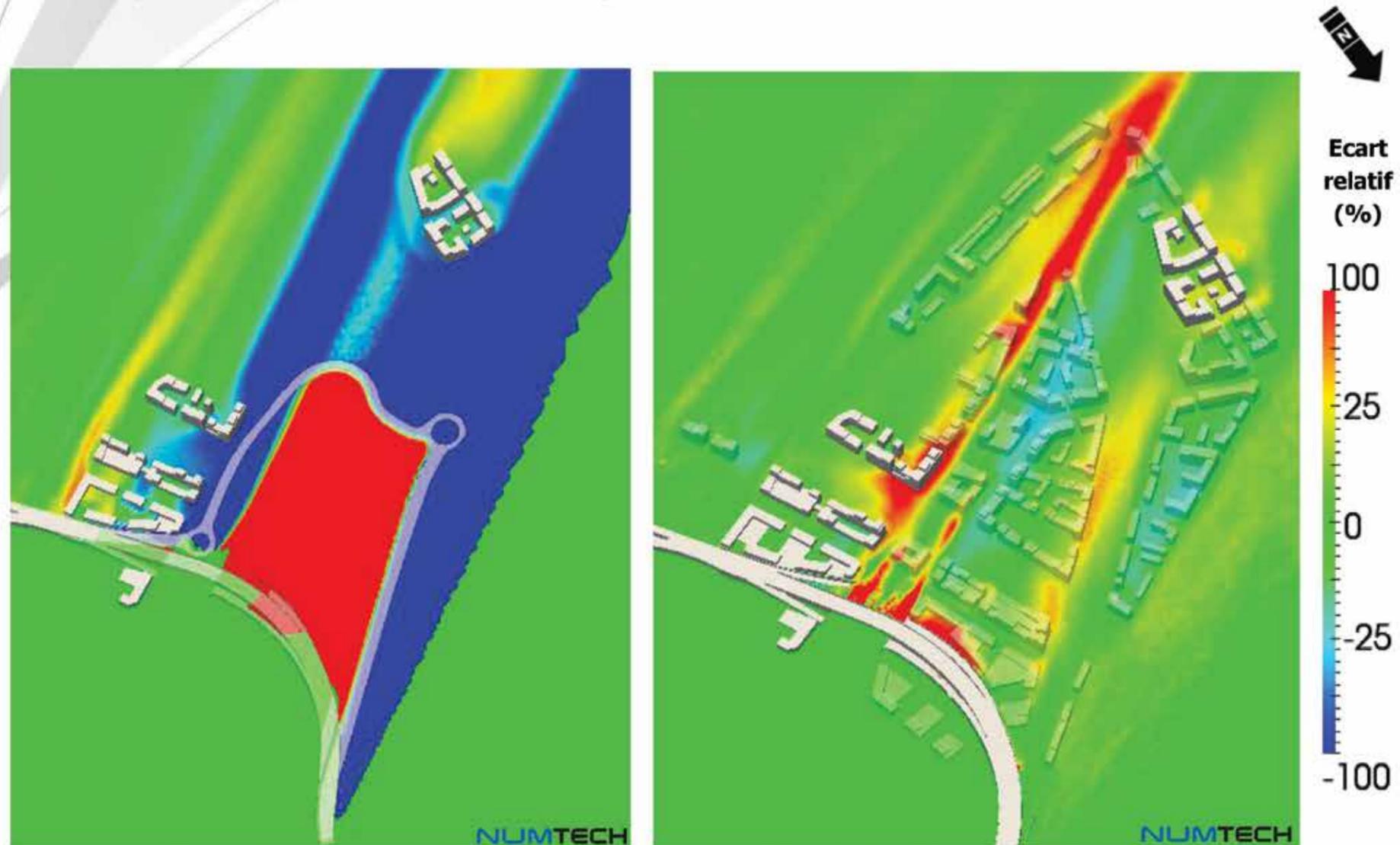


Configuration V1_haut

Configuration V0

Écart relatif sur le flux de dépôt (PM_{10}) exprimé en % entre les deux scénarios

Les valeurs positives (niveaux jaune à rouge) représentent des niveaux de concentration plus élevés pour les configurations V2 (à gauche) et V3 (à droite). Les valeurs négatives (niveaux bleus) des niveaux plus élevés pour la configurations V1 (à gauche) et V2 (à droite). Les valeurs proches de zéro (de couleur verte) correspondent à des niveaux de concentrations similaires entre les deux scénarios. L'échelle montait localement jusqu'à 200%. Elle a été seuillée pour améliorer la lisibilité au sein de l'écoquartier.

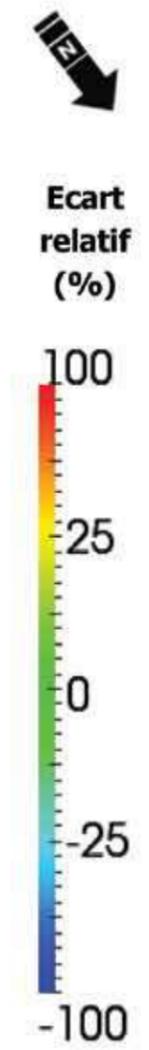
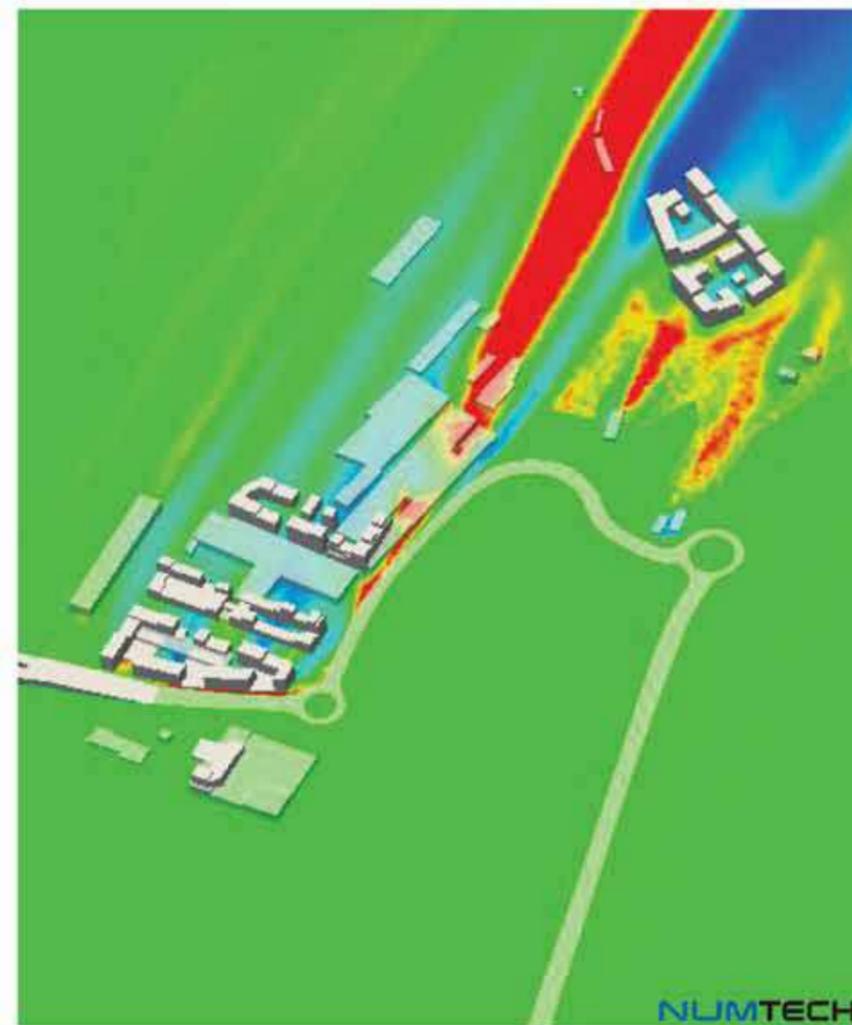


Comparaison V1 et V2 bas

Comparaison V2 et V3 bas

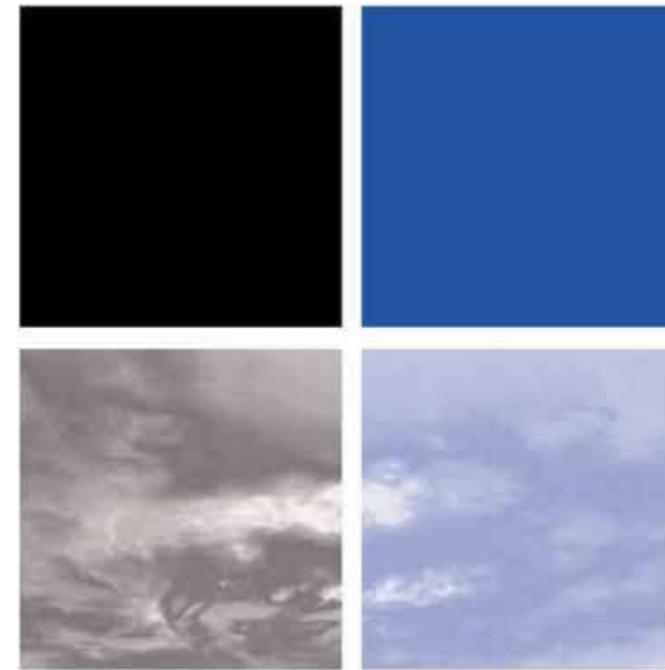
Écart relatif sur le flux de dépôt (PM_{10}) exprimé en % entre les deux scénarios

Les valeurs positives (niveaux jaune à rouge) représentent des niveaux de concentration plus élevés pour les configurations V1 (à gauche). Les valeurs négatives (niveaux bleus) des niveaux plus élevés pour la configurations V0. Les valeurs proches de zéro (de couleur verte) correspondent à des niveaux de concentrations similaires entre les deux scénarios.



Comparaison V0 et V1 haut

FLAUBERT



NUMTECH
L'ATMOMODÉLISATION

www.numtech.fr

6, Allée Alan Turing
Parc Technologique de la Pardieu
63170 Aubière France
Tel. : (33) 4 73 28 75 95
Fax : (33) 4 73 28 75 99

NUMTECH

RÉSULTATS

Réf.: 091.0316

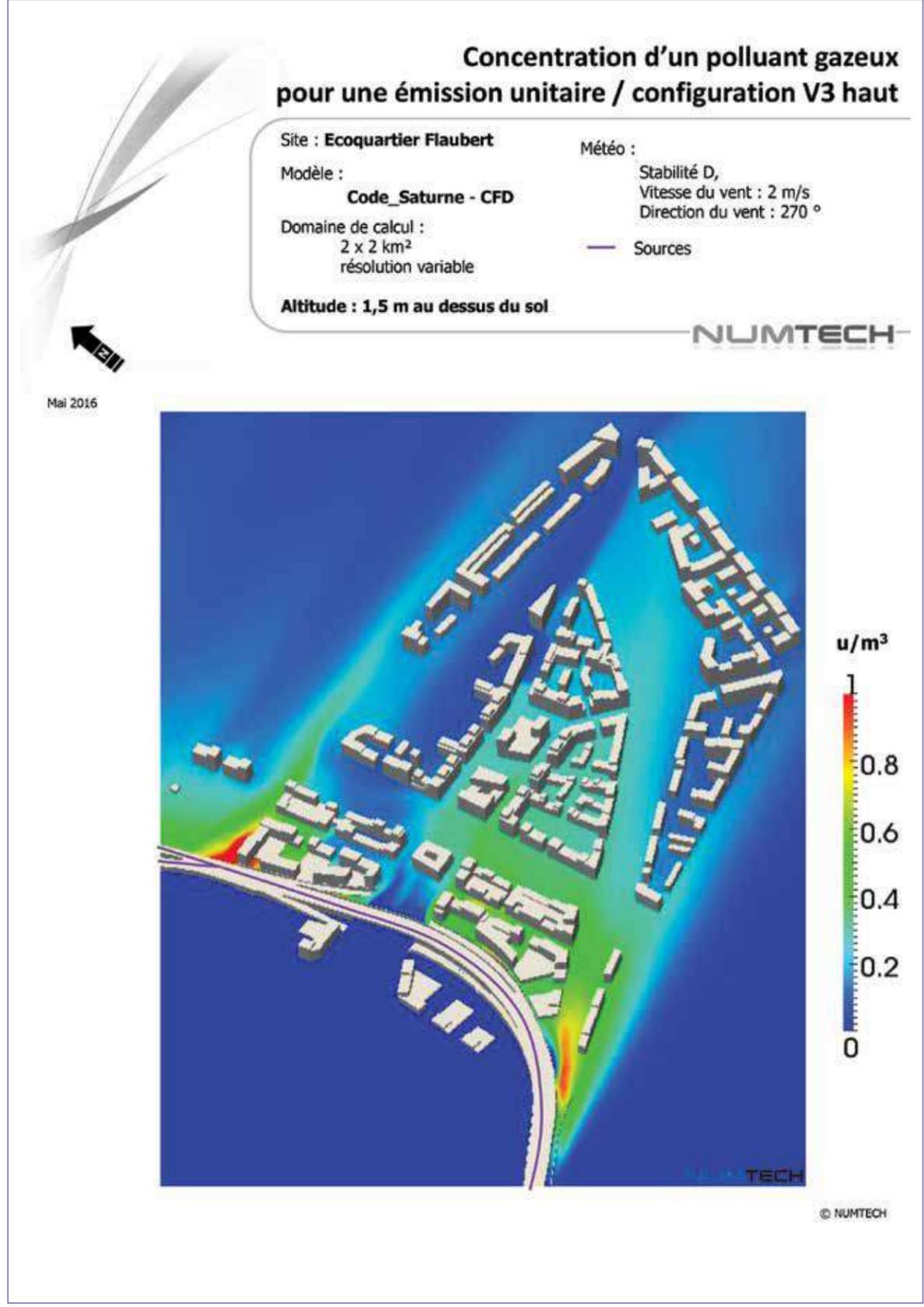
Site / Projet : **Ecoquartier Flaubert à Rouen (76)**

Etude : **Modélisation de l'impact de la morphologie du bâti sur la dispersion à proximité d'un axe routier.**

Pour le compte de : **DREAL Haute-Normandie**
 Contact : ROLLAND Jean-Luc
 02 35 58 56 33
Jean-Luc.g.Rolland@developpement-durable.gouv.fr

Version	Date	Modifications	Intervenants	Nom	Visa
V1	04/05/16	Version initiale	Auteur	Florian COHN	
V2	20/05/16	Ajout des simulations V0	Vérificateur	Emmanuelle DUTHIER	
V3	21/07/16	Corrections de forme			

E-RP-0168 - Avril 2014



Concentration d'un polluant gazeux pour une émission unitaire / configuration V2 haut

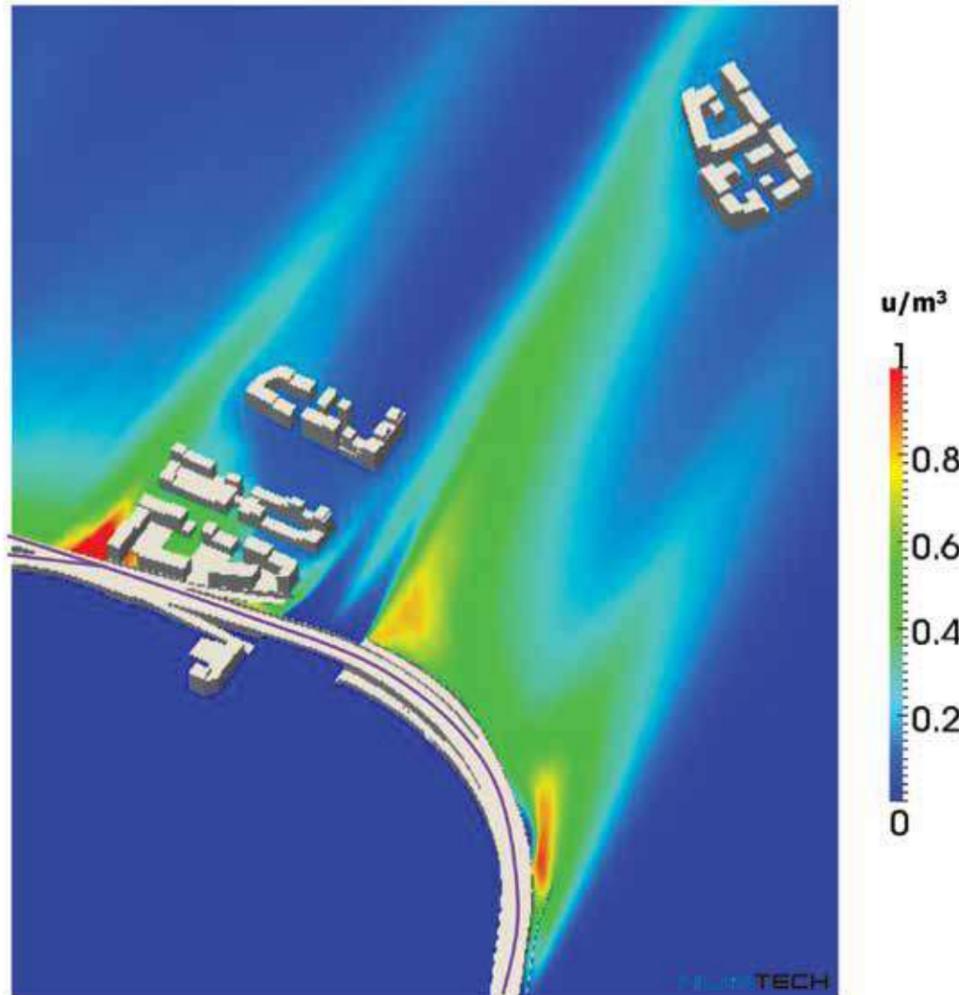
Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : 1,5 m au dessus du sol

Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources

NUMTECH

Mai 2016



© NUMTECH

Concentration d'un polluant gazeux pour une émission unitaire / configuration V1 haut

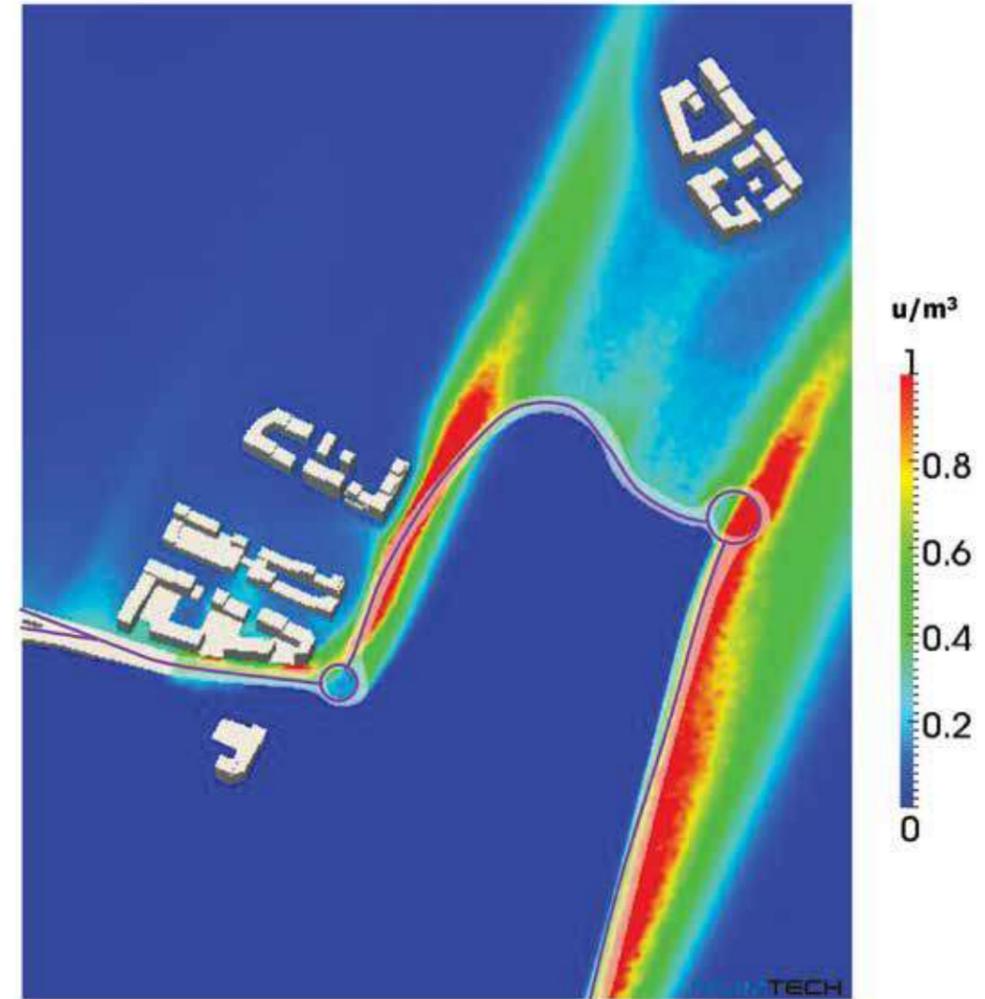
Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : 1,5 m au dessus du sol

Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources

NUMTECH

Mai 2016



© NUMTECH

Concentration d'un polluant gazeux pour une émission unitaire / configuration V3 bas

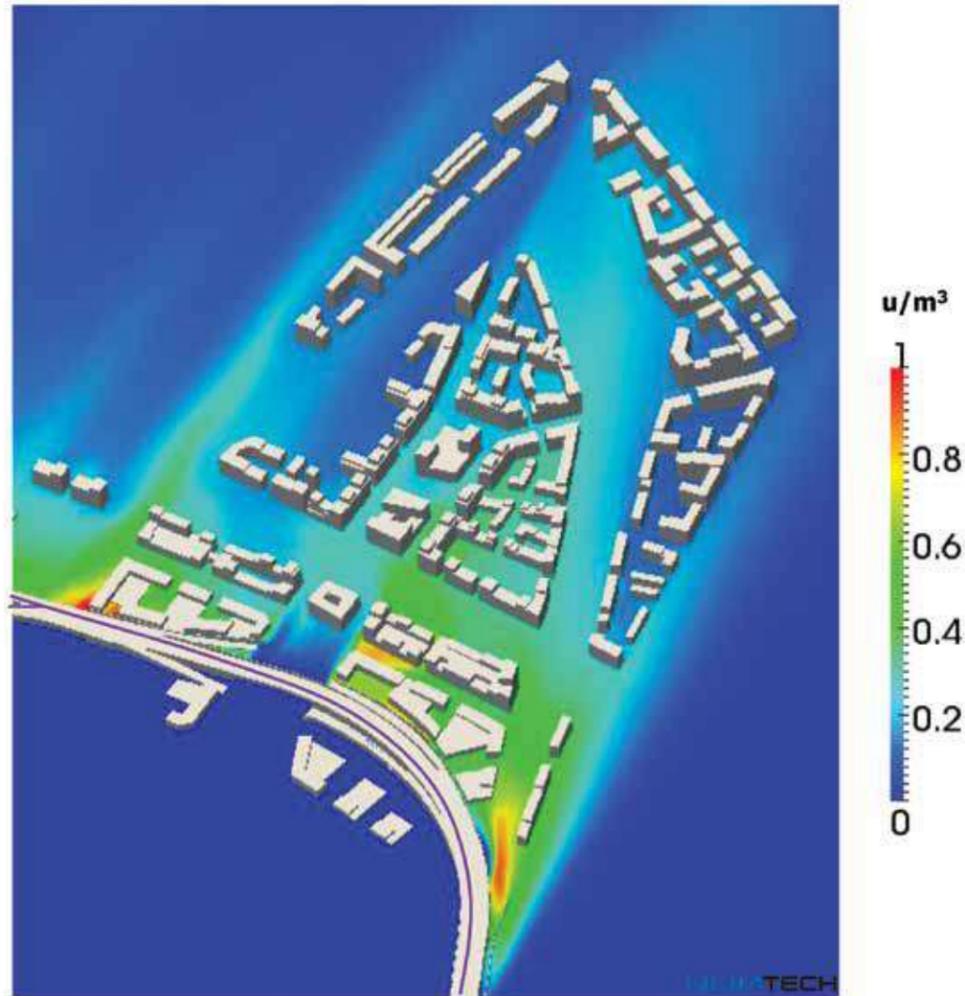
Site : **Ecoquartier Flaubert**
Modèle : **Code_Saturne - CFD**
Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
Altitude : 1,5 m au dessus du sol

Météo : Stabilité D,
Vitesse du vent : 2 m/s
Direction du vent : 270 °

— Sources

NUMTECH

Mai 2016



© NUMTECH

Concentration d'un polluant gazeux pour une émission unitaire / configuration V2 bas

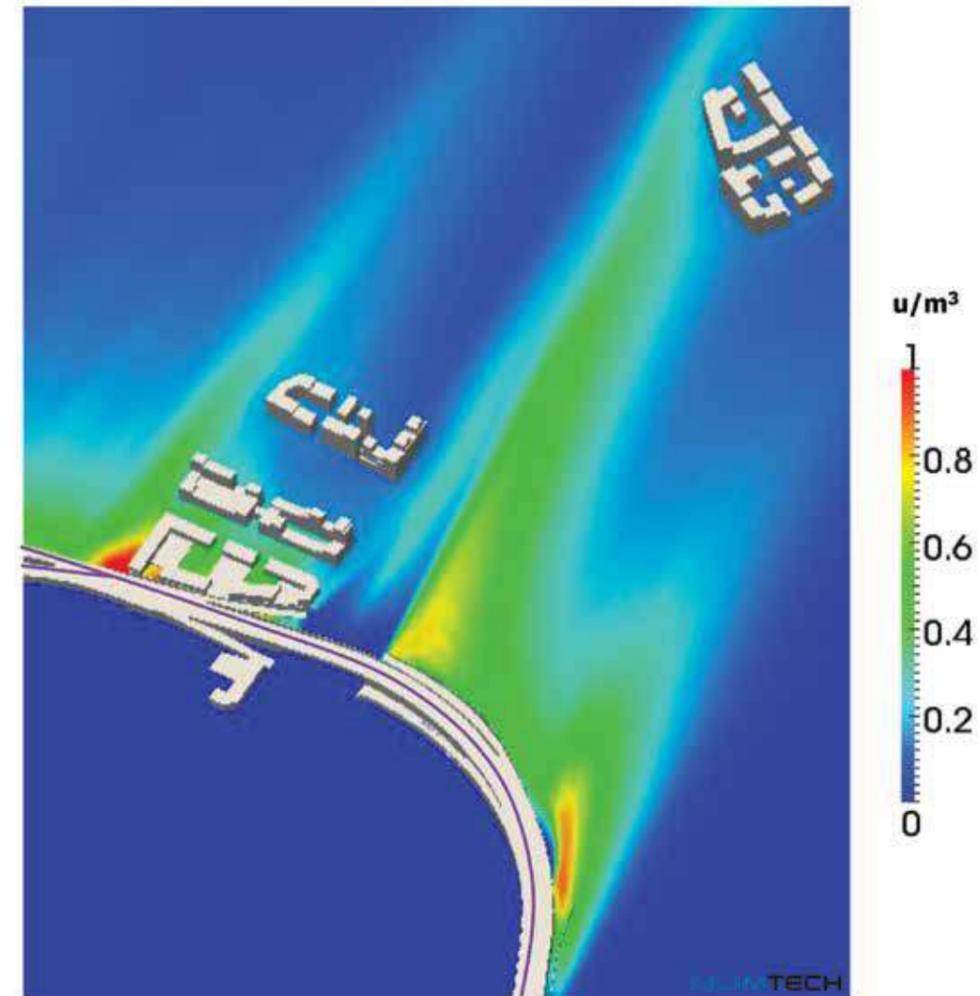
Site : **Ecoquartier Flaubert**
Modèle : **Code_Saturne - CFD**
Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
Altitude : 1,5 m au dessus du sol

Météo : Stabilité D,
Vitesse du vent : 2 m/s
Direction du vent : 270 °

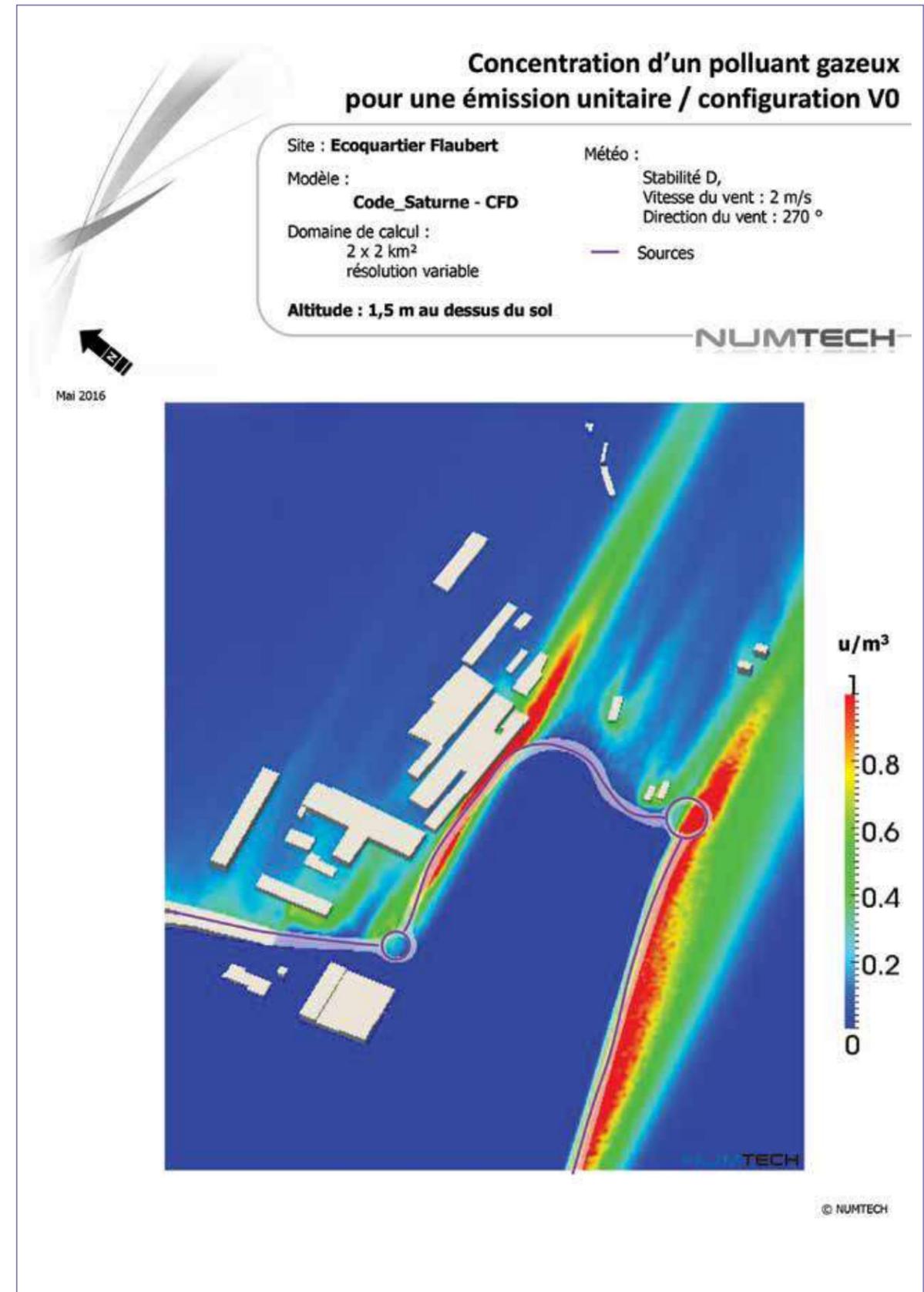
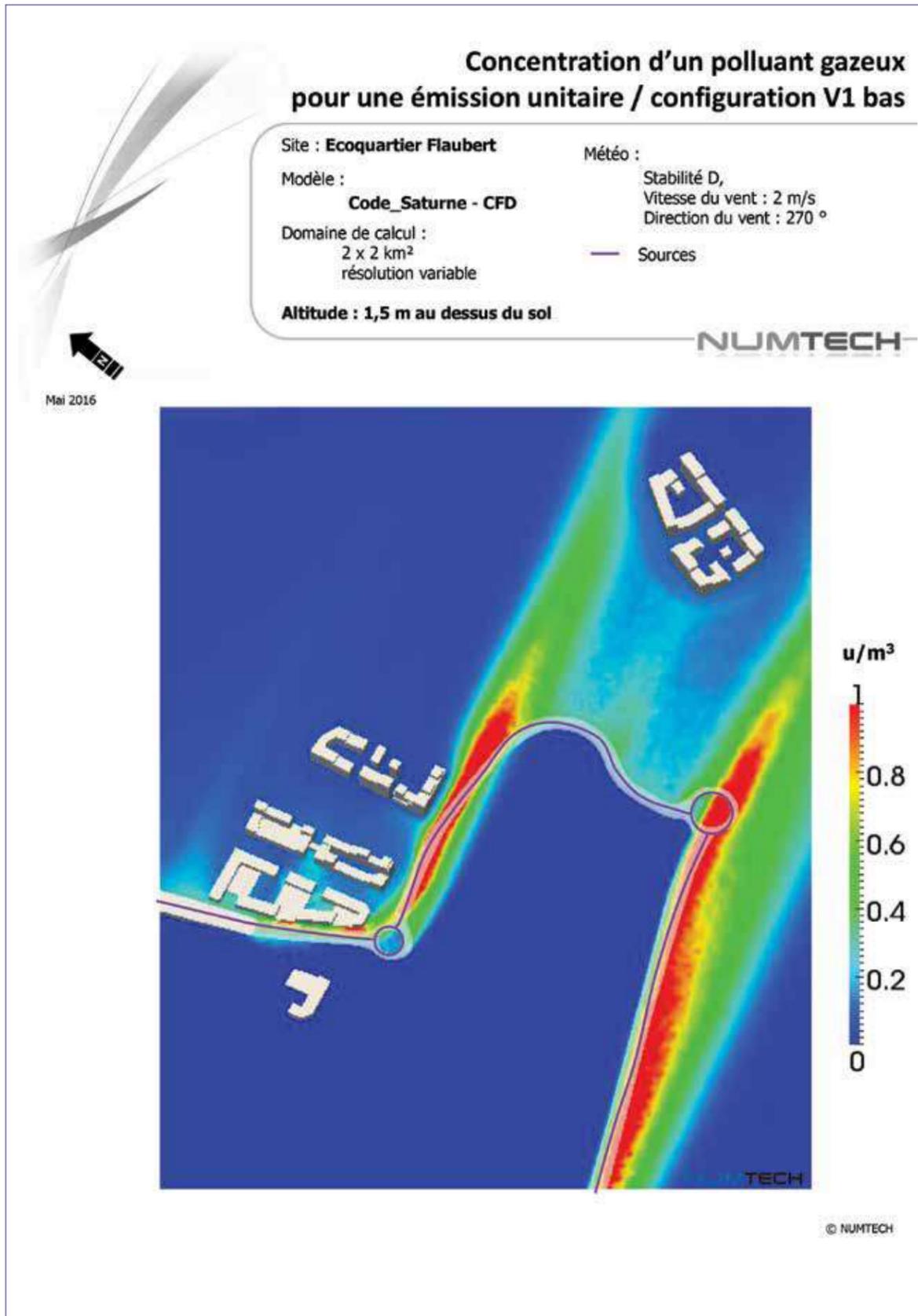
— Sources

NUMTECH

Mai 2016



© NUMTECH



Écart relatif exprimé en % entre les configurations V2 haut et V3 haut pour un polluant gazeux

Site : **Ecoquartier Flaubert**
Modèle : **Code_Saturne - CFD**
Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
Altitude : 1,5 m au dessus du sol

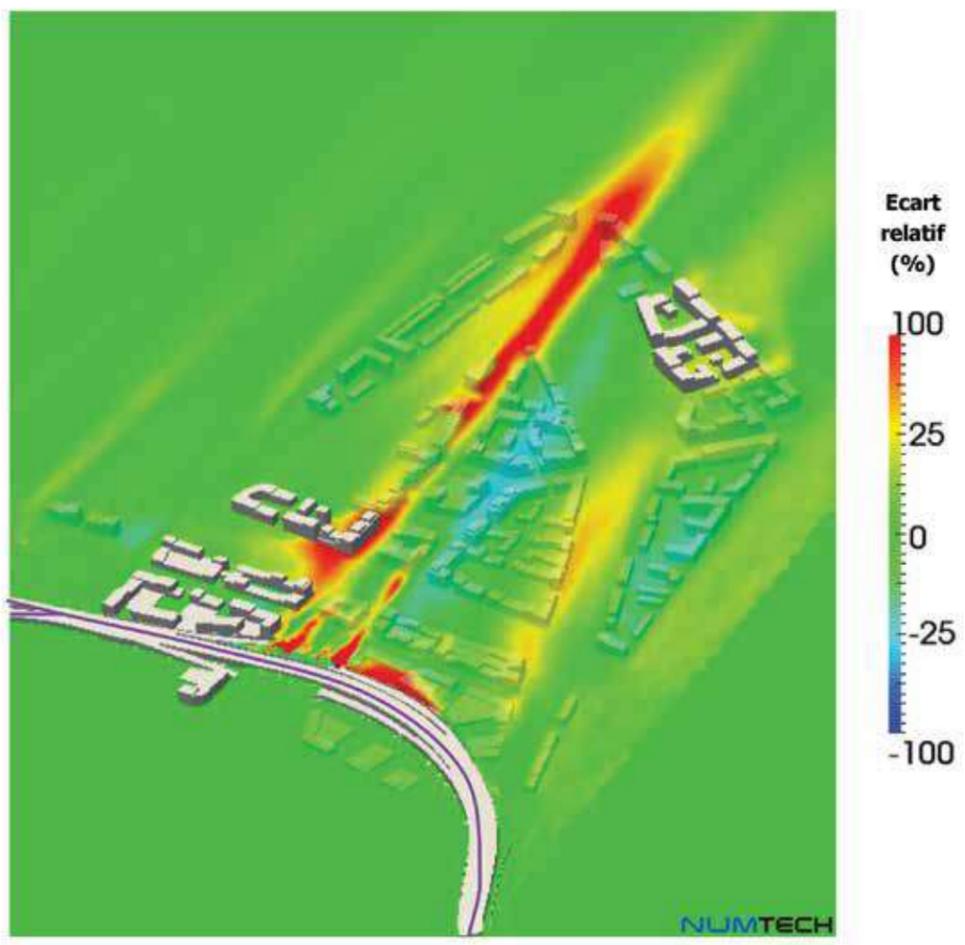
Météo : Stabilité D,
Vitesse du vent : 2 m/s
Direction du vent : 270 °

— Sources

NUMTECH



Les valeurs positives représentent une augmentation de concentration pour la configuration V3. Les valeurs négatives représentent une diminution de la concentration.



© NUMTECH

Écart relatif exprimé en % entre les configurations V2 bas et V3 bas pour un polluant gazeux

Site : **Ecoquartier Flaubert**
Modèle : **Code_Saturne - CFD**
Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
Altitude : 1,5 m au dessus du sol

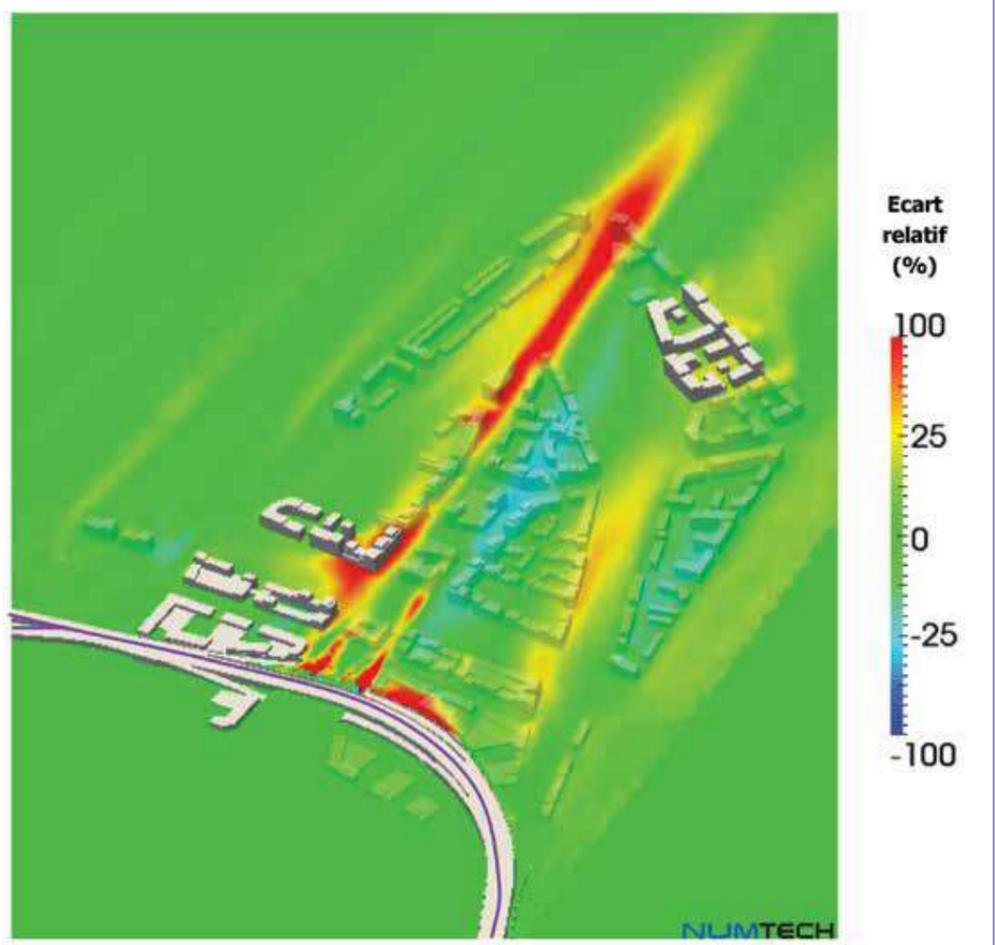
Météo : Stabilité D,
Vitesse du vent : 2 m/s
Direction du vent : 270 °

— Sources

NUMTECH



Les valeurs positives représentent une augmentation de concentration pour la configuration V3. Les valeurs négatives représentent une diminution de la concentration.



© NUMTECH

Écart relatif exprimé en % entre les configurations V1 haut et V2 haut pour un polluant gazeux

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : 1,5 m au dessus du sol

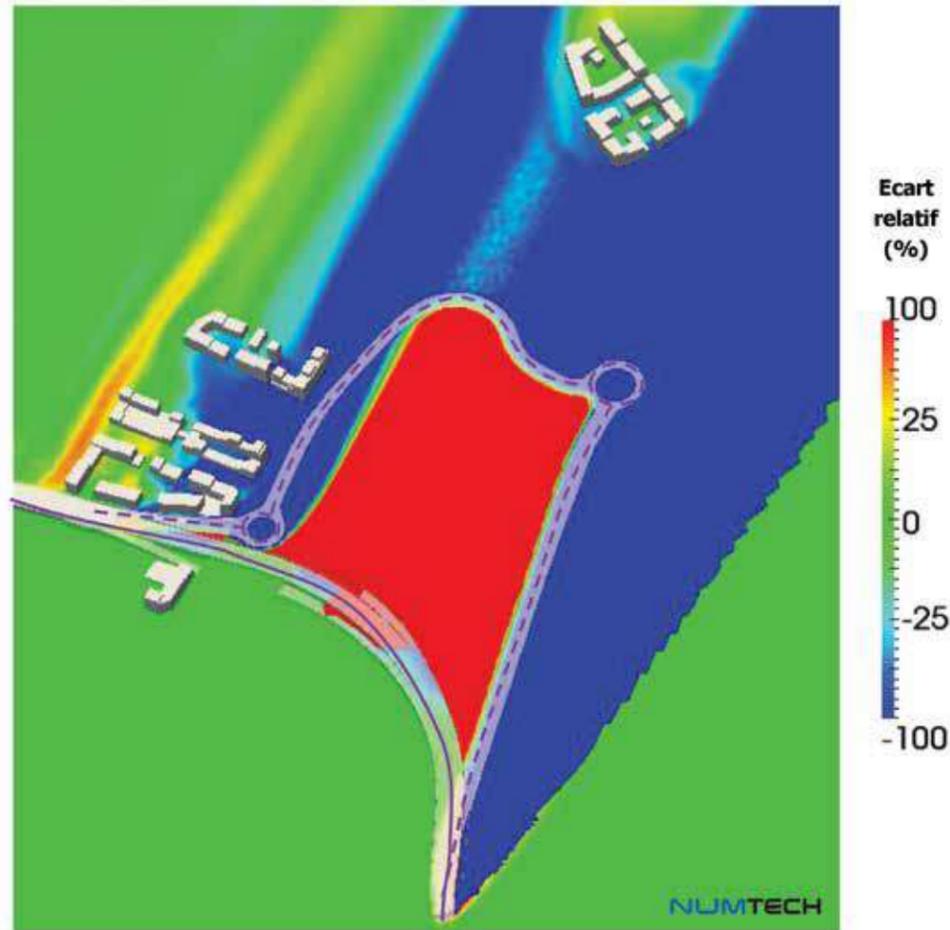
Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources V2
 - - Sources V1

NUMTECH

Mai 2016

Les valeurs positives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V2. Les valeurs négatives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V1,



© NUMTECH

Écart relatif exprimé en % entre les configurations V1 bas et V2 bas pour un polluant gazeux

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : 1,5 m au dessus du sol

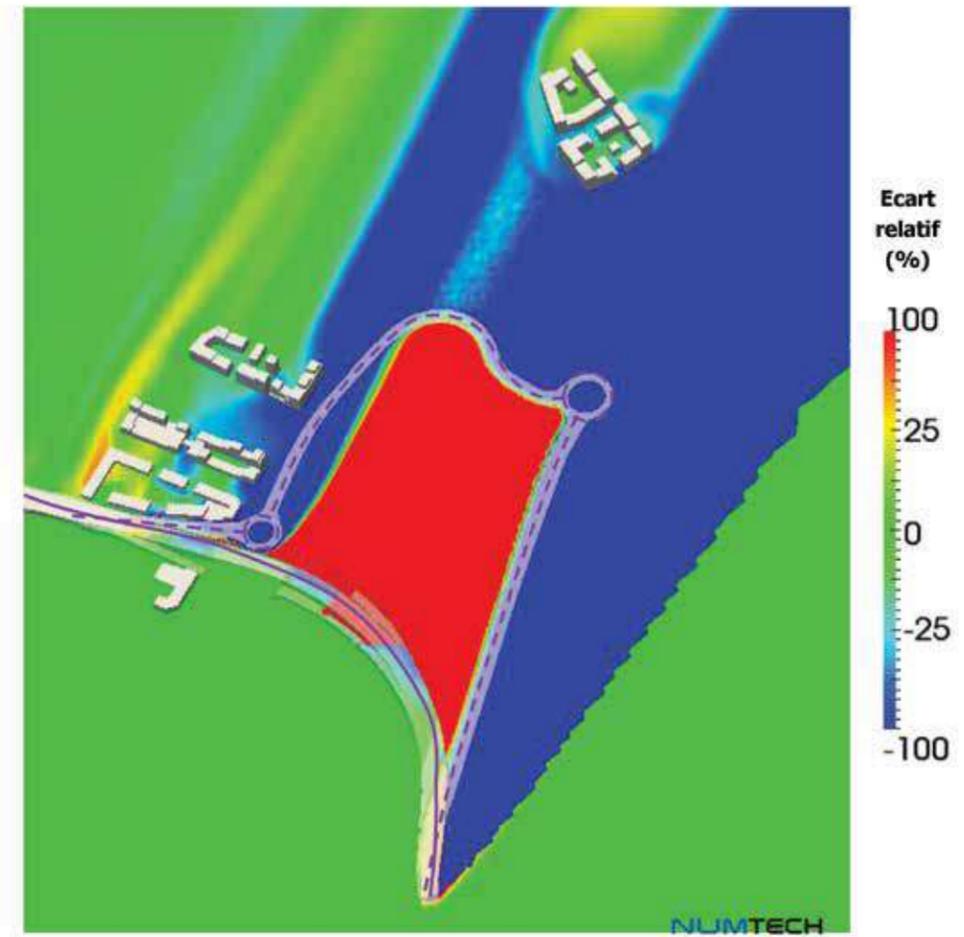
Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources V2
 - - Sources V1

NUMTECH

Mai 2016

Les valeurs positives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V2. Les valeurs négatives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V1,



© NUMTECH

Écart relatif exprimé en % entre les configurations V1 haut et V0 pour un polluant gazeux

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : 1,5 m au dessus du sol

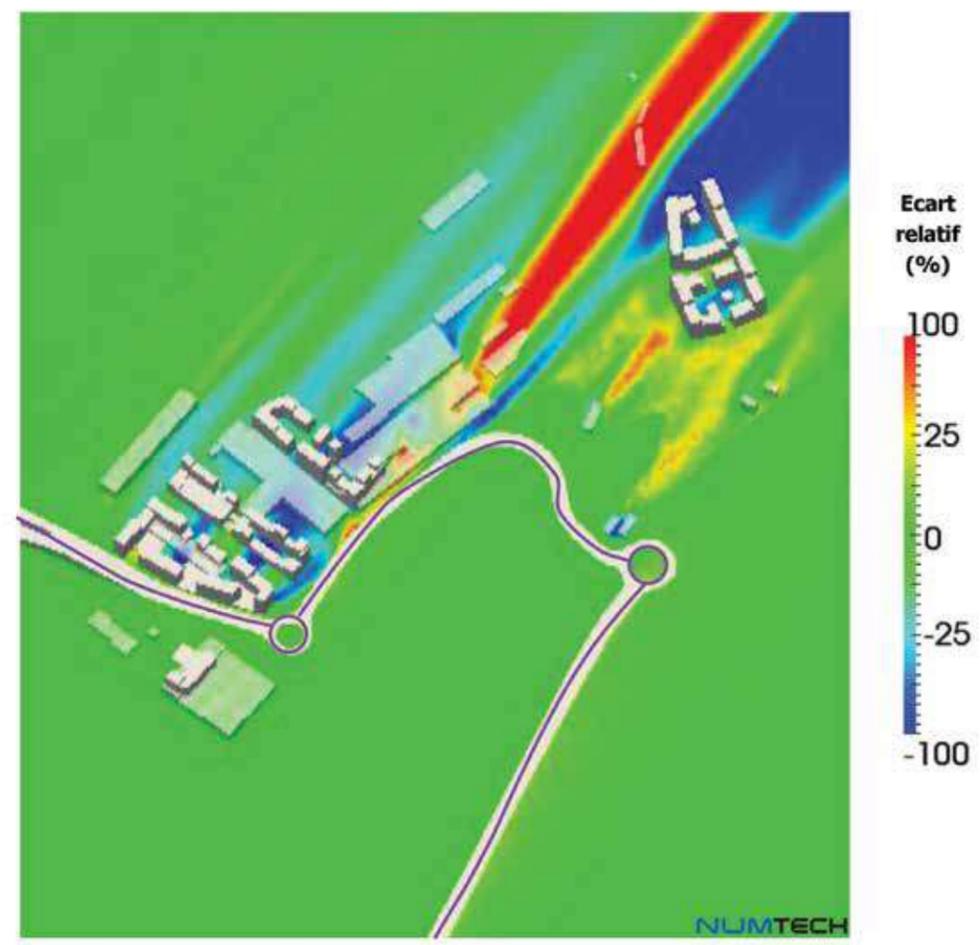
Météo : Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources

NUMTECH

Les valeurs positives représentent une augmentation de concentration pour la configuration V1. Les valeurs négatives représentent une diminution de la concentration.

Mai 2016



© NUMTECH

Écart relatif exprimé en % entre les configurations V3 haut et V3 bas pour un polluant gazeux

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : 1,5 m au dessus du sol

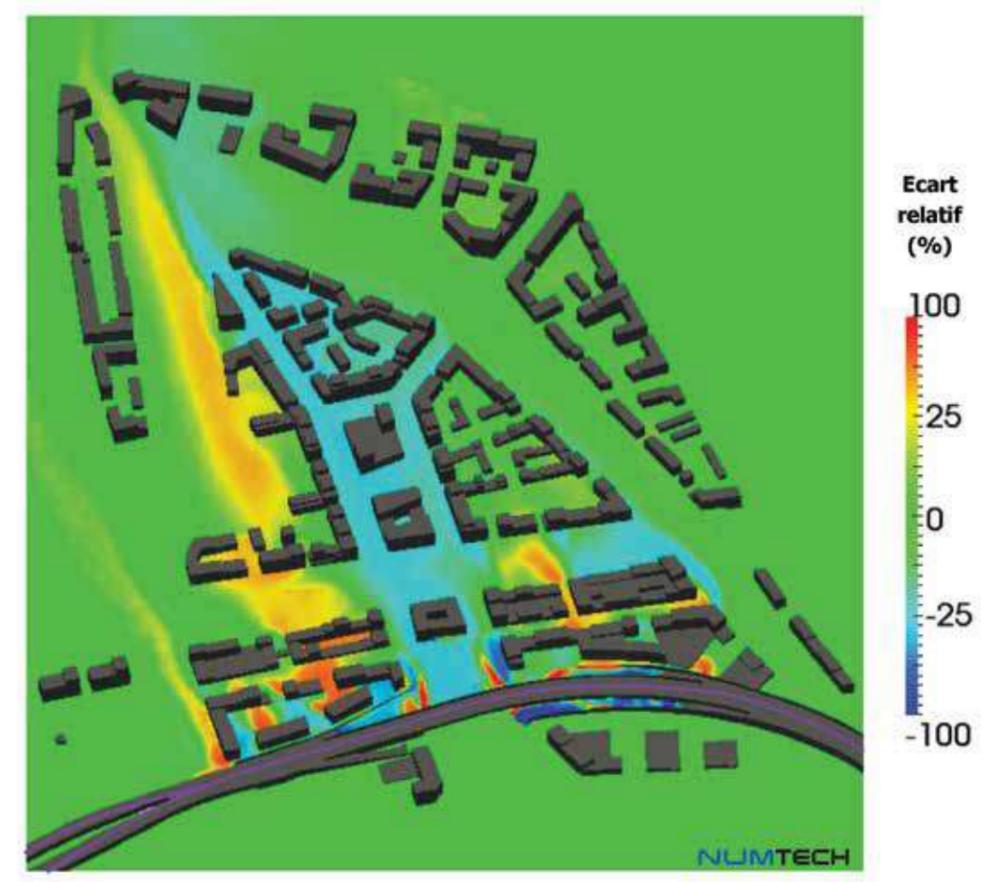
Météo : Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources

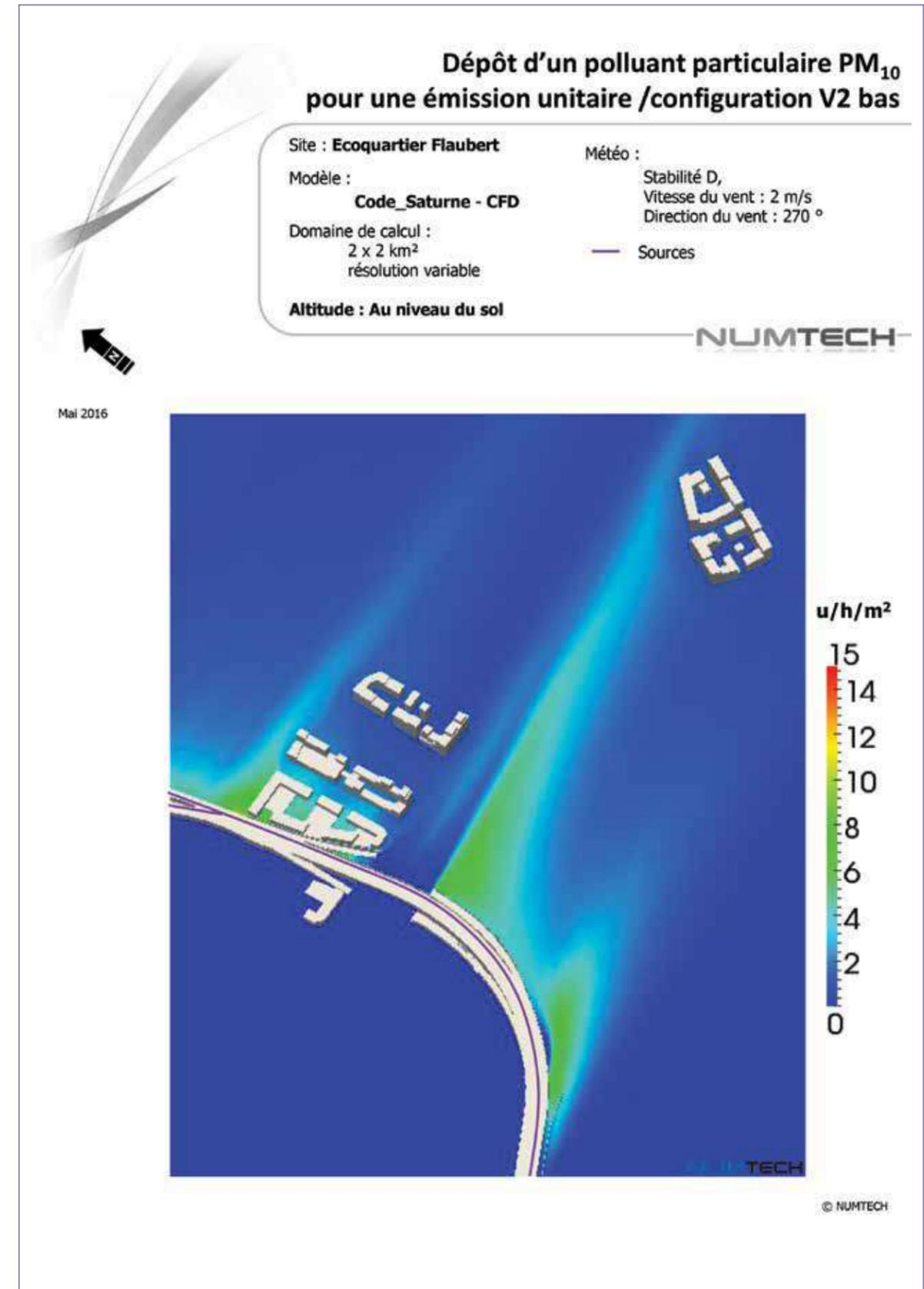
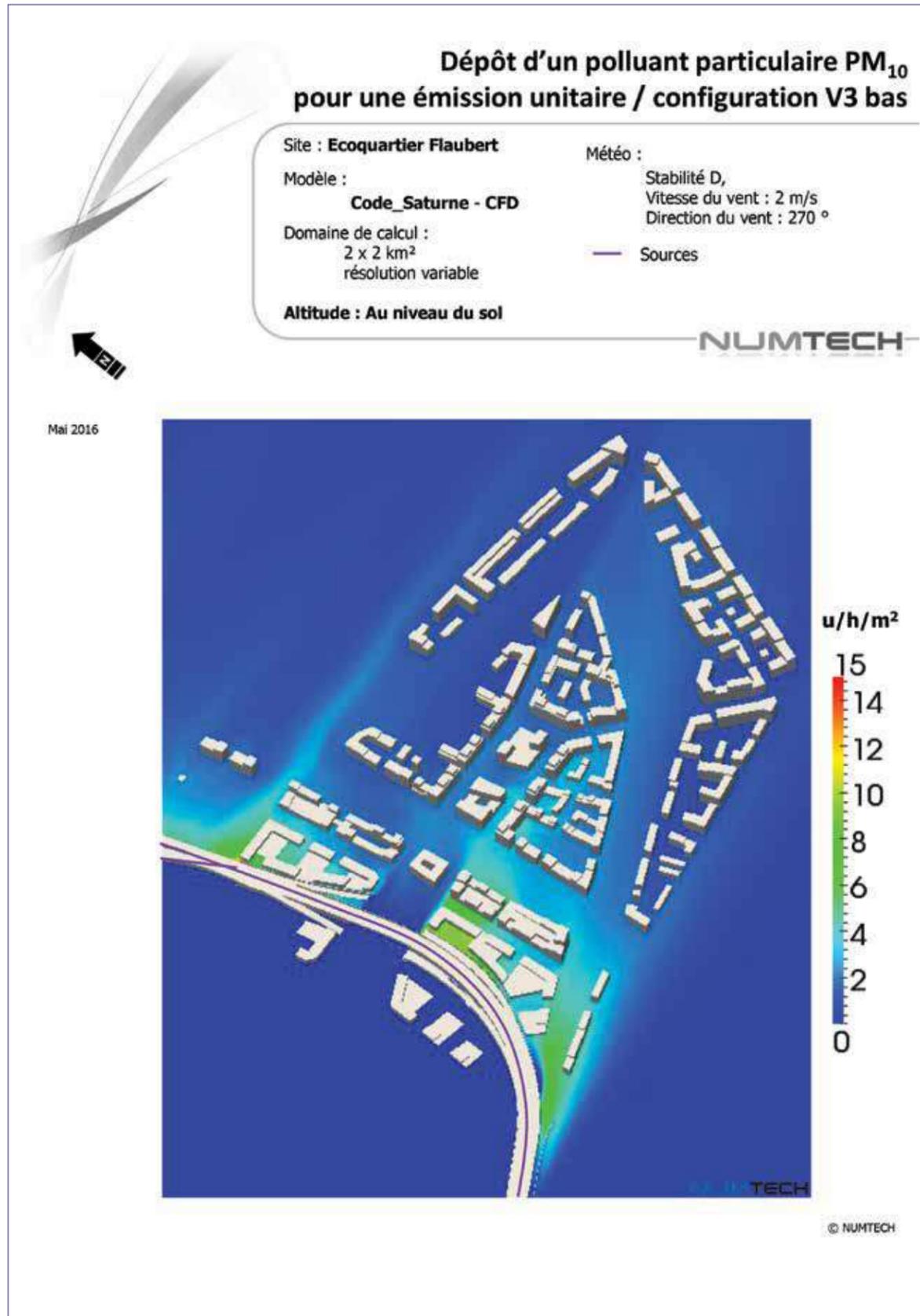
NUMTECH

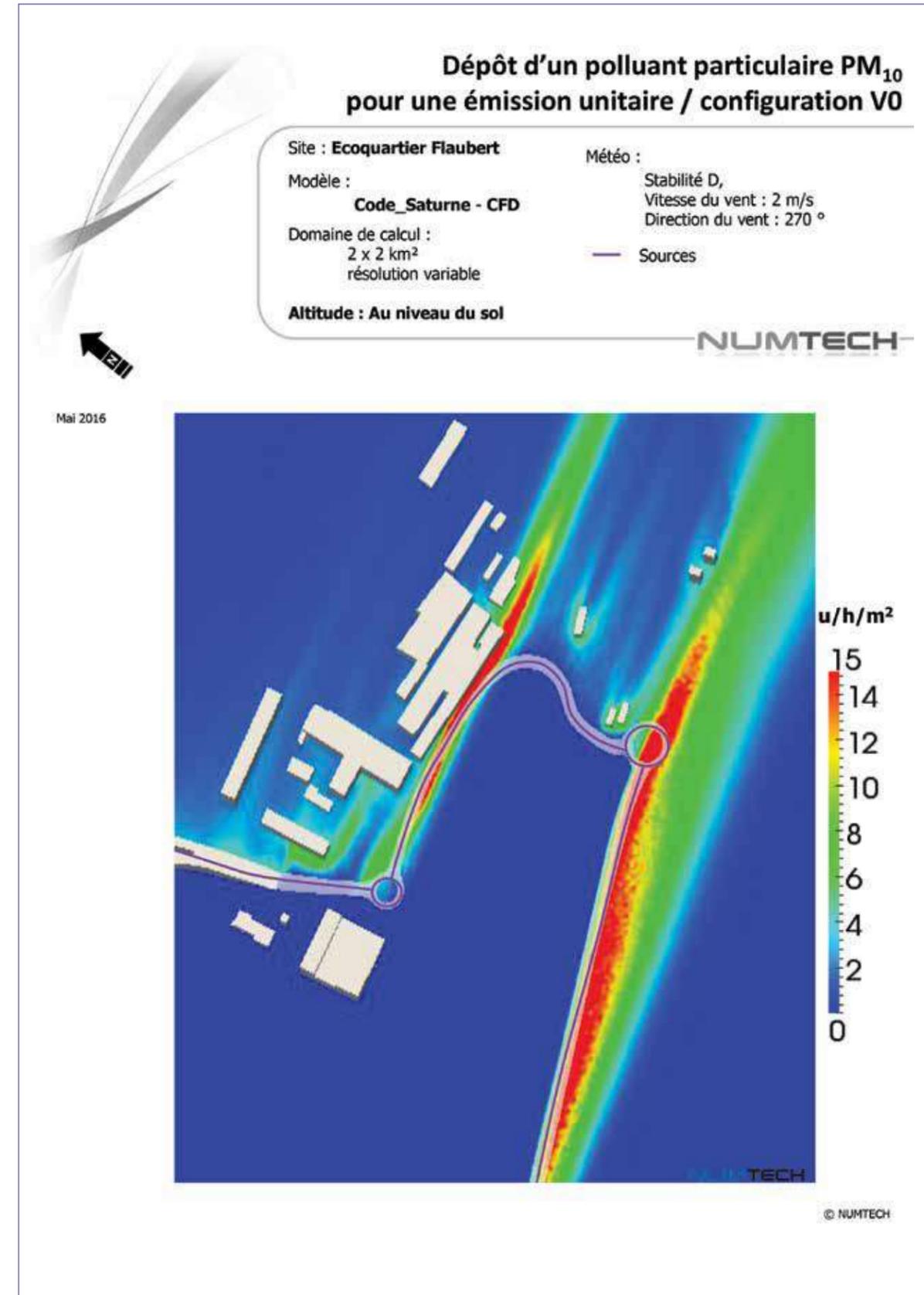
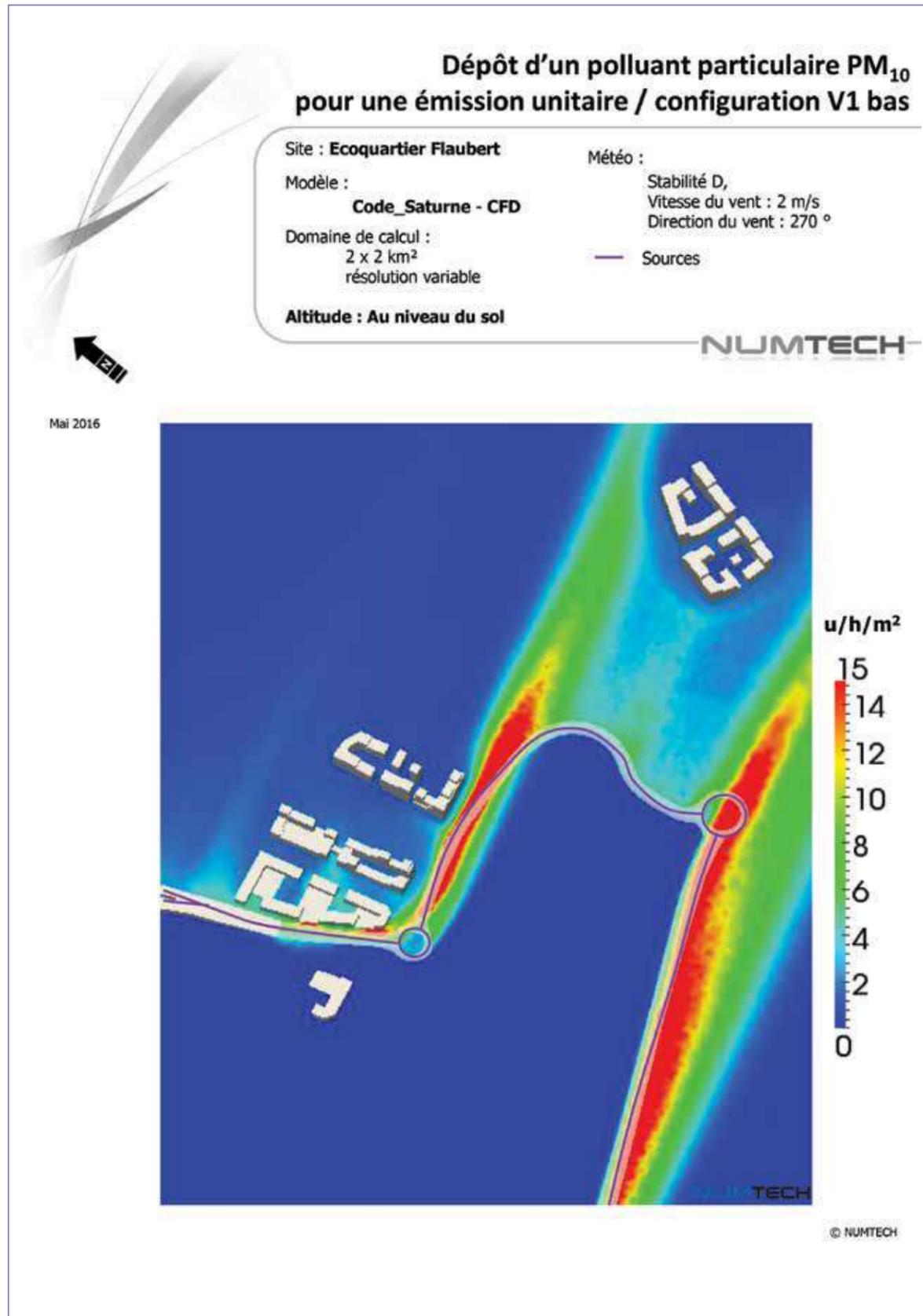
Les valeurs positives représentent une augmentation de concentration engendrée par la limitation de la hauteur du bâti à deux étages. Les valeurs négatives représentent une diminution de la concentration.

Mai 2016



© NUMTECH





Écart relatif exprimé en % entre les configurations V2 bas et V3 bas pour un polluant particulaire PM₁₀

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : 1,5 m au dessus du sol

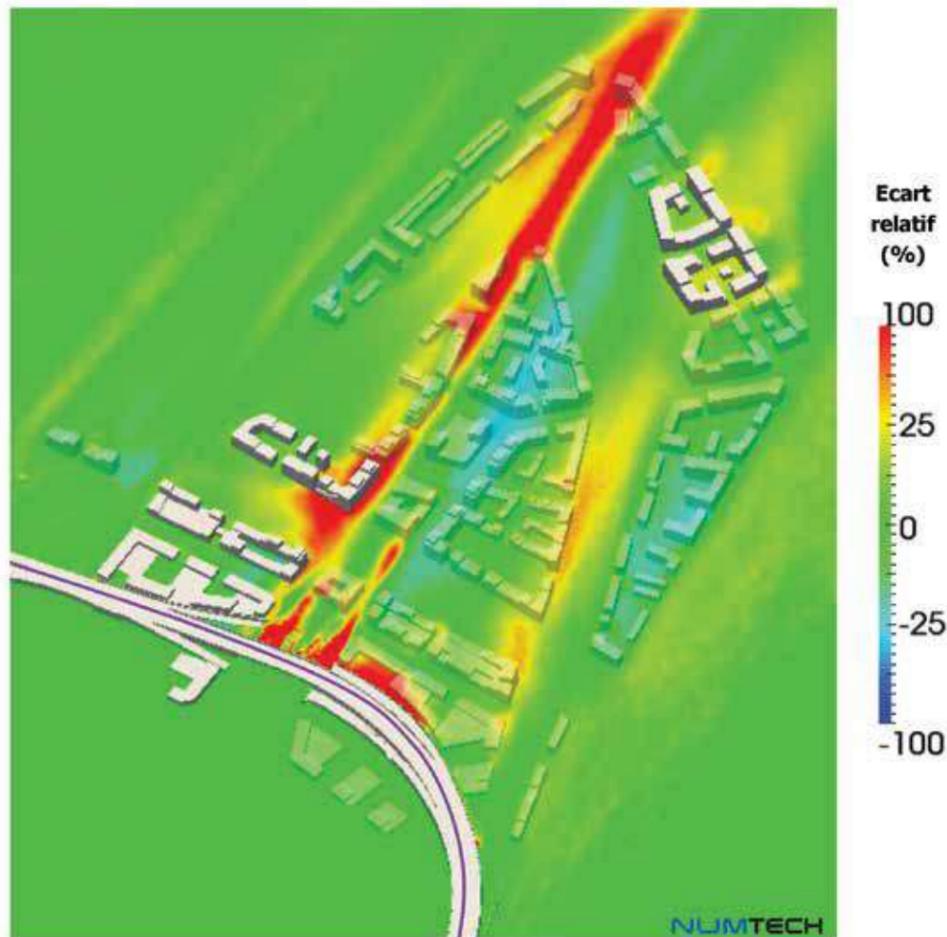
Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources

NUMTECH

Mai 2016

Les valeurs positives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V1. Les valeurs négatives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V2.



© NUMTECH

Écart relatif exprimé en % entre les configurations V1 bas et V2 bas pour un polluant particulaire PM₁₀

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : 1,5 m au dessus du sol

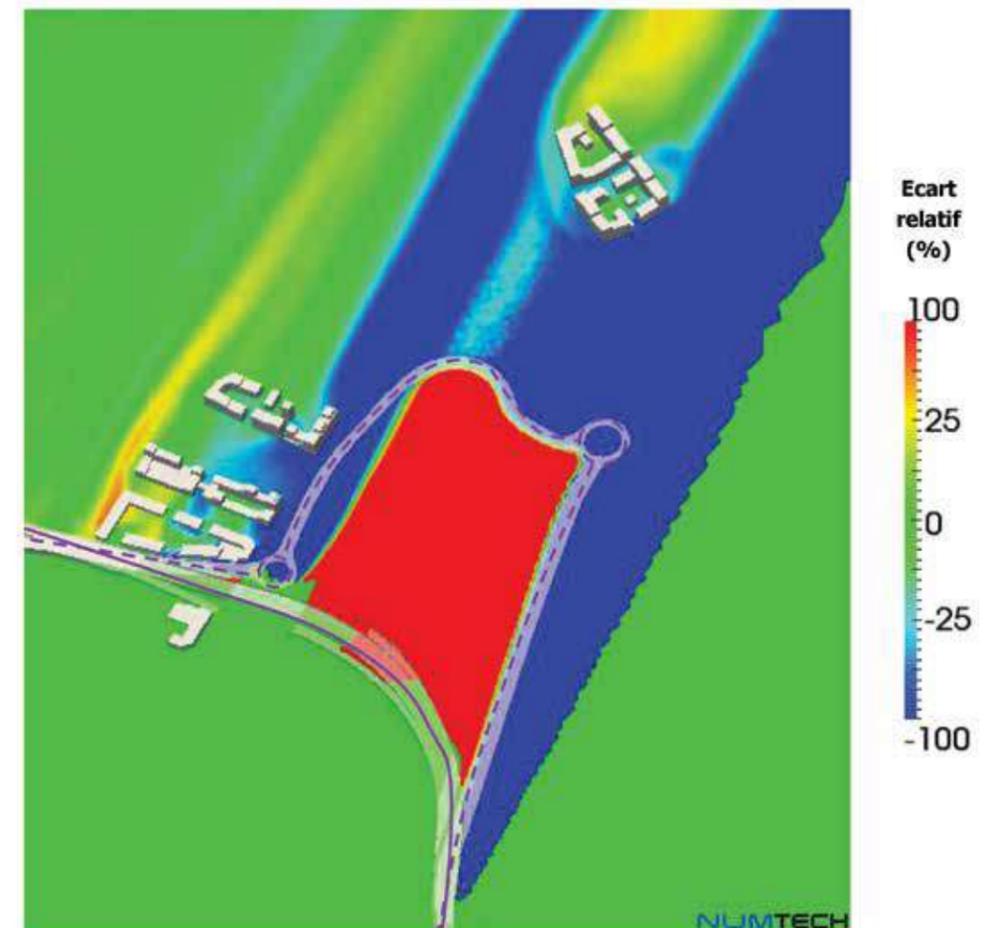
Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources V2
 - - Sources V1

NUMTECH

Mai 2016

Les valeurs positives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V2. Les valeurs négatives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V1.



© NUMTECH

Écart relatif exprimé en % entre les configurations V1 haut et V0 pour un polluant particulaire PM₁₀

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : 1,5 m au dessus du sol

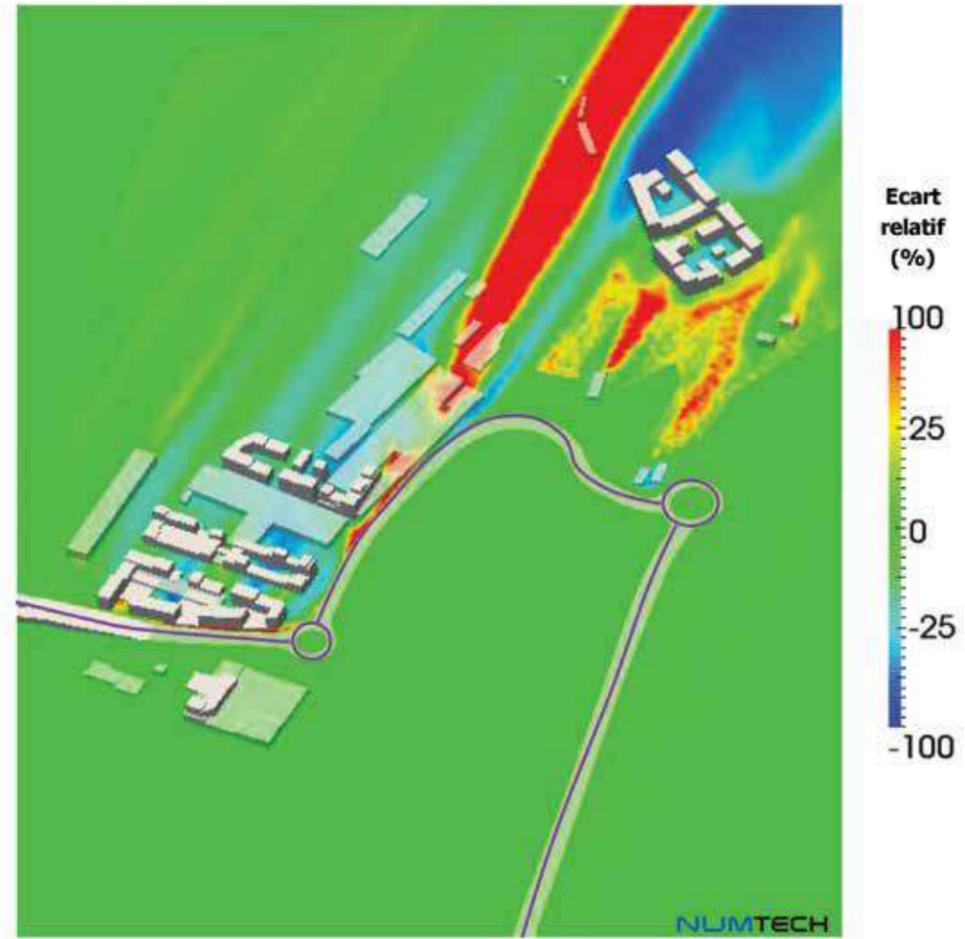
Météo : Stabilité D, Vitesse du vent : 2 m/s, Direction du vent : 270 °

— Sources V2
 - - Sources V1

NUMTECH

Mai 2016

Les valeurs positives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V1. Les valeurs négatives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V0.



© NUMTECH

Écart relatif exprimé en % entre les configuration V3 haut et bas pour le dépôt d'un polluant particulaire PM₁₀

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : Au niveau du sol

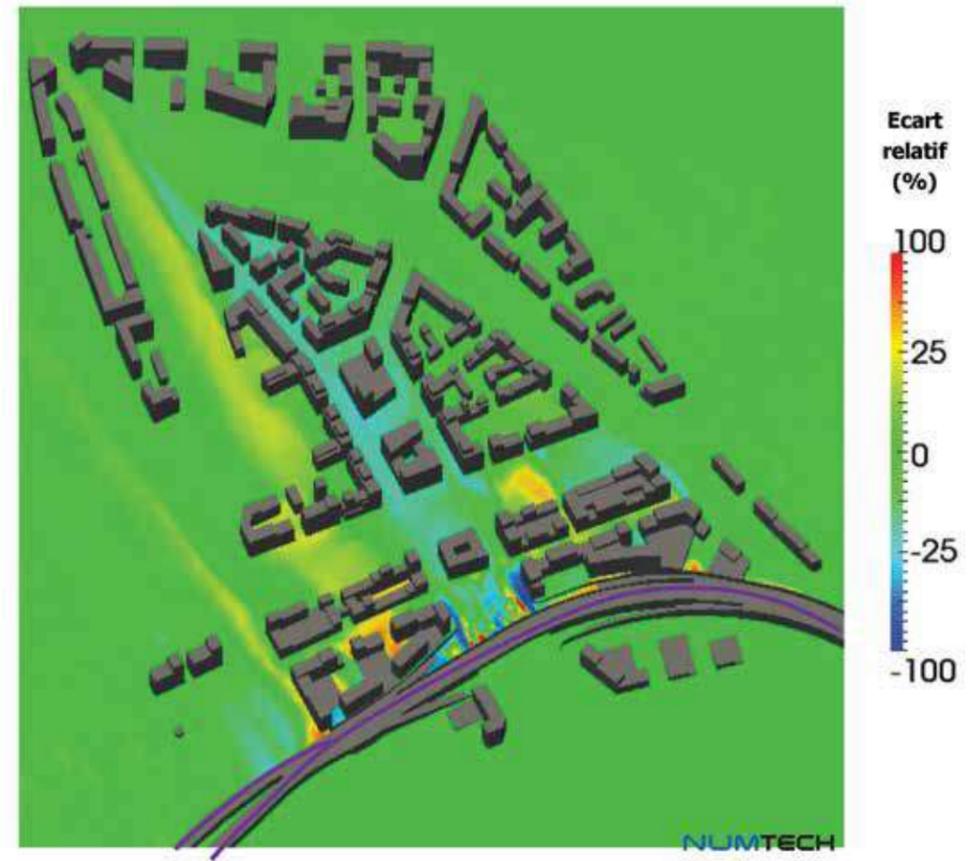
Météo : Stabilité D, Vitesse du vent : 2 m/s, Direction du vent : 270 °

— Sources

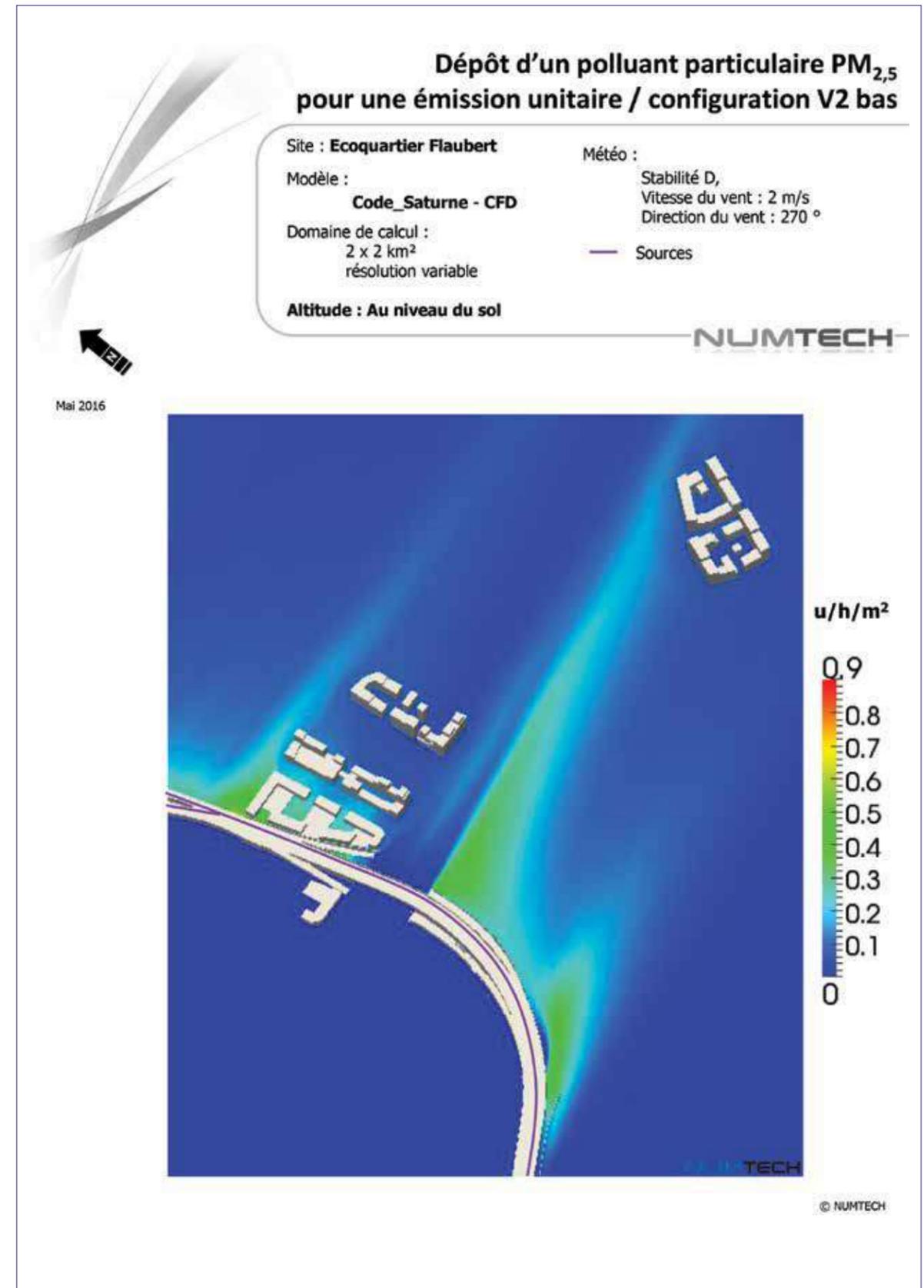
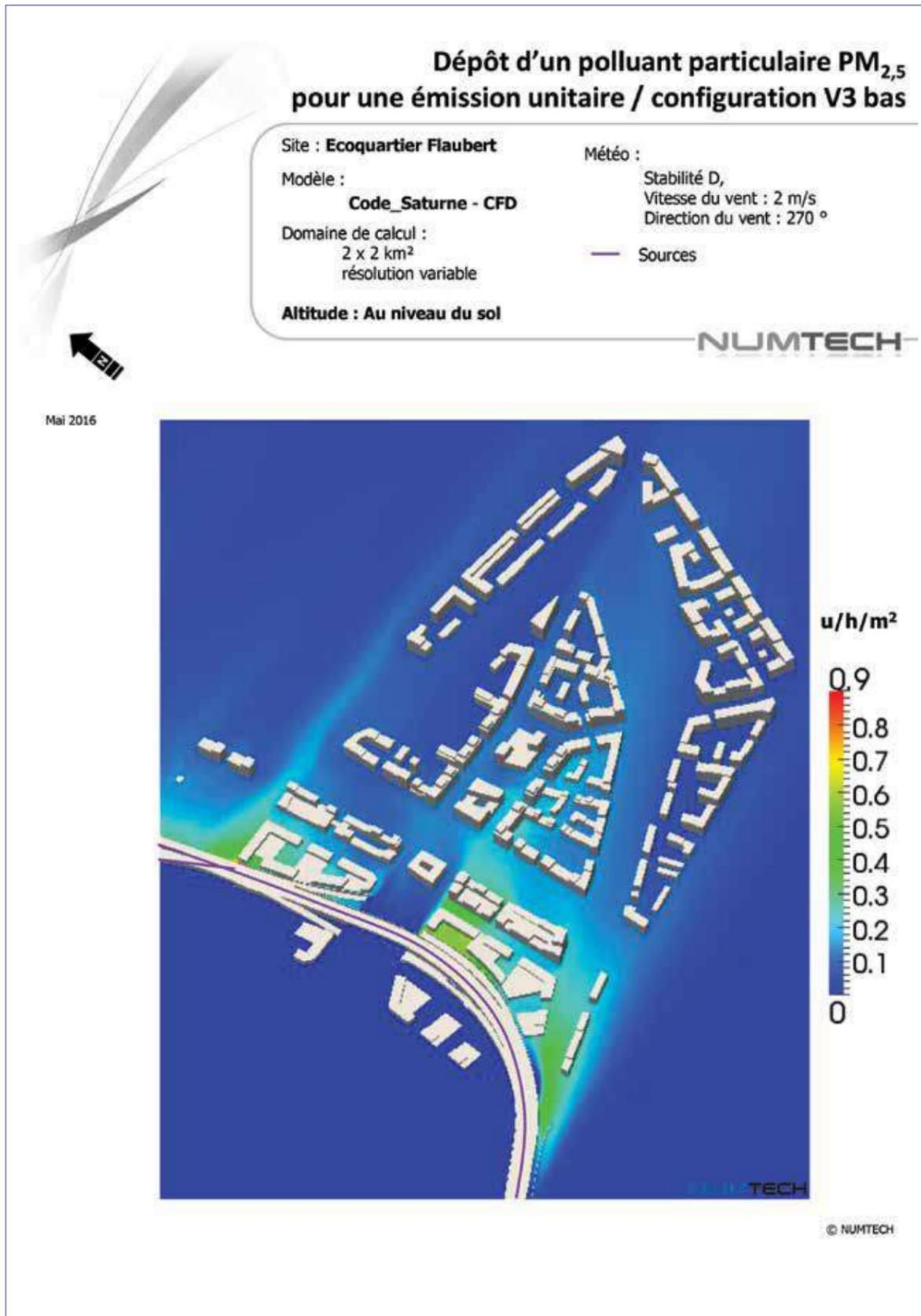
NUMTECH

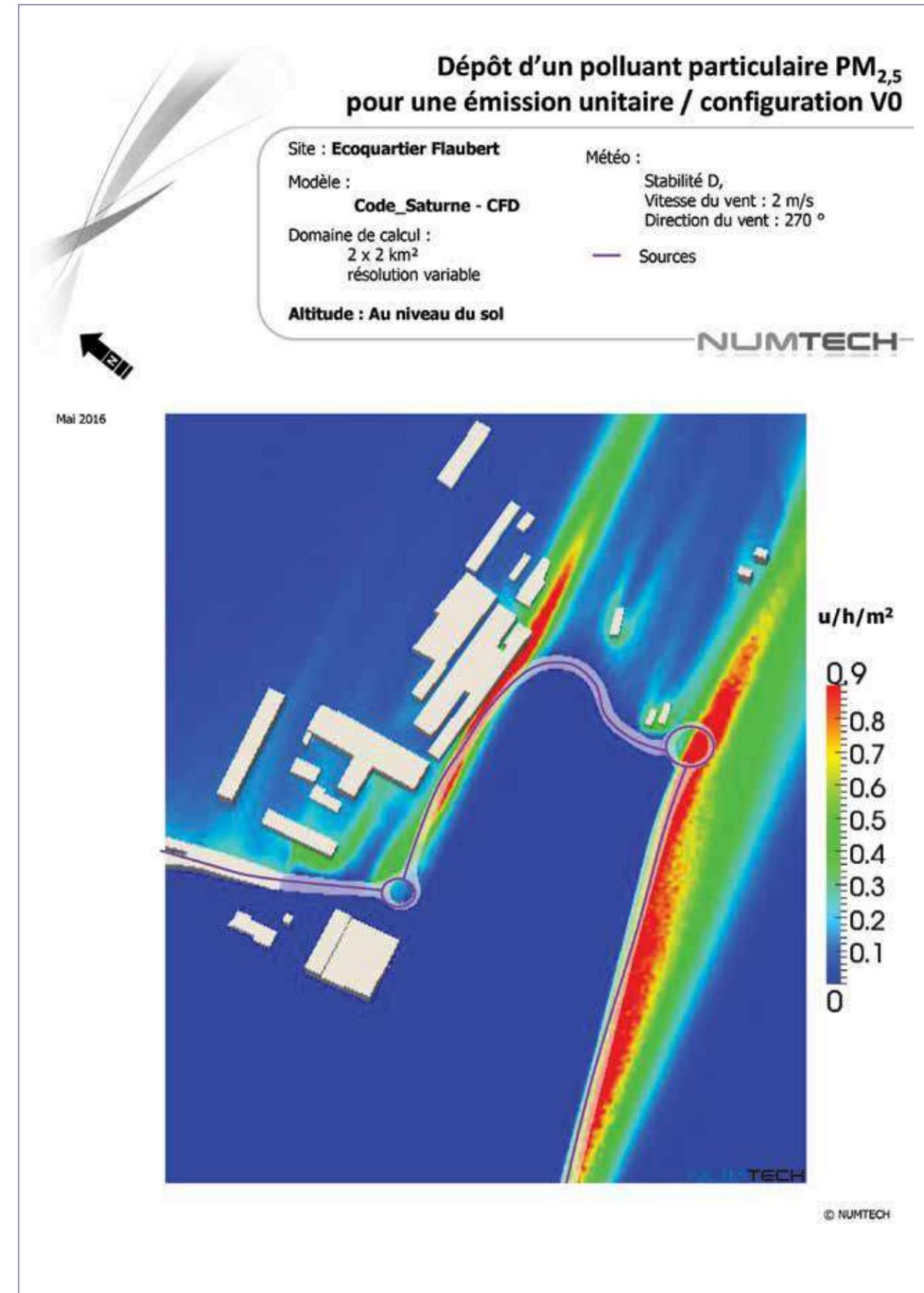
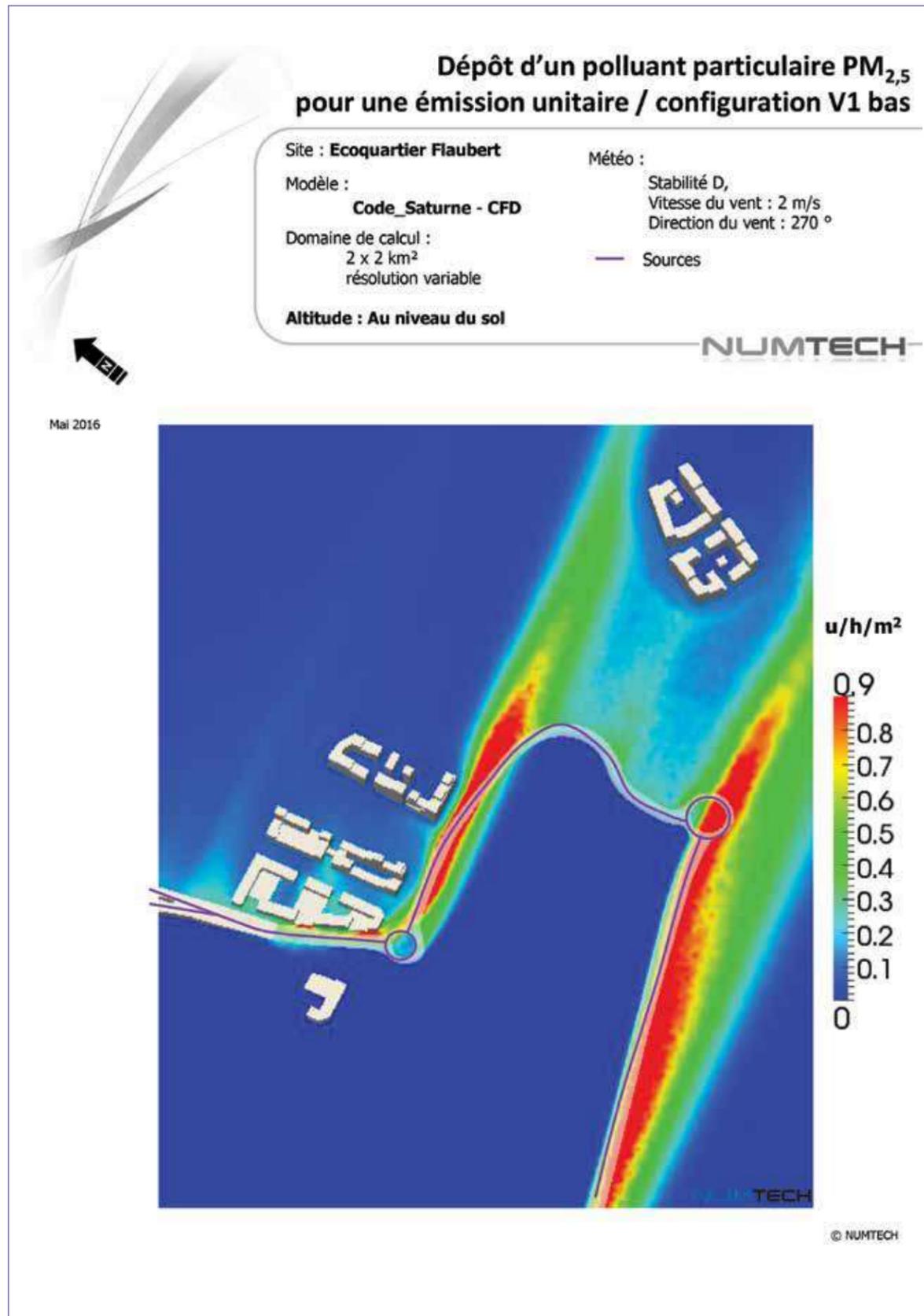
Mai 2016

Les valeurs positives représentent une augmentation de dépôt engendrée par la limitation de la hauteur du bâti à deux étages. Les valeurs négatives représentent une diminution du dépôt.



© NUMTECH





Écart relatif exprimé en % entre les configurations V2 bas et V3 bas pour un polluant particulaire PM_{2,5}

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : 1,5 m au dessus du sol

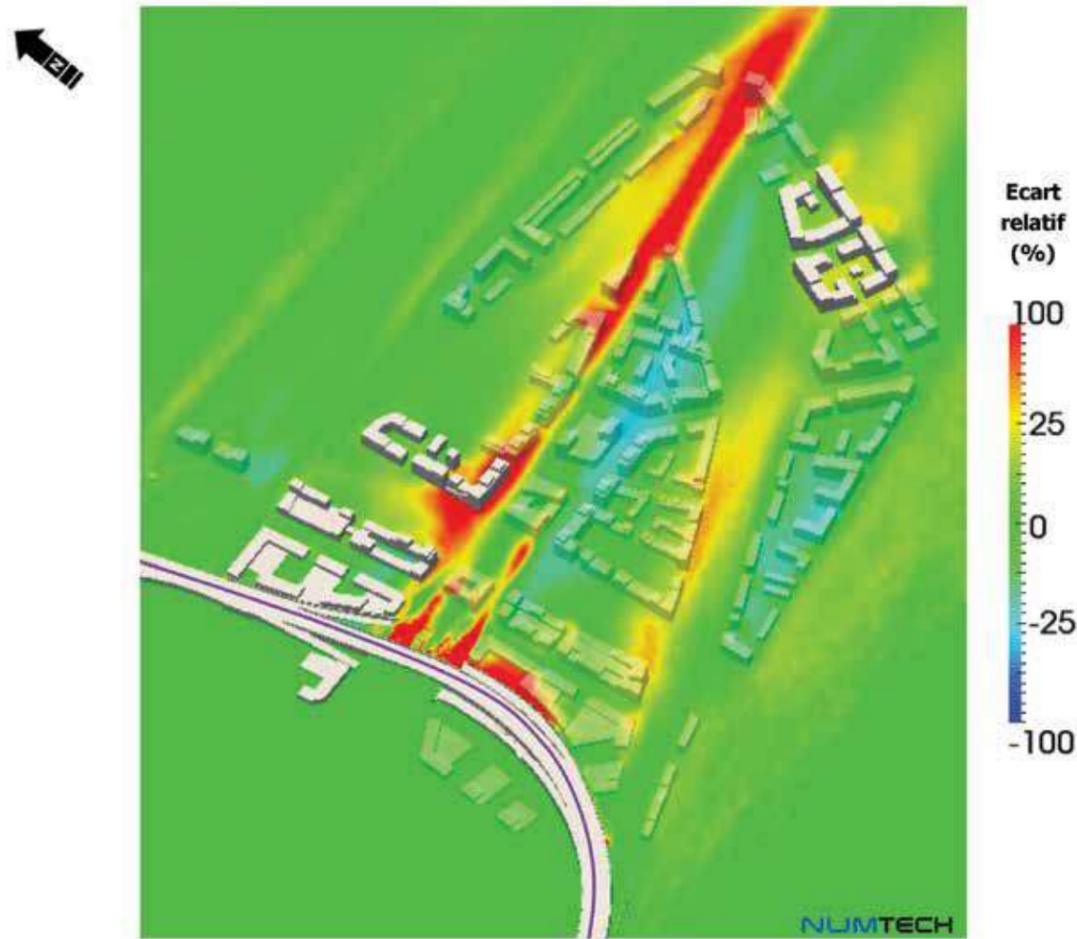
Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources

NUMTECH

Mai 2016

Les valeurs positives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V1. Les valeurs négatives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V2.



© NUMTECH

Écart relatif exprimé en % entre les configurations V1 bas et V2 bas pour un polluant particulaire PM_{2,5}

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : 1,5 m au dessus du sol

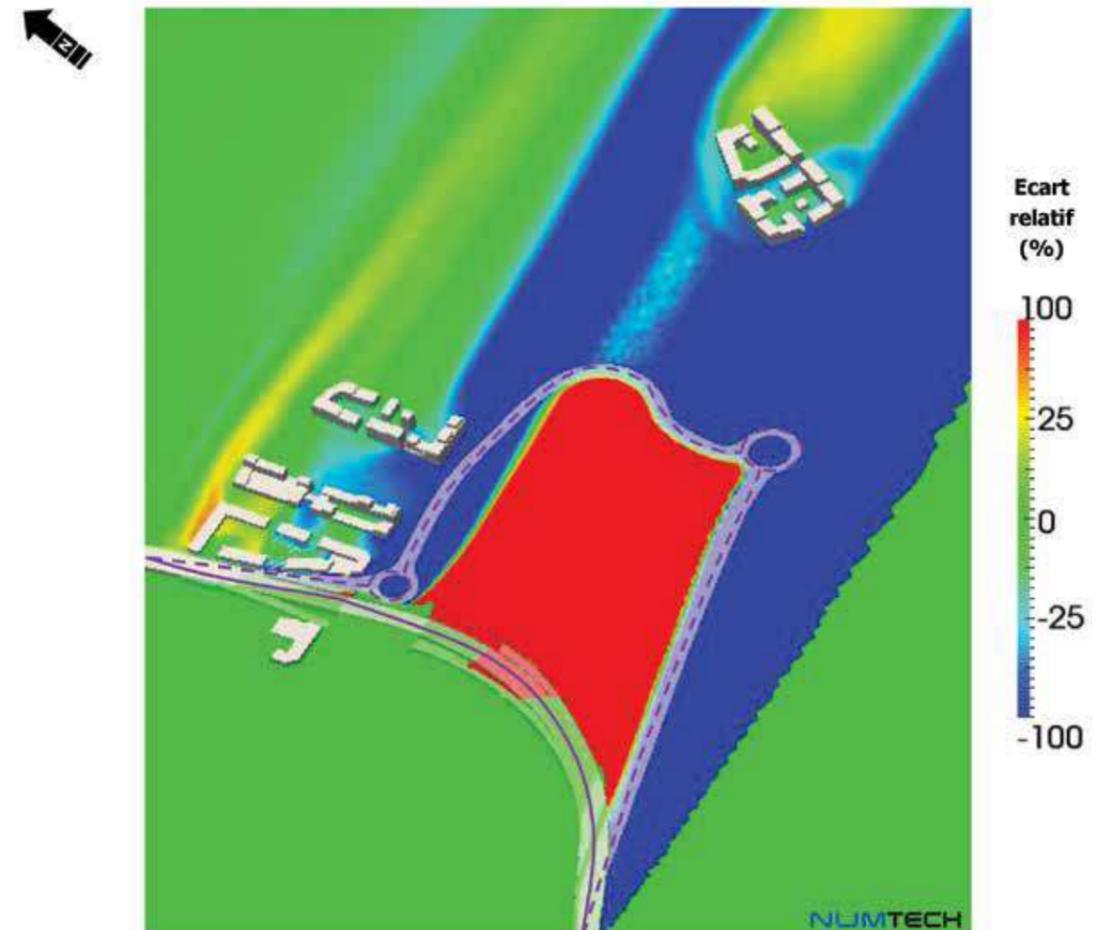
Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources V2
 - - Sources V1

NUMTECH

Mai 2016

Les valeurs positives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V2. Les valeurs négatives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V1.



© NUMTECH

Écart relatif exprimé en % entre les configurations V1 haut et V0 pour un polluant particulaire PM_{2,5}

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : **1,5 m au dessus du sol**

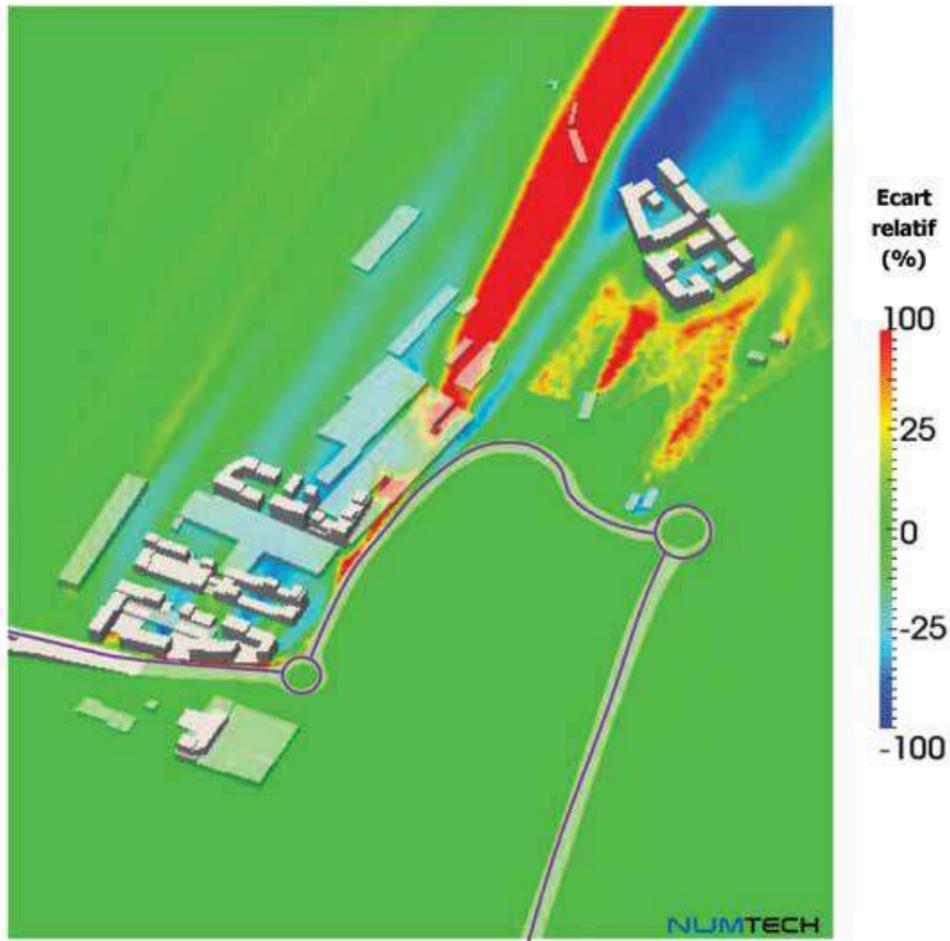
Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources V2
 - - Sources V1

NUMTECH

Mai 2016

Les valeurs positives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V1. Les valeurs négatives représentent des concentrations plus élevées pour la configuration V0.



© NUMTECH

Écart relatif exprimé en % entre les configurations V3 haut et V3 bas pour le dépôt d'un polluant particulaire PM_{2,5}

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul : 2 x 2 km² résolution variable
 Altitude : **Au niveau du sol**

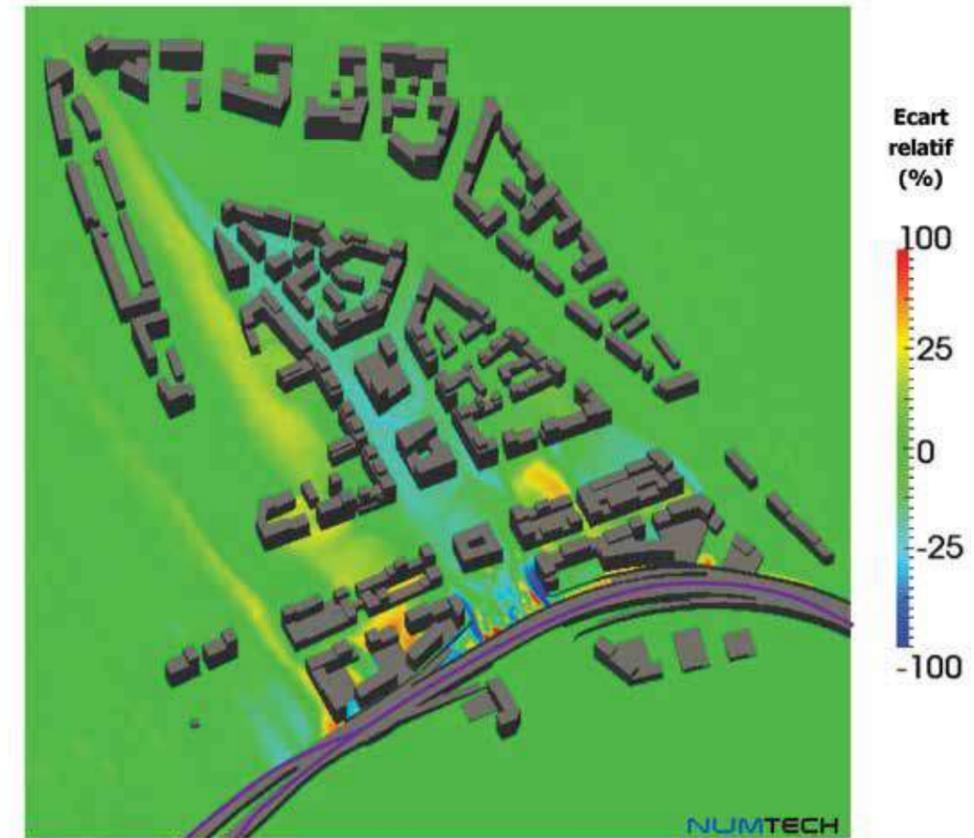
Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

— Sources

NUMTECH

Mai 2016

Les valeurs positives représentent une augmentation de dépôt engendrée par la limitation de la hauteur du bâti à deux étages. Les valeurs négatives représentent une diminution du dépôt.



© NUMTECH

Champs de vecteurs vitesse de l'écoulement Maquette V3 haut

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul :
 2 x 2 km²
 résolution variable
 Altitude : 5 m au dessus du sol

Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

NUMTECH

Mai 2016 Scénario avec bâtiments sans limitation des hauteurs



© NUMTECH

Lignes de courant de l'écoulement Maquette V3 haut

Site : **Ecoquartier Flaubert**
 Modèle : **Code_Saturne - CFD**
 Domaine de calcul :
 2 x 2 km²
 résolution variable
 Altitude : 5 m au dessus du sol

Météo :
 Stabilité D,
 Vitesse du vent : 2 m/s
 Direction du vent : 270 °

NUMTECH

Mai 2016 Scénario avec bâtiments sans limitation des hauteurs



© NUMTECH

