



Notice Environnementale

Siège social de la CARSAT Sud-Est

Marseille - APD

Juin 2026 – Version 21



Rédaction : Quentin DUBOIS / Paul JARDIN
Relecture : Sylvaine JUNIQUE

Table des matières

1.	Stratégie technique et Environnementale : La frugalité	3
1.1.	S'adapter au contexte des années à venir	3
1.2.	Concevoir ensemble	3
2.	Aménagement durable de la parcelle	4
2.1.	Limiter l'imperméabilisation du site	4
2.2.	Gerer les eaux pluviales	5
2.3.	des espaces confortables pour les usagers.....	6
3.	Un projet frugal.....	7
3.1.	...par son architecture bioclimatique et son intégration dans l'environnement	7
3.2.	...grâce à une enveloppe thermique performante	8
3.3.	... en technique, des systèmes simples efficaces et durables	9
3.4.	...en énergie, un Bâtiment qui consomme peu	10
3.5.	...en eau	11
4.	Concevoir des locaux confortables propices à l'apprentissage	13
4.1.	...confort thermique : des locaux confortables en toute saison	13
4.1.1.	Confort d'hiver	13
4.1.2.	Confort d'été.....	13
4.2.	...confort visuel : faire rentrer de la lumière	14
4.3.	... confort sanitaire : des locaux sains.....	16
4.3.1.	Un bon taux de renouvellement d'air.....	16
4.3.2.	Limitation des polluants intérieurs	16
4.4.	... confort acoustique.....	16
4.5.	Ondes électro-magnétiques	17
5.	Construire en respectant l'environnement	17
5.1.	strategie de choix des Matériaux, produits, équipements	17
5.2.	un Bâtiment biosourcé et bas carbone	18
5.2.1.	Le contenu biosourcé.....	18
5.2.2.	L'Analyse de Cycle de Vie.....	19
5.2.3.	Matériaux issus du recyclage et du réemploi	20
5.3.	une exploitation optimisee	20
5.3.1.	Pérennité du patrimoine, Entretien et Accessibilité	20
5.4.	Gestion des déchets.....	22
5.4.1.	Déchets à l'exploitation	22
5.4.2.	Déchets de chantier et charte chantier à faibles nuisances	23
6.	Démarche BDM	23

1. STRATEGIE TECHNIQUE ET ENVIRONNEMENTALE : LA FRUGALITE

1.1. S'ADAPTER AU CONTEXTE DES ANNEES A VENIR

Située à Marseille dans un quartier du centre de la ville, la CARSAT est un lieu recevant du public, un lieu de travail accompagné d'aménagements pour tous ses usagers.

Dans le contexte climatique, environnemental et réglementaire actuel, il est de la responsabilité de l'ensemble des acteurs de l'acte de construire de réduire l'impact des bâtiments sur leur environnement, en marge des réglementations en vigueur, inscrites dans un mode de développement obsolète. Pour ce faire, nous proposons de faire graviter nos réflexions autour des notions de frugalité, sobriété, efficacité et durabilité, visant à limiter la consommation de ressources de toutes sortes tout en garantissant une forte qualité d'usage.

Notre stratégie de maîtrise de l'énergie et des émissions de CO2 que nous proposons se traduit par :

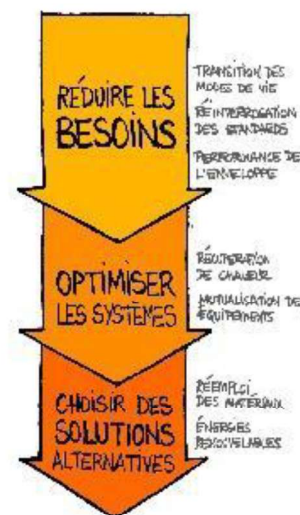
- **Une approche bioclimatique** visant à réaliser prioritairement de façon naturelle la plus grande part possible des fonctions du bâtiment : orientation, solarisation, volumétrie, enveloppe thermique performante, traitement des ponts thermiques, confort thermique passif, éclairage naturel abondant...
- **Une conception des systèmes énergétiques comme appoint**, privilégiant le recours aux installations simples, les plus performantes et aux énergies renouvelables.
- **Le choix de modes constructifs, matériaux et systèmes à faibles émissions de CO2, sains**, en privilégiant les matériaux biosourcés et locaux.

Le projet à l'issue de l'APD met en œuvre les ingrédients nécessaires à la réalisation d'un bâtiment exemplaire, innovants, performants conformément au programme. Ainsi, le projet sera bien évidemment économe en énergie, il répondra à la RE2020 tout en cherchant un résultat au-delà de l'exigence réglementaire, utilise des dispositifs passifs : solarisation des locaux, sur-ventilation naturelle, des énergies renouvelables : intégration production photovoltaïque en toiture, et intègre des matériaux biosourcés : structure porteuse en poteaux bois.

Ces choix permettent ainsi de participer à l'effort de réduction émissions de gaz à effets de serre et l'épuisement des ressources, de maîtriser les dépenses énergétiques et de limiter l'impact sur le changement climatique.

Le projet cherche aussi à offrir des conditions de confort optimales (thermique, visuel, santé, acoustique), pour s'adapter aux modifications du climat notamment à la problématique du confort d'été, de sécheresse, de la gestion de l'eau de pluie, la santé et la biodiversité.

Enfin une attention particulière est aussi apportée sur les notions d'entretien, maintenance, et maîtrise des coûts d'exploitation. La CARSAT étant à la fois MO, occupants et gestionnaire de son bâtiment, ces 2 derniers points sont fondamentaux.



1.2. CONCEVOIR ENSEMBLE

Les locaux du siège de la CARSAT Sud-Est devront être performants. Non pas dans le sens d'un bâtiment « machine » qui assurerait de façon optimale toutes ses fonctions, mais dans celui d'un outil pertinent, efficient et pratique, mis à la disposition de ses utilisateurs, conçu avec eux. Aussi, il doit être appropriable par ses usagers qui en sont une partie prenante. Son dessin, ses équipements doivent être conçus par le dialogue, la prise en compte de l'expérience des utilisateurs, l'adaptation à leur vécu sensoriel plutôt qu'issu d'un mode de calcul souvent réducteur car ne considérant que les impératifs technologiques et calculables.

Les techniciens, les spécialistes doivent sortir de leurs logiciels, de leurs habitudes, requestionner les normes et se mettre à l'écoute des utilisateurs. Le bâtiment frugal doit redonner le plaisir d'habiter, d'occuper, de régler à sa guise la lumière, la ventilation, le chauffage, de prendre la main sur les conditions de confort plutôt que de se battre contre une technologie imposée.

Lieu de travail et de vie, le projet ne saurait être pertinent que s'il montre l'exemplarité de sa conception et de sa mise en œuvre au regard de la transition écologique. Une partie du projet est réalisée en conception collaborative avec les services de la CARSAT amenés à les occuper. La diffusion d'un carnet de vie permettra par ailleurs aux utilisateurs de s'approprier le bâtiment et les gestes nécessaires à son bon fonctionnement et à l'atteinte de leur confort notamment la gestion des protections solaires, le principe de sur-ventilation naturelle : mise en place d'une signalétique pour les ouvrants de ventilation naturelle...

2. AMENAGEMENT DURABLE DE LA PARCELLE

2.1. LIMITER L'IMPERMEABILISATION DU SITE

La parcelle étant dans l'état actuel en grande partie imperméable, notre objectif est de restaurer autant que cela est possible une perméabilité des sols en faveur de la biodiversité et l'îlot de fraîcheur.

Aussi malgré une forte densité d'occupation de la parcelle, le projet a recherché au maximum à retrouver de la pleine terre pour limiter l'imperméabilisation du site.

Les aménagements extérieurs ont cherché à limiter notamment les espaces de circulations pour des raisons logistiques. Les espaces circulés occasionnellement et stationnements de surface ont été aménagés à l'aide de matériaux semi-perméables type pavés enherbés.



Etat Existant

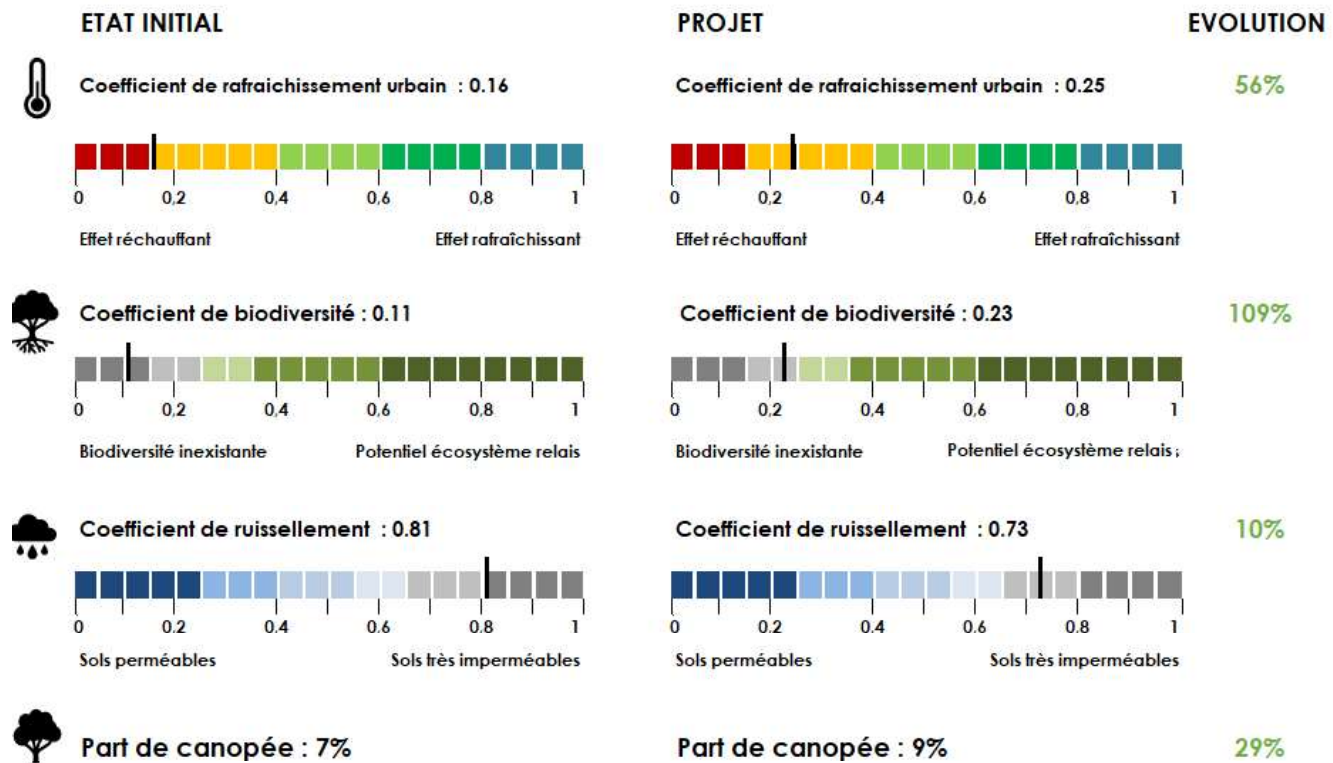


Etat projet

	Surface de toiture		Imperméabilisation sur dalle
	Surface imperméable		Végétalisation sur dalle ou sur toiture
	Végétalisation pleine terre		Végétalisation renforcée circulaire

L'approche mise en place sur le projet permet d'améliorer le site :

RESULTATS	ETAT INITIAL	PROJET	EVOLUTION
Coefficient de rafraîchissement urbain	0,16	0,25	56%
Coefficient de biodiversité	0,11	0,23	109%
Coefficient de ruissellement	0,81	0,73	10%
Part de canopée %	7%	9%	29%



L'aménagement paysager de la parcelle intègre quelques espaces verts en pleine terre permettant la mise en œuvre de différentes strates (herbacée, arbustive & arborée) et des essences diversifiées, indigènes adaptés aux conditions locales de sol et au climat.

Les essences mises en œuvre en bacs plantés sur dalles seront des essences méditerranéennes, adaptées aux climats secs.

2.2. GERER LES EAUX PLUVIALES

Concernant la gestion des eaux pluviales, du point de vue réglementaire, l'amélioration de la perméabilité du site suffit à répondre aux exigences.

La notice hydraulique jointe au dossier PC montre que le débit de point hydraulique lié aux eaux de pluie est réduit grâce au projet.

Toutefois, certains espaces verts sont imperméabilisés aussi, il est prévu une compensation avec un volume de rétention des eaux de pluie sur la parcelle pour compenser. Une noue d'un **volume utile de 54 m3** est prévue à l'Est du site dans l'espace vert le long de Sakakini, le sol étant totalement imperméable à faible profondeur, elle permettra de faire de la rétention des eaux d'orage avec un rejet au réseau à un débit de fuite limité à 5 l/s.ha.

Le site est soumis à des contraintes de risque inondation. La reprise du projet avec un sous-sol réparti sous l'ensemble de l'opération (Chave + bâtiment patio), permet de limiter la zone à 2 niveaux de sous-sol sous Chave, hors secteur de PPRI et de faciliter la gestion de la transparence hydraulique sur le 1^{er} niveau de sous-sol.

Pour se faire, ce niveau est semi-ouvert, ce qui permet aussi une ventilation naturelle :



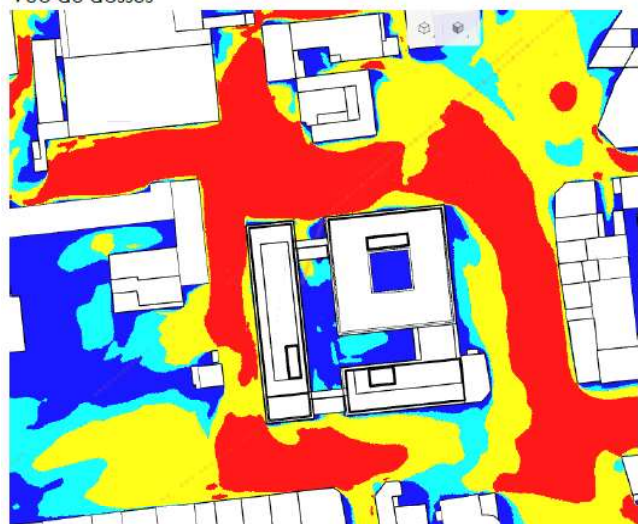
2.3. DES ESPACES CONFORTABLES POUR LES USAGERS

L'aménagement des espaces permettra aux usagers de bénéficier d'espaces ensoleillés en hiver, notamment sur les toitures terrasses accessibles au R+5 sur Chave et patio, ainsi que sur certaines coursives.

Et d'espaces ombragés en été : au RdC sous le porche constitué par le bâtiment ou dans les patios et sur certaines coursives en fonction du moment de la journée.

Concernant les conditions de confort liées au vent, une étude aéraluque a été réalisée sur la parcelle afin d'identifier les enjeux, elle est présentée au global en *Annexe 1 – Etudes de simulations aéraluques*.

Vue du dessus

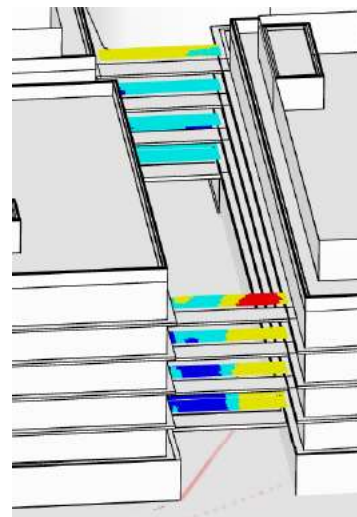
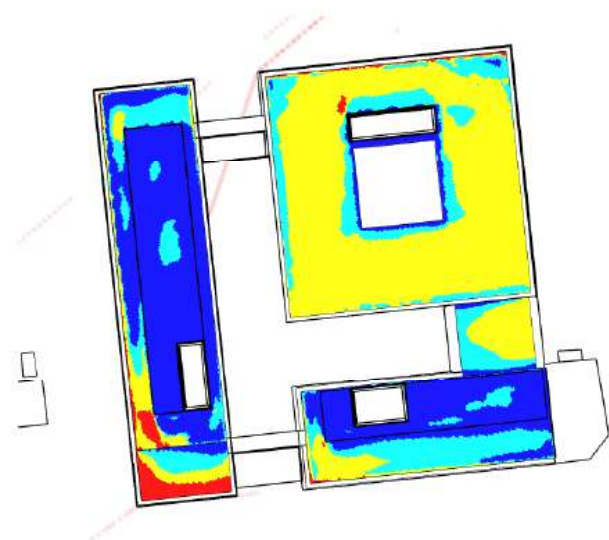


Vitesse du vent	Fréquence	Activité de confort
3,6 m/s	< 5%	S'asseoir ou rester debout 
3,6 m/s	< 10%	Marcher tranquillement 
3,6 m/s	< 20%	Marcher rapidement 
3,6 m/s	≥ 20%	Inconfortable quelque soit l'activité 

Critère de confort du CSTB © TRIBU

Cette vue montre que la composition relativement fermée du projet permet de protéger les espaces extérieurs à RdC des vents dominants à Marseille.

Toitures



Concernant les toitures, la terrasses R+5 de Chave est moins protégée, elle sera plus impactée les jours de vents importants.

La terrasse patio sera moins impactée par des vents importants, mais sera tout de même régulièrement soumise à des vitesses de vents qui la rendront moins confortable.

Les passerelles entre bâtiments quant à elles sont légèrement exposées, mais sont simulées sans les écrans verrier prévus, aussi la gêne devrait être limitée.

3. UN PROJET FRUGAL....

3.1. ...PAR SON ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET SON INTEGRATION DANS L'ENVIRONNEMENT

Les choix de volumétrie et de façades faits sur le projet permettent d'assurer un confort visuel maximal dans les locaux en conservant des épaisseurs de bâtiment raisonnable permettant d'avoir l'ensemble des locaux en 1^{er} jour en façade et de gérer de la ventilation traversante sur les plateaux. Tout en proposant une bonne compacité de bâtiment favorable à la limitation des déperditions thermiques.

Suite à l'APS, le projet a été revu, il a finalement été décidé de démolir le bâtiment Chave existant. Cette décision nous permet de limiter l'impact du sous-sol sur le projet : au lieu d'avoir 2 niveaux sous Patio dans la zone fortement contrainte par le PPRI qui générerait des surcoûts importants, des contraintes en termes de dispositifs constructifs sur ces sous-sol, le sous-sol est maintenant étendu sur l'ensemble du projet, avec 2 niveaux de sous-sol optimisé sous Chave qui est dans une zone moins contraintes, et 1 seul niveau de sous-sol sous Patio qui est semi-ouvert sur l'extérieur ce qui permet de gérer facilement l'objectif de transparence hydraulique.

Le projet développé est dense mais tire au maximum ce qu'il est possible de faire sur la parcelle tout en conservant une approche bioclimatique et particulièrement l'accès à l'éclairage naturel.

L'orientation sud a été recherchée autant que possible malgré les contraintes du site et les bâtiments implantés pour chercher à favoriser la solarisation en hiver tout en gérant au mieux les apports solaires estivaux grâce à des protections solaires extérieures, tout en assurant un éclairage naturel maximal.



3.2. ...GRACE A UNE ENVELOPPE THERMIQUE PERFORMANTE

Notre stratégie de conception pour limiter les dépenses énergétiques et s'inscrire dans la réglementation environnementale RE2020, passe par la conception d'une enveloppe thermique très performante de manière à limiter les déperditions, la consommation de matière et les émissions de CO₂.

Les bâtiments sont composés d'une **structure mixte**, poteaux poutre en bois et plancher en dalle BB permettant un équilibre en apport d'inertie et matériaux biosourcés. La Façade en Ossature Bois permet d'avoir une épaisseur importante d'isolant tout en limitant l'épaisseur totale de la façade, de réduire les ponts thermiques et de concevoir une **enveloppe performante, bas carbone** en y intégrant des **isolants biosourcés**.

Les performances de l'enveloppe thermique du bâtiment proposées sont décrites ci-dessous et les compositions détaillées dans les rapports STD :

Parois	Choix techniques	Up (W/m².K)
Murs	Mur Ossature bois	0,16*
	Mur béton ITI	0.19
Toitures accessibles	Terrasse accessible	0,16
Toitures techniques	Végétalisation, panneaux solaires, locaux techniques	0.10
Planchers bas	Dalle béton isolée sur parking ou sous-sol	0,22
	Dalle béton isolée sur extérieur	0.16

*Prend en compte les ponts thermiques d'ossature

Menuiseries	Composition	Uw (W/m².K)
Fenêtres et portes fenêtres	Menuiseries bois + double vitrage à faible émissivité et intercalaire warm Edge	1,3
Murs rideaux (Halls)	Murs rideaux bois	1,3
Galleries / passerelles fermées	Menuiseries bois + simple vitrage pour la protection au vent Ouverte en partie haute et basse	-

Sur la toiture du bâtiment Chave, au R+5, la **végétalisation extensive** permet de répondre aux obligations de la loi APER, tout en limitant l'élévation de la température de la toiture en été, le ruissellement lié à la toiture et en apportant un complément de support pour la biodiversité.

Ces dispositions sont complétées par un traitement poussé des **ponts thermiques** : menuiseries posées au droit de l'isolant, continuité de l'isolant à la jonction MOB - soubassement en béton, continuité de l'isolant au niveau de la liaison planche plancher haut et plancher bas...

Les détails des parois et des ponts thermiques sont présentés dans la note STD. Ils seront à affiner par la suite en PRO pour limiter au maximum les déperditions thermiques et limiter les points humides.

Une attention particulière sera également portée à l'étanchéité à l'air du bâtiment. Nous visons un objectif d'étanchéité à l'air de **0,8 m³/h/m²** de surface déperditive sous 4Pa pour le neuf. On veillera à une pose sans discontinuité et sans percement de la membrane pare vapeur pour assurer l'étanchéité à l'air du MOB et de la toiture.

Des plans de repérages de l'enveloppe étanchéité à l'air et détails des points singuliers seront réalisés en phase PRO.

Des **tests d'étanchéité à l'air** seront à réaliser en cours de chantier sur des zones témoins de manière à déceler les défauts, les corriger, et affiner les procédures de mise en œuvre sur l'ensemble des bâtiments. Le nombre de tests et la localisation des zones à tester seront définis au PRO et respecteront l'exigence BDM : en réalisé au moins un au clos et couvert avec toutes les entreprises pour trouver les fuites d'air.

3.3. ... EN TECHNIQUE, DES SYSTEMES SIMPLES EFFICACES ET DURABLES

Afin d'optimiser la dimension énergétique du bâtiment, notre projet s'appuie sur la démarche Négawatt « sobriété – efficacité – renouvelable » en appui de la démarche BDM. Notre souhait est donc en priorité de limiter les consommations d'énergies non essentielles à la vie du bâtiment et à son bon fonctionnement.

Les besoins de chauffage sont limités au maximum au travers d'une **enveloppe performante** décrite ci-dessus.

Les consommations énergétiques de chauffage et d'éclairage seront réduites par le biais des dispositions des menuiseries pour l'ensemble des locaux.

Programme	ESPACES TERTIAIRE	RESTAURATION
Ventilation	Ventilation DF avec récupération de chaleur à haut rendement $\geq 85\%$, à débit variable, tout air neuf Dimensionné avec un taux de renouvellement d'air à 30 m ³ /h.personne et avec un taux de foisonnement sur l'occupation	DF avec récupération de chaleur à haut rendement $\geq 85\%$, à débit variable
	Efficacité des moteurs de 0,25 Wh/m³ à 0,3 Wh/m³ recherchée Etanchéité des réseaux classe B recherchée La modulation des débits de ventilation pourra être assurée par détection de présence ou sonde CO ₂ agissant sur des registres motorisés. Des extractions spécifiques seront prévues pour les locaux à pollution spécifique (laboratoires au R+5 du bâtiment PATIO).	
Rafraîchissement /Préchauffage	Batterie de pré-traitement air neuf – température neutre	
Production chauffage	PAC AIR/EAU 2 tubes PAC géothermique à l'étude	
Emetteurs de chauffage	Panneaux rayonnants Ventilo-convecteur pour les espaces à forte densité d'occupation et occupation intermittente	
Production ECS	Ballons électriques semi-instantanés à proximité des points de puisage Production indépendante pour la restauration	
Eclairage artificiel	Eclairage LEDs performant - puissance installée à 6 W/m² à l'échelle du bâtiment Efficacité lumineuse > 120 lm/W Durée de vie supérieure à 50 000h (avec un flux lumineux > 80%) Niveau d'éclairement moyen recherché sera de 300 lux (avec une hypothèse d'éclairage à 200lux en base et une accentuation à la tâche) Eclairage des locaux dissocié en 2 circuits (1/3 circulation – 2/3 façade) L'allumage sera forcé manuellement, la variation et l'extinction seront gérées automatiquement en fonction de la luminosité et présence.	
Confort d'été	Protections solaires : pilotage par GTC – 3 fermetures automatisées par jour Brasseurs d'air – commande individuelle Ventilation naturelle nocturne par impostes motorisées et automatisés	
Energies Renouvelables	Installation Photovoltaïque en autoconsommation	
GTC	Motorisation des impostes (1/4) Régulation installations techniques Température de consigne des locaux piloté Débit de renouvellement d'air piloté Suivi comptage Reports de dysfonctionnement	

Le recours à l'eau chaude sera limité au maximum de manière à limiter les consommations associées. L'alimentation en eau chaude des sanitaires peut être limitée à certains blocs sanitaires ou supprimée, en discussion avec le MO.

Aussi, la maîtrise des demandes d'électricité passe par la mise en place de matériels performants :

- Choix d'appareils de cuisine performants
- L'**éclairage de sécurité** sera réalisé par des blocs extra plats à LED ≤ 1 W (sans mercure)
- La mise en place d'une **GTB** simple et conviviale qui permettra une programmation fine des installations.

L'approche bioclimatique, la performance thermique de l'enveloppe, le choix d'équipements performants (ventilation, éclairage, régulation), permettront d'aller au-delà des exigences de la **RE 2020**, et de limiter les consommations d'énergie primaire tous usages (hors production local d'énergie renouvelable) à **120 kWh/m².an** (y compris les usages mobiliers mais hors process).

Pour compléter l'approche énergétique, les toitures permettent la mise en œuvre d'une installation photovoltaïque sur le bâtiment Patio.

3.4. ...EN ENERGIE, UN BATIMENT QUI CONSOMME PEU

Dans la continuité des études réalisées en APS, une estimation des consommations réelles attendues a été réalisée à l'aide des résultats de simulation thermique dynamique, et sur base de nos retours d'expérience pour les ratios d'usages tertiaires. Il ne s'agit pas du calcul réglementaire RT2012 ou RE2020 qui fait appel à des scénarios standardisés.

Cette estimation est détaillée dans la *note 2502_CARSAT_APD_TRIBU_STD_0626.pdf* du rendu APD:

	Chave		Patio-Boulevard	
	EF (kWh/m ² .an)	EP (kWh/m ² .an)	EF (kWh/m ² .an)	EP (kWh/m ² .an)
Besoins chaud	9,9	/	12,9	/
Besoins froid	15,5	/	11,4	/
Conso chaud	3,2	7,5	4,2	9,7
Conso froid	5,9	13,6	4,3	10,0
ECS	0,7	1,7	0,5	1,1
ECS restaurant	3,3	7,5	/	/
Eclairage	5,9	13,6	6,7	15,5
Ventilation	5,8	13,4	5,8	13,2
Bureautique	9,3	21,5	10,2	23,4
Forfait équipements	5,3	12,2	5,3	12,1
Auxiliaires	1,7	3,9	1,7	3,8
Process cuisine	5,3	12,1	/	/
Total	46,5	107,0	38,6	88,9

Soit, à l'échelle du bâtiment :

	TOTAL	
	EF (kWh/m².an)	EP (kWh/m².an)
Conso chaud	3,9	9,0
Conso froid	4,8	11,1
ECS	0,6	1,3
ECS restaurant	1,0	2,3
Eclairage	6,5	14,9
Ventilation	5,8	13,3
Bureautique	9,9	22,9
Forfait équipements	5,3	12,2
Auxiliaires	1,7	3,8
Process cuisine	1,6	3,7
Total Consommé	41,0	94,3
Production PV		18,5
Part auto-consommée		66%
Total Consommé	28,8	66,2
Total PV réinjecté	6,3	/

EF : Energie finale = Energie consommée au compteur. Correspond à la facture énergétique

EP : Energie primaire = Intègre l'énergie de production et de perte pendant le transport. Correspond à l'impact réel sur l'environnement

Coefficients RE EP/EF : électricité = 2,3

Rendement installation PAC air/eau chaud : 3,06

Rendement installation PAC air/eau froid : 2,63

3.5. ...EN EAU

La consommation d'eau potable sera réduite par le choix d'équipements hydro économes : réducteurs de pression (3 bars), limiteurs de débit, robinets temporisés pour les lavabos, chasses d'eau double débit 3/6 litres. Les besoins liés à l'arrosage des espaces verts seront à limiter par le choix d'essences locales et à faibles besoin en eau. Les besoins totaux seront également limités par la mise en place d'une cuvé de récupération d'eau de pluie en béton (dimensionnement à venir).



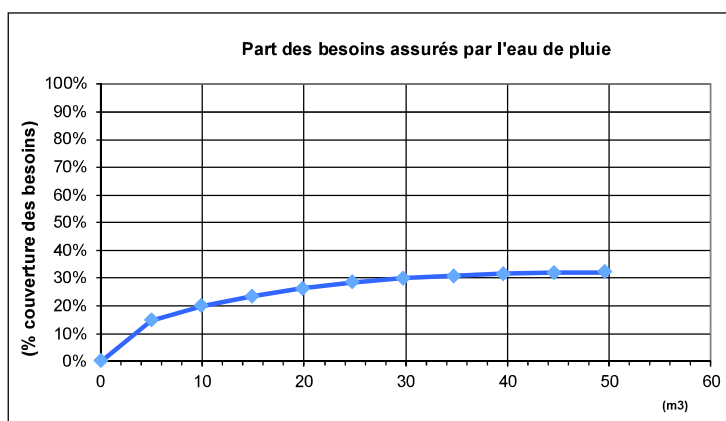
Afin de limiter les consommations d'eau, on propose dans le projet :

- La limitation de la pression du réseau de distribution d'eau potable est par des régulateurs de pressions à 3 bars.
- L'intégration de recommandations dans le livret d'accueil pour sensibiliser aux économies d'eau.
- Les sanitaires seront équipés de matériels économes en eau : chasse d'eau WC 3/6 litres, chasses d'eau urinoirs 1,5 litres
- Robinets à embout mousseur et débits limités pour les lavabos (1,5l/min) et douches (douchette à 8l/min)
- Systèmes de détection de fuites pour les usages sanitaires
- Parcours optimisé de la tuyauterie avec réduction des distances usages/gaines techniques (<10 ml)

Les consommations suivantes ont été estimées :

	Nombre de personnes	Nb d'utilisation par jour et par personne	Facteur d'usage	Ratio par utilisation	Nb de jour d'utilisation	Conso performante (m3/an)
WC permanent	515	2	1	4,5	261	1 371
WC visiteurs	6	2	0,5	4,5	261	12
Robinet Sanitaires	515	3	1	1,5	261	605
Douche	515	1	0,04	32	261	172
Tisanerie	515	0,5	2	2	261	134
Restaurant	515	1	0,8	20	261	1 044
Entretien	15 000	1	1,5	1	104	1 560
Arrosage	1 269	1	1	20	40	690
Consommations totales annuelles m3						5 588
Consommations m3/m²SU.an						0,40

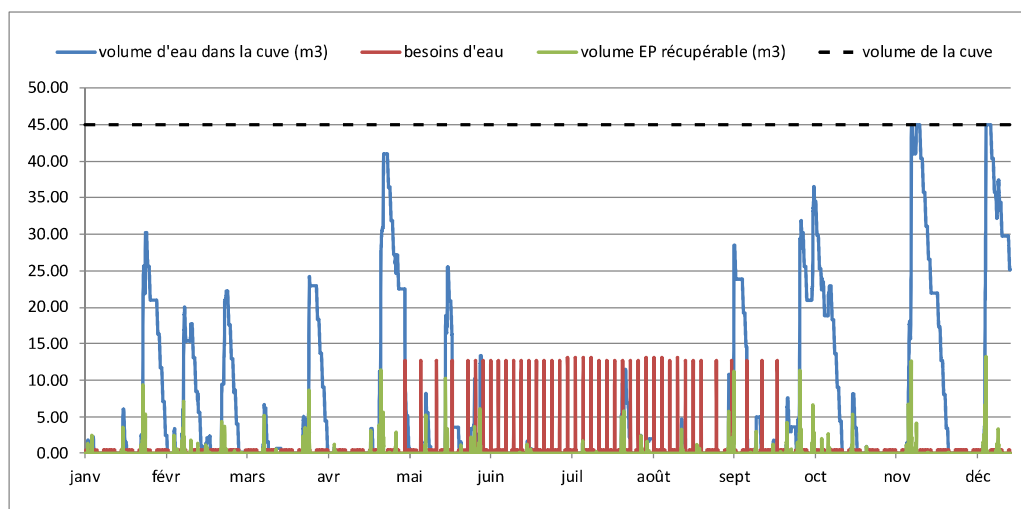
Le potentiel de récupération d'eau de pluie a été mis à jour avec une récupération d'eau de pluie depuis les toitures des bâtiments Chave et Patio. Les résultats sont les suivants :



On obtient un volume optimal autour de **40m3 de capacité de stockage** qui permet de couvrir près de **45% des besoins** en eau des chasses d'eau (sans l'arrosage).

Cette solution technique est maintenue en option pour l'APD.

Le graphique ci-après montre l'évolution annuelle du volume d'eau dans la cuve sur la base des normales de précipitations sur la station météo de Marseille.



4. CONCEVOIR DES LOCAUX CONFORTABLES PROPICES A L'APPRENTISSAGE

4.1. ...CONFORT THERMIQUE : DES LOCAUX CONFORTABLES EN TOUTE SAISON

4.1.1. Confort d'hiver

Le confort thermique en hiver est d'abord assuré par des solutions architecturales passives : solarisation des locaux, enveloppe thermique très performante, menuiseries à double vitrage peu émissif pour éviter l'effet de paroi froide, traitement soigné de l'étanchéité à l'air...

En complément, ce confort est renforcé par le choix de systèmes efficaces incluant le préchauffage de l'air introduit par les centrales de traitement d'air hygiénique à double flux et récupération de chaleur, la régulation de la vitesse de soufflage de l'air, ainsi que l'emploi d'émetteurs statiques : panneaux rayonnants basse température pour la majorité des locaux, qui offre une excellente répartition de température dans l'espace qui permet d'assurer un niveau de confort ressenti supérieur à température équivalente.

4.1.2. Confort d'été

Le confort thermique d'été est assuré par une stratégie passive globale qui passe par un juste dimensionnement des surfaces vitrées en lien avec l'usage des locaux, des vitrages performants et la mise en place de protections solaires efficaces pour tous les locaux, de l'accès à l'inertie conservée en sous-face de dalle et, élément indispensable, la capacité de ventiler naturellement les locaux la nuit afin de bénéficier de la baisse des températures pour rafraîchir les locaux. Les systèmes actifs venant prendre le relai lorsque l'approche passive n'est plus suffisante.

Dans une recherche de sobriété, notre ambition a donc été de maximiser le confort d'été en ayant recours à des dispositifs passifs visant à :

- Eviter les surchauffes par la mise en place de protections solaires fixes et mobiles :

Localisation	Protection solaire	Facteur solaire*
Façades sur coursive	Stores screens extérieurs	0,19
RdC	BSO	0,15
Façades sur patio	Stores screens à projection	0,19

* facteur pris en compte dans les études / pas considéré à 100%

- , la résille pierre architecturale est complétée par des stores extérieurs sur les fenêtres principales et les impostes destinées à la ventilation naturelle sont protégées par des lames bois fixes / des brises soleil orientables sont prévus à RdC permettant d'assurer une meilleure sécurité la nuit et des stores screens à projection sont prévus sur le patio permettant d'assurer protection solaire et ventilation naturelle
- Déphaser et évacuer la chaleur par une stratégie de ventilation naturelle nocturne et diurne couplé à un bon accès à l'inertie des dalles béton, l'ensemble des baies sont prévues ouvrantes et les impostes disposent d'un dispositif fixe afin de permettre leur ouverture la nuit hors occupation. Un imposte sur 4 sont motorisés.
- Créer une sensation de brise confortable grâce à la mise en place des brasseurs d'air, la vitesse d'air permettant d'assurer une meilleure capacité d'évapotranspiration à l'organisme et donc un meilleur niveau de confort ressenti.

Les bâtiments, par leur géométrie et leur implantation par rapport aux vents dominants, sont bien adaptés à la décharge nocturne des calories par ventilation naturelle traversante. Cela associé à l'inertie apportée par la dalle des planchers, permet le stockage des frigories de l'air nocturne dans les éléments inertes, frigories réémises en journée.

Les ouvrants motorisés sont asservis à la GTB. Un système de commande électrique, qui analyse de température interne et externe du bâtiment, actionne l'ouverture ou la fermeture des menuiseries en fonction d'un programme interne pour la ventilation naturelle journalière et nocturne.



Des simulations thermiques dynamiques ont été réalisées afin d'optimiser et vérifier l'efficacité des dispositifs passifs et principes de sur-ventilation naturelle, d'étudier le comportement du bâtiment notamment vis-à-vis de l'évolution des températures.

Les niveaux de confort ont été étudiés selon l'EN 15 251 / EN 16 798 selon différents climats I :

- climat normal actuel de l'aéroport extrapolé pour prendre en compte l'effet de chaleur urbaine (2000-2019)

- climat de l'aéroport projeté 2050 du scénario RCP4.5 du GIEC extrapolé pour prendre en compte l'effet de chaleur urbaine
- et sur une année caniculaire réelle, à savoir année réelle 2022 – le fichier météo a été construit sur la base de 3 stations météo proches du site sur la ville de Marseille permettant de récupérer l'ensemble des données/paramètres.

L'objectif envisagé par le projet est d'assurer le confort des usagers en été, et de ne pas dépasser un taux d'inconfort ($T_{int} > 28^{\circ}\text{C}$ pour les bureaux en contradiction avec la demande des fiches locaux à 26°C) pour :

- NEUF : Pour les bâtiments non climatisés pour les zones représentatives en dehors de la zone de confort défini par la norme EN15251 sont inférieurs à 5%
- BDM Argent : Pour les bâtiments non climatisés (et pour les bâtiments climatisés sans mise en marche de la climatisation) le pourcentage (en occupation), pour les zones représentatives en dehors de la zone de confort défini par la norme EN15251 sont inférieurs à 3% du temps d'occupation – 2% pour le niveau Or.

En météo standard 2000-2019 extrapolé, l'utilisation de la ventilation naturelle nocturne et diurne permet de réduire drastiquement le nombre d'heures de dépassement des 28°C pendant l'occupation. Elle ne permet cependant pas à elle seule de respecter le seuil d'inconfort toléré de 3% du temps d'occupation. L'usage de brasseurs d'air (en complément de la ventilation naturelle) améliore grandement le confort ressenti et permet de respecter le seuil de tolérance 3% avec une vitesse d'air de 1m/s sur tous les espaces.

La solution proposée pour l'APD, couplant stratégie passive (protection solaire + ventilation naturelle + accès à l'inertie des dalles en plafond) avec le recours aux brasseurs d'air permet d'obtenir un confort satisfaisant sur une année normale représentative de la période 2000-2019.

L'intensification de l'usage de l'ouverture des impostes (manuellement ou en automatisant plus d'impostes) permet de rester dans les mêmes niveaux de nombres d'heures d'inconfort sur les météos projetées.

L'ensemble des études STD sont détaillées sur la note 2502_CARSAT_APD_TRIBU_STD_0626.pdf.

4.2. ...CONFORT VISUEL : FAIRE RENTRER DE LA LUMIERE

Le confort visuel est un élément central de la qualité d'usage que doit offrir tout bâtiment, notamment dédié à des activités de bureaux. Les effets positifs physiologiques et psychologiques de la lumière naturelle sur la santé étant reconnus et démontrés, nous recherchons en premier lieu à optimiser son accès en offrant un confort visuel de qualité, en quantité suffisante, tout en permettant aux usagers de gérer l'éblouissement et l'occultation des locaux.

Pour cela l'architecture propose un accès à la lumière naturelle en premier jour pour la très grande majorité des espaces occupés. Les locaux bénéficient de menuiseries en façade dimensionnées justement en fonction des besoins en éclairage naturel mais également afin de limiter les surchauffes en été. Les façades sont tramées afin de permettre une bonne flexibilité dans l'aménagement des espaces.

Un travail d'optimisation des surfaces vitrées a été mené afin de garantir un bon équilibre entre éclairage naturel et déperditions thermiques :

	Patio-Blvd	Chave
louv = Sbaie / SdP	18%	20%
Transparence façades	28%	29%

Les façades sont protégées par les coursives. Les impostes sont protégées par des lames bois horizontales fixes.

La mise en place de protections solaires mobiles (extérieures) sous forme des stores ou de brises soleils orientables et relevables (pour les menuiseries aux RDC) manipulables par les utilisateurs, est prévue pour gérer l'éblouissement et l'apport de lumière au premier rang. Des dispositifs intérieurs sont prévus sur les locaux nécessitant l'occultation totale.

Des simulations éclairage naturel ont été réalisées afin d'évaluer les Facteur de Lumière du Jour moyens obtenus (FLJ) et l'autonomie en éclairage naturel (AEN) et de proposer des pistes d'optimisation des surfaces vitrées (ayant conduit à l'introduction d'allège pleine, en lien avec la recherche de réduction des apports solaires dans les STD).

L'étude complète et les résultats sont présentés dans la note : 2502_CARSAT_APD_TRIBU_Note de Calcul FLJ_0626.pdf du rendu APD.

Le tableau suivant présente les principaux résultats de l'étude d'éclairage naturel mis au point à cette phase.

Les masques proches et lointains ont été pris en compte sur la base des plans de la phase APD et de la maquette 3D du contexte.

Espace	Niveau (Entre 8h et 18h)	ALJ moy	FLJ moy	Positionnement vis-à-vis de l'objectif
R+1 BOULEVARD				
Sud – Espace partagé	300 lux	63%	1.59	Les résultats sont satisfaisants
R+4 BOULEVARD				
Sud – Espace partagé	300 lux	57%	1.22	Les résultats sont satisfaisants
R+1 CHAVE				
Open-space Est	300 lux	20%	0.5	Cet espace est trop peu éclairé naturellement.
Open-space Ouest	300 lux	68%	2.8	Les résultats sont très satisfaisants
R+4 CHAVE				
Open-space Est	300 lux	50%	1.95	Les résultats sont satisfaisants
Open-space Ouest	300 lux	76%	2.97	Les résultats sont très satisfaisants
R+1 PATIO				
Open-space Nord Est	300 lux	53%	2.24	Les résultats sont très satisfaisants et un peu meilleur qu'en APS
Open-space Sud-Ouest	300 lux	28%	0.87	Au cœur d'ilot, l'espace n'atteint pas les objectifs demandés.
Salle de réunion Nord	300 lux	10%	0.34	La profondeur du patio ne permet pas d'avoir un apport solaire suffisant dans cette pièce
R+4 PATIO				
Open-space Nord Est	300 lux	66%	2.83	Les résultats sont très satisfaisants
Open-space Sud-Ouest	300 lux	73%	3.82	Les résultats sont très satisfaisants
Salle de réunion Nord	300 lux	27%	1.12	Cette salle de réunion est plus pénalisée sur son accès à l'éclairage naturel

Les espaces sont généralement bien éclairés et respectent des niveaux d'éclairement suffisant.

Nous remarquons que cette autonomie lumineuse accroît au fur et à mesure des étages hauts.

Les espaces sont relativement bien vitrés. Et la profondeur des bureaux est limitée < 6 m ce qui permet de respecter un éclairage naturel correct. A noter que les bureaux devront être positionnés proche des fenêtres.

Les espaces les plus contraints se situent dans les étages bas. Des salles de réunion dans le patio ou l'open-space du patio coté ilot sont limités.

4.3. ... CONFORT SANITAIRE : DES LOCAUX SAINS

4.3.1. Un bon taux de renouvellement d'air

Assurer une excellente qualité de l'air intérieur pour les utilisateurs est l'une de nos priorités. Cela dépend directement du renouvellement de l'air et de la pollution intérieure causée par les différents types de revêtements et de mobilier.

Pour garantir une bonne qualité de l'air, nous avons prévu un débit de renouvellement d'air hygiénique d'au moins **30 m³/h par personne** dans tous les espaces à occupation prolongée, ce qui va au-delà des exigences du programme (pour une partie des locaux) pour le dimensionnement des centrales de traitement de l'air, un taux de foisonnement est également pris en compte pour ne pas surdimensionner inutilement les installations.

Ce renouvellement sera effectué grâce à une ventilation mécanique double-flux avec double filtration et récupération de chaleur (cf. notice 2502_CARSAT_APD_EDEIS_Lot 13 CVC-PB-DES_220626). Ce niveau de renouvellement d'air est nécessaire pour garantir un bon niveau de qualité d'air et une bonne évacuation des polluants intérieurs tels que les composés organiques volatils qui se dégagent du mobilier ou des produits d'entretien.

Des sondes CO2 seront installées dans les locaux à occupation importante ou variable (open-space, salle de réunion...) afin de mesurer la qualité de l'air et d'adapter le renouvellement d'air au besoin, tout en conservant un renouvellement d'air minimum pour évacuer les polluants intérieurs.

Nous veillerons également à limiter les nuisances olfactives sur le projet. Les sources odorantes autour du projet peuvent venir du restaurant sur site, des restaurants voisins, de la végétation, des voitures... L'implantation des prises d'air neuf et des points de rejet prend en compte cette problématique. La filtration sur les CTA permettra d'éliminer une partie des nuisances.

4.3.2. Limitation des polluants intérieurs



environnemental, tel que l'Eco Label européen ou un équivalent. De plus, les bois et produits dérivés du bois (panneaux de bois) porteront également des labels environnementaux comme CTB Air+, classe E1 ou même E0.5, ou le label NaturePlus.

Afin de réduire les polluants intérieurs, notamment les composés organiques volatils (COV), nous sélectionnons des matériaux à faibles émissions de polluants, qui seront labellisés A+ conformément à l'arrêté du 19 avril 2011 (pour les peintures, colles, revêtements de sols, faux-plafonds ou cloisons/doublages). Les revêtements de sol, peintures, vernis et colles seront également certifiés par un label

Ces moyens, couplés aux dispositions permettant d'aérer naturellement l'ensemble des locaux, permettent de garantir une bonne qualité de l'air dans l'ensemble du projet.

4.4. ... CONFORT ACOUSTIQUE

Les sources acoustiques sont nombreuses dans ce contexte urbain. On retrouve les deux grands axes routiers Sakakini et Chave entre véhicules motorisés et Tram. Les habitants des maisons voisines, les écoles au nord et à l'ouest (cf. analyse de site remise en phase DIAG).

Le projet s'implante dans un milieu plutôt bruyant au cœur de la ville.

Une attention particulière sera portée aux façades sur boulevard ou école pour limiter les nuisances. En cœur d'îlot, les sources acoustiques peuvent aussi être nombreuses (cafétéria, passages...) mais plus ponctuelles.

Concernant les isollements de façades, de parois, et l'acoustique intérieure, la réglementation et les objectifs du programme seront respectés. La qualité des ambiances sera bien entendu particulièrement travaillée.

L'ensemble des mesures acoustiques et dispositifs prévus sur le projet sont décrits dans la note acoustique : 2502_CARSAT_APD_GAMBA_Note acoustique_0626

4.5. ONDES ELECTRO-MAGNETIQUES

Conformément aux bonnes pratiques, les ondes électro-magnétiques seront minimisées dans le projet par la réduction de l'exposition aux sources et la réduction des impacts sur les usagers.

Les locaux techniques type poste transformateur, TGBT, serveur VDI, SS chauffage urbain, CTA sont prévus dans l'emprise du projet, principalement au RDC et au sous-sol. Nous avons cherché à limiter la présence de locaux contigus à occupation prolongée ou continue mais des améliorations restent possible (notamment les bureaux administratifs de l'agence retraite et du R+1). Les réseaux fluides sont ponctuellement centralisés mais dans les locaux à occupation passagère (locaux techniques, circulations) et enfin, les ascenseurs sont enclôsonnés dans des noyaux en béton.

Le poste transformation HTA est toutefois situé sous un espace actuellement identifié « espace partagé », il sera explicité au MO de privilégier dans l'aménagement des cette zones, des espaces à occupation discontinue.

5. CONSTRUIRE EN RESPECTANT L'ENVIRONNEMENT

5.1. STRATEGIE DE CHOIX DES MATERIAUX, PRODUITS, EQUIPEMENTS

La stratégie de choix du mode constructif repose sur la volonté de limiter les impacts environnementaux du projet tout en restant en adéquation avec les contraintes techniques et économiques de l'opération. Pour cela d'un point de vue environnemental la priorité est donnée à :

- La santé et le confort des utilisateurs : limitation des produits toxiques, limitation des émissions de polluants dans l'air ambiant, etc...
- La durabilité et la pérennité : facilité d'entretien et de maintenance, durée de vie élevée.
- La limitation de l'impact carbone : En France, le secteur du bâtiment est un contributeur majeur aux émissions de CO₂.
- La limitation des prélèvements de ressources naturelles : utilisation de matières premières renouvelables, recyclées.
- La facilité de démontage des ouvrages afin de faciliter le recyclage des matériaux en fin de vie du bâtiment ou les futures rénovations.

Les choix de produits et matériaux seront systématiquement soumis aux critères environnementaux dans la suite de l'opération afin de limiter leurs impacts partout où cela sera possible.

Suite à l'APD, le principe structurel du projet a été revue afin d'optimiser les coûts de construction, en modifiant la solution pour les planchers prévus initialement en structure bois (poutre et solive) connectée à une dalle béton qui est passée en **solution dalle BB** : dalle béton nervurée structurelle avec remplissage en laine de bois (qui sert au coffrage de la dalle) :

Cette solution optimisée en béton permet de limiter l'impact carbone :



Son impact carbone pour 30 cm est **de 17,4 kgCO₂eq/m² pour 50 ans**, hors dalle de compression.

5.2. UN BATIMENT BIOSOURCE ET BAS CARBONE

5.2.1. Le contenu biosourcé

Les ressources matières constituent un enjeu environnemental important, allant de l'épuisement des ressources naturelles à l'impact carbone et énergétique des matériaux de construction. Nous avons recherché à intégrer un maximum de matériaux biosourcés, à faibles impact environnementaux et disponibles à l'échelle régionale.

La structure bois poteaux bois est maintenue avec façade en murs à ossatures bois.

La ressource **bois** est abondante en France et notamment dans les Alpes, où le projet pourra s'approvisionner. La région PACA est recouverte à 51% de forêt et produit environ 825 000m³ de bois par an dont 18% de bois d'œuvre. En matière d'**essence locale**, nous souhaitons privilégier un **circuit** d'approvisionnement et de transformation **très court** entre la ressource et le consommateur en privilégiant un **bois issu des forêts locales et/ou régionales et transformé dans le territoire**. Dans ce contexte, les essences à favoriser sont le sapin blanc, l'épicéa, et le pin sylvestre. Du mélèze peut également être disponible localement et présente un choix de qualité pour les ouvrages extérieurs (bardage, brises soleil, menuiseries...).



La bonne provenance et le renouvellement de la ressource pourra être ainsi justifiée par la production d'un label (**FSC, PEFC**) en **privilégiant les ressources locales : label bois des Alpes, Bois de France** ou équivalent... certifiant que les bois proviennent d'une exploitation durablement gérée.

Le contenu biosourcé du projet provient :

- Structure porteuse verticale en poteau bois
- FOB avec isolation biosourcé et bardage bois
- Cloisons intérieures en ossature bois : revêtement fermacell et panneaux de bois + isolant biosourcé
- Laine de bois des dalles BB

Le contenu biosourcé a été extrait de l'étude ACV (importée sous Vizcab),

Le label biosourcé fixe les seuils suivants selon l'arrêté du 2 Juillet 2024 :

TYPE D'USAGE PRINCIPAL	Quantité de carbone biogénique stocké par unité de surface pour atteindre les niveaux du label « bâtiment biosourcé » (kg de carbone/m ² de surface de référence)		
	1 ^{er} niveau 2024	2 ^e niveau 2024	3 ^e niveau 2024
Bâtiment d'habitation	15	25	45
Industrie, stockage, service de transport	4	6	9
Autres usages (entendu comme autre que les deux précédentes)	12	20	36

on obtient les résultats suivants :

	Au global	Bâtiment Patio Blvd	Bâtiment Chave
Stock C (carbone biogénique)	45,9 kgC/m ² \$S_{ref}\$	52,2 kgC/m ² \$S_{ref}\$	36,8 kgC/m ² \$S_{ref}\$
Niveau biosourcé atteint	Niveau 3	Niveau 3	Niveau 3

Le détail du calcul ACV est présenté dans la note 2502_CARSAT_APD_TRIBU_Etude ACV_0626.pdf du rendu APD.

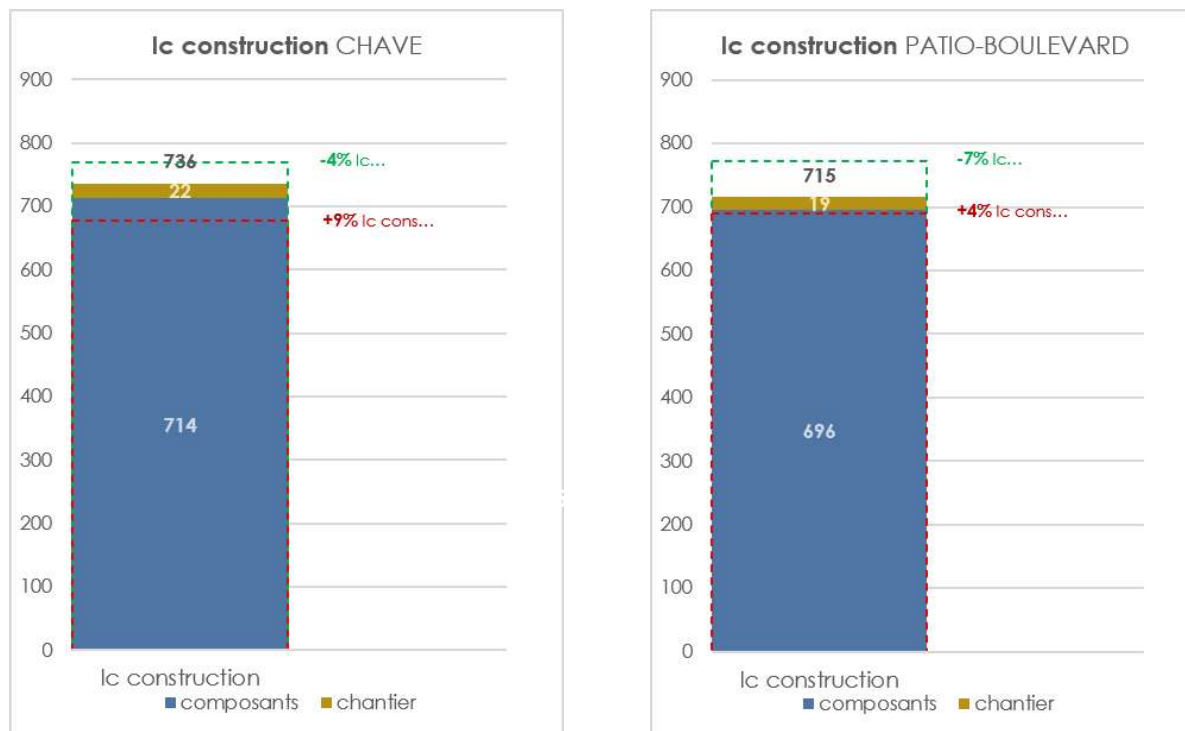
5.2.2. L'Analyse de Cycle de Vie

L'étude ACV a été réalisée sur la base des éléments détaillés APD :

- Quantitatifs structure porteuse / Gros Œuvre
- Descriptif détaillé pour le 2nd œuvre / dont ratio : pour tous les produits de fixations, les éléments annexes et les quantitatifs
- Lots forfaitaires pour les lots techniques

Les deux bâtiments atteignent le seuil 2025 de la RE2020 avec une marge de 4% pour Chave et 7% pour Patio-Boulevard. L'objectif BDM est atteint pour Patio-Boulevard mais n'est pas atteint pour Chave.

Il conviendra de détailler les lots forfaitaires en phase DCE pour permettre l'atteinte des objectifs.



Ces premiers résultats nous laissent penser qu'il est possible de se fixer sur les **objectifs BDM : Ic construction – 5%**

Les études ont été réalisées avec plus de **27% de données par défauts** très pénalisantes, et **les lots forfaitaires techniques représentent plus de 46%** des émissions carbone devrait pouvoir faire l'objet d'optimisations en phase PRO par une saisie détaillée.

Pour obtenir le Ic construction -5%, un certain nombre d'optimisations ont été intégrées :

- **Menuiseries bois (et non pas bois-alu)**
- **Bétons bas carbone**
- **Planchers techniques de réemploi**

Le passage en béton bas-carbone sur la superstructure permet de diminuer drastiquement l'impact du lot 3. En parallèle, le passage en menuiseries extérieures bois et l'utilisation de planchers techniques et d'éléments sanitaires issus du réemploi permettent de rester sous le seuil d'IC construction.

L'économie de projet ne permettra pas forcément d'intégrer toutes ces optimisations.

Toutefois en l'état actuel du calcul, des marges de manœuvre apparaissent tout de même importantes :

- Saisie détaillée des lots techniques à anticiper pour évaluer la marge de manœuvre sur ce sujet
- Configuration des différents bétons depuis Betie afin d'évaluer au plus près l'impact de la superstructure et des infrastructures

5.2.3. Matériaux issus du recyclage et du réemploi

Compte tenu de la démolition préalable, le projet met en valeur l'intégration du réemploi et du recyclage dans le projet. Cette démarche est présentée plus en détails dans la notice *2502_CARSAT_APD_BELLASTOCK_Notice Réemploi_0626.pdf*.

La stratégie réemploi à l'échelle de l'opération comprend trois volets en fonction de l'origine des matériaux produits et des débouchés en réemploi :

- Le réemploi in situ : des matériaux/produits collectés dans le cadre de la démolition des bâtiments Sakakini et Chave existants. Il s'agit principalement d'une partie des pierres de parement de façade, est aussi envisagé pour des revêtements de sols en pierre, d'une partie des vitrages des fenêtres aluminium et d'éléments de second œuvre comme les cloisons démontables, les portes à âmes pleines, les appareils sanitaires et quelques menuiseries aluminiums.
- Le réemploi ex situ : Ces éléments seront fléchés vers d'autres opérations ou vers les filières de réemploi du territoire. Il s'agit des dalles de faux plafond, d'une partie des portes intérieures, des châssis aluminium qui n'ont pas été ciblé pour le réemploi in Situ, des clôtures métalliques extérieures et de nombreux éléments techniques comme les appareils de sécurité incendie, les tableaux électriques, les luminaires, les ventilo-convecteurs, les cumulus et les installations de traitement d'air.
- Les flux entrants : des matériaux/produits collectés provenant d'autres opérations ou provenant des filières de réemploi du territoire. Les matériaux ciblés en approvisionnement extérieur sont les structures métalliques des passerelles, les dalles des faux planchers techniques des futurs bâtiments Chave, Patio et Boulevard, les dalles sur plots des terrasses accessibles du R+5, certaines cloisons des étages et les appareils sanitaires de l'ensemble des bâtiments.

5.3. UNE EXPLOITATION OPTIMISEE

La maintenance est un enjeu fondamental pour le MO car elle peut engendrer des coûts d'exploitation sur la durée. Soucieux de considérer cet aspect dès la conception et conformément à la demande du programme, nous privilégions le choix de matériaux tenant compte des critères de durabilité, de leur résistance aux agressions naturelles ou humaines, de leur facilité d'entretien et de leur flexibilité.

Les dispositions techniques ont ainsi été retenues pour leur cohérence avec les fondamentaux de notre approche environnementale, de sorte à maintenir un équilibre entre les problématiques d'investissement, de qualité d'usage et de pérennité. Les points forts du projet sont les suivants :

- Matériaux de façades durables : enduit à la chaux, durable ne nécessitant pas d'entretien / bardage bois protégé par courive, le grisement du bois sera anticipé, sa protection permettra un vieillissement homogène
- Locaux techniques regroupés et fermés assurant la protection des machines et leurs longévités
- L'éclairage naturel abondant qui limite l'usage des luminaires pour l'éclairage artificiel

5.3.1. Pérennité du patrimoine, Entretien et Accessibilité

	Matériaux	Durée de vie	Opération d'entretien
Structure	Bois et béton et pierre	<i>Durée de vie du bâtiment</i>	<i>Pierre : nettoyage (10 ans)</i> <i>Visite périodique pour s'assurer de l'état de la structure</i>
Principe d'isolation	Isolation répartie MOB	> 20 ans	<i>Pas d'entretien</i>

	Matériaux	Durée de vie	Opération d'entretien
Façades	Bardage bois	>25 ans	Bois brut ou pré-grisé, objectif sans entretien hors nettoyage Accessible depuis les coursives
Menuiseries extérieures	Menuiseries Bois Double vitrage peu émissif à remplissage argon, Ug=1.1W/m².K. Peinture ou vernis usine type Naboco	> 35 ans	Menuiseries peintes en atelier, peinture garantie 10 ans pour le teintes opaques (6 ans pour les tons bois), remise en peinture avant les 10 ans pour une durée de vie de plus de 25ans. Accessible depuis les coursives
			Nettoyage depuis l'intérieur sur patio Gros entretien dalle patio permet accessibilité de la façade par nacelle
Protections solaires	BSO RDC	>25 ans	Vérification de l'état des lames lors du nettoyage des fenêtres Dépoussiérage depuis l'intérieur
	Stores toiles extérieurs	>25 ans	Dépoussiérage et vérification et entretien des organes de manœuvre depuis l'intérieur et via les courisses
Revêtements de sols	Platelage bois	Très variable en fonction de l'essence et de la qualité	Entretien selon fréquentation et degré d'usure (5ans)
	Moquette	10 ans	Entretien courant : nettoyage à l'aspirateur Entretien régulier : nettoyage en profondeur avec un détergeant, tous les 2 ans
	Carrelage	>50 ans	Nettoyage régulier, lessivable
	PVC pour LT et laboratoires	>20 ans	Nettoyage régulier, lessivable
Revêtements de mur	Peintures en phase aqueuse	10 ans	Contrôle visuel (tous les ans) et nettoyage et dépoussiérage régulier
Etanchéité	Multicouches	>25 ans	L'entretien comprend au moins une visite annuelle à la fin de l'automne après la chute des feuilles. · maintien en bon état de fonctionnement de tous les ouvrages d'évacuation d'eaux, · enlèvement périodique des herbes, mousses, végétations et débris divers · maintien en bon état des éventuels ouvrages accessoires et des ouvrages de gros œuvre, · réparation des déchirures accidentelles constatées

5.4. GESTION DES DECHETS

5.4.1. Déchets à l'exploitation

Des locaux déchets sont prévus à ce stade au RDC à l'angle Nord-Est du bâtiment Chave pour le restaurant et à l'angle Sud-Est du même bâtiment, permettant une surface totale d'environ 2 m² de stockage de déchets. Des locaux intermédiaires (locaux ménages, stockages...) sont répartis dans le bâtiment. Des points d'apports pour le tri seront prévus à chaque étage notamment dans tisaneries et dans les espaces copieurs (pour les papiers et cartons). Les déchets triés dans les bureaux seront être stockés dans les locaux déchets, à proximité de zones d'enlèvement. Une première estimation de la production de déchets pour la partie bureau a été réalisée avec les résultats suivant :

	Composition bureau	Poids	Densité kg/litres	Volume (litres)	Nombre de producteurs bureau	Volume total par an (litres)	Volume total par semaine (litres)	Volume total par jour (litres)
Papiers et cartons	71%	85	0,15	568	515	292520	6224	1245
Cartons	0%	0	0,15	0	515	0	0	0
Verre	0%	0	0,4	0	515	0	0	0
Plastiques	4%	5	0,15	32	515	16480	351	70
Bois	4%	5	0,15	32	515	16480	351	70
Textiles	0%	0	0,15	0	515	0	0	0
Matières végétales	0%	0	0,15	0	515	0	0	0
Métaux/Ferrailles	3%	4	0,15	24	515	12360	263	53
Déchets de démolition	0%	0	0,15	0	515	0	0	0
Déchets spéciaux	0%	0	0,15	0	515	0	0	0
Déchets alimentaires	3%	4	0,15	24	515	12360	263	53
Autres	15%	18	0,25	72	515	37080	789	158
	Source ADEME	120	Kg			387280	8240	1648

Cette estimation est conservatrice notamment sur les volumes de papiers et cartons qui réduisent fortement depuis plusieurs années. Sur la base des fréquences de collecte, journalière pour les déchets ménagers, hypothèse hebdomadaire pour les autres, avec des hypothèses de volume de bac, la surface suivante de local déchets (ou d'une zone de stockage des bacs) semble nécessaire :

	VOLUME ANNUEL	VOLUME HEBDOMADAIRE	VOLUME JOURNALIER	Fréquence de collecte	VOLUME COLLECTE	Nb de conteneur 140l	Nb de conteneur 240l	Nb de conteneur 340l	Nb de conteneur 660l	Encombrement au sol	SURFACE DU LOCAL
POUBELLE PAPIERS CARTONS	292520	6224	1245	1	1245	0	0	0	3	3,12	9,36
AUTRES	49440	1052	210	5	210	0	0	1	0	0,48	1,44
POUBELLE RECYCLABLES	45320	964	193	1	964	0	0	3	0	1,44	4,32
	387280	8240	1648			0	0	4	3	5	15

Pour la phase APD, le local déchets est situé au nord du bâtiment Patio mesure **33 m²** et permettra d'accueillir chaque conteneur pré-dimensionnés.

5.4.2. Déchets de chantier et charte chantier à faibles nuisances

Un chantier respectueux de l'environnement est le prolongement naturel des efforts de qualité environnementale mis en place lors de la conception d'un bâtiment. Tout chantier génère des nuisances sur l'environnement proche, l'enjeu d'un chantier à faibles nuisances est de limiter ces préjudices au bénéfice des riverains, des ouvriers, des futurs occupants et de l'environnement. Les nuisances engendrées par le chantier seront limitées par l'application d'une charte de chantier à faibles nuisances par toutes les entreprises intervenant sur le site afin de limiter l'impact. Une attention particulière sera portée au phasage du chantier. Le projet met en avant le recours à des **modes constructifs en filière sèche** et/ou **préfabrication** (structure bois, façades ossature bois...) limitant d'emblée les nuisances pendant les travaux.

TRIBU rédigera la charte chantier à faibles nuisances à intégrer dans les phases ultérieures du projet. Cette charte, permettra de :

- Mettre en place des bases de vie et des chantiers durables (limiter les consommations, bungalow conçus avec des matériaux renouvelables et bioclimatique) ;
- Limiter les nuisances causées aux riverains ;
- Limiter les risques sur la santé du personnel ;
- Limiter des pollutions de proximité ;
- Protéger la biodiversité ;
- Gérer les déchets (limiter les volumes de déchets, valorisation, tri, traçabilité, etc.).

Une version de la charte sera également adaptée à la phase de démolition en incluant plus particulièrement la question des filières de récupération des déchets en lien avec l'entreprise BELLASTOCK. Une première version de la charte chantier à faibles nuisances sera fournie pour la phase PRO.

Le tri sélectif des déchets de chantier sera mis en œuvre pour atteindre un taux de valorisation en matière de minimum de **70%** et 90% de valorisation totale. Le suivi sera réalisé grâce au recueil et vérification des bordereaux de suivi de déchets tout au long du chantier.

Une charte chantier spécifique pour la démolition a été rédigée, elle est jointe au rendu « Place Net » : 2502_CARSAT_TRIBU_Place Net_CCFN_2606

6. DEMARCHE BDM

L'évaluation de conception faite en fin de phase APD sera transmise en pièce Annexe à ce rendu.

Le niveau atteint serait plutôt le niveau Argent, compte tenu des points suivants :

- Passage en référentiel BDM 4.1 : le changement de référentiel implique la suppression de certaines cibles dont certaines rapportaient des points / l'augmentation de certaines exigences
- La gestion des EP à la parcelle est un pré-requis du niveau Or qui n'est finalement pas atteint / les enjeux sur les eaux d'orage sur la parcelle sont nombreux : forte densité d'occupation, gestion du PPRI, très faible perméabilité du sol – compte tenu des enjeux financiers par ailleurs nous n'avons pas cherché à augmenter au-delà du réglementaire le volume de rétention des eaux d'orage pour gérer l'ensemble du site. Le projet proposer permet déjà d'améliorer la situation existante
- Concernant les points à obtenir sur les matériaux pour le niveau Or, il faudrait pouvoir justifier l'approvisionnement à moins de 300 km pour un nombre important de matériaux – ce qui semble difficile dans le cadre du marché actuel (AO type marché public + enjeux de mise en concurrence pour des raisons d'économies de projet)



ANNEXE 1 – Simulations aérauliques

Siège social de la CARSAT Sud-Est

Marseille - APD

Juin 2026 – Version 2



Rédaction : Marie BRETON
Relecture : Sylvaine JUNIQUE

Table des matières

1. Introduction	3
2. Hypothèses de calcul	3
3. Résultats de la simulation aéraulique.....	4
3.1. Exposition des façades au vent : choix des protections solaires.	4
3.2. Confort piéton	6
4. Conclusions	8
ANNEXES.....	9
4.1. Comparaison des résultats avec ou sans rugosité de façades.....	9
4.2. Identification des sections de facade les plus exposées.....	13

1. INTRODUCTION

Le projet étant localisé dans une région ventée, exposée notamment au Mistral, l'objectif principal de cette étude aéralique est d'analyser l'exposition des façades du bâtiment au vent afin de valider le choix des protections solaires et de préciser les caractéristiques adaptées.

Le confort piéton a aussi été analysé.

Les études et calculs présentés dans ce rapport ont été fait à partir des **plans simplifiés d'APD (24/04/2026)**.
La simulation aéralique a été réalisée avec le logiciel **Simscale**.

2. HYPOTHESES DE CALCUL

La topographie du site n'est pas prise en compte car peu impactante sur l'écoulement des vents.

Rugosité de site : milieu urbain dense dans toutes les directions.

Les arbres ne sont pas pris en compte non plus.

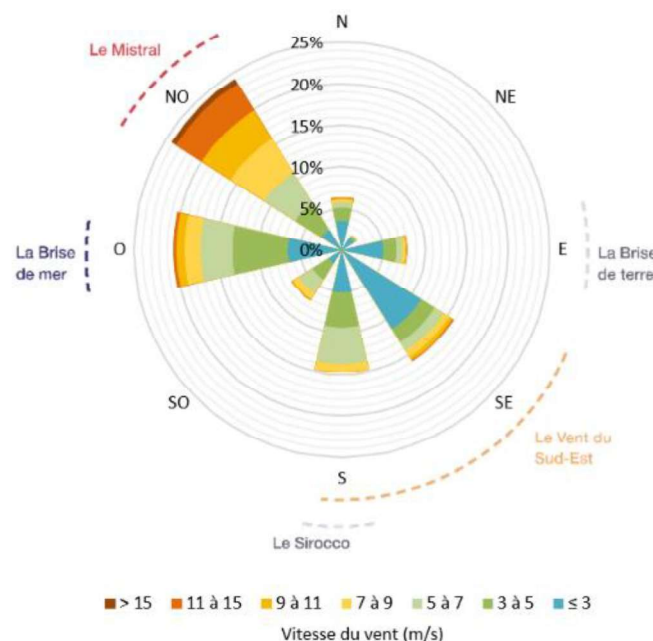
Afin d'alléger le modèle, les façades ont été simplifiées, seuls les débords ont été conservés.

Les résilles n'ont pas été prise en compte, une analyse en annexe permet de comparer la prise en compte ou non d'une rugosité de façade pour modéliser les résilles.

Les données de vent utilisées sont les données horaires Météo France de la station Marignane sur la période 2012-2022. Seuls les mois d'été ont été analysés (période d'utilisation des protections solaires) : de mai à septembre inclus.

La rose des vents pris en compte est la suivante

ROSE DES VENTS À MARSEILLE
Sur la période estivale de Mai à Septembre
Source : TRIBU, 2026, traitement des données météo horaires
Météo France station Marseille-Marignane période 2012-2022



Vitesse du vent		Effet du vent selon l'échelle de Beaufort
≤ 3 m/s	≤ 11 km/h	Les visages ressentent légèrement la sensation du vent. Les feuilles des arbres ne témoignent d'aucun mouvement ou bruissent.
3 à 5 m/s	11 à 18 km/h	Les feuilles et les petits rameaux sont en mouvement permanent. Le vent déploie pleinement les drapeaux. Les cheveux sont dérangés. Les vêtements amples battent au vent.
5 à 7 m/s	18 à 25 km/h	La poussière et les papiers se soulèvent. Les branches s'agitent. Les cheveux sont décoiffés.
7 à 9 m/s	25 à 32 km/h	Les petits arbres avec des feuilles oscillent. La marche est légèrement perturbée.
9 à 11 m/s	32 à 40 km/h	Les grosses branches se mettent en mouvement. Le vent siffle dans les fils téléphoniques. Les parapluies sont utilisés avec peine. La marche devient très instable.
11 à 15 m/s	40 à 54 km/h	Les arbres sont totalement en mouvement. Les branches peuvent se casser. On éprouve de grosses difficultés à marcher contre le vent.
> 15 m/s	> 54 km/h	Seuil de danger : risque d'être projeté à terre, notamment pour les personnes vulnérables

3. RESULTATS DE LA SIMULATION AERAIQUE

3.1. EXPOSITION DES FAÇADES AU VENT : CHOIX DES PROTECTIONS SOLAIRES.

L'analyse du vent sur les façades se basent sur les classes de résistance au vent des protections solaires :

- Classes de résistance au vent pour les stores en toile
Norme – NF EN 13561

Classes de résistance au vent	1	2	3
Vitesse du vent	7,8 m/s 28 km/h	10,6 m/s 38 km/h	13,3 m/s 48 km/h

- Classes de résistance au vent pour les BSO
Norme – NF EN 13659

Classes de résistance au vent	1	2	3	4	5	6
Vitesse du vent	9,0 m/s 32,5 km/h	10,7 m/s 38,5 km/h	12,8 m/s 46,0 km/h	16,7 m/s 60,0 km/h	21,0 m/s 76,0 km/h	25,6 m/s 92,0 km/h

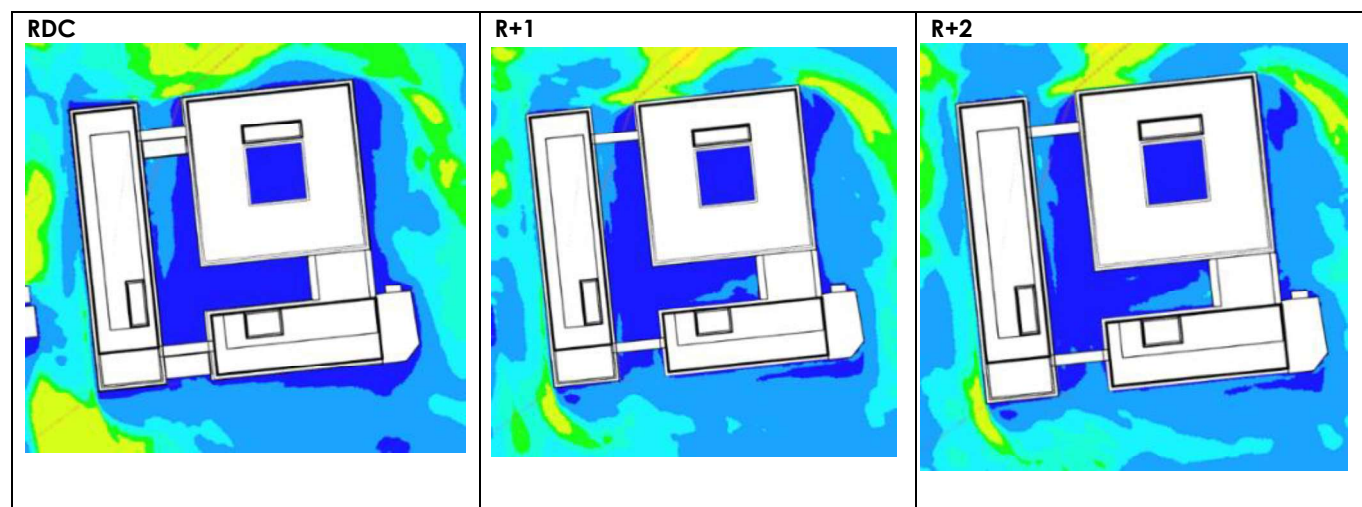
Chaque étage est analysé, à une hauteur de 1,5m (milieu des fenêtres) :

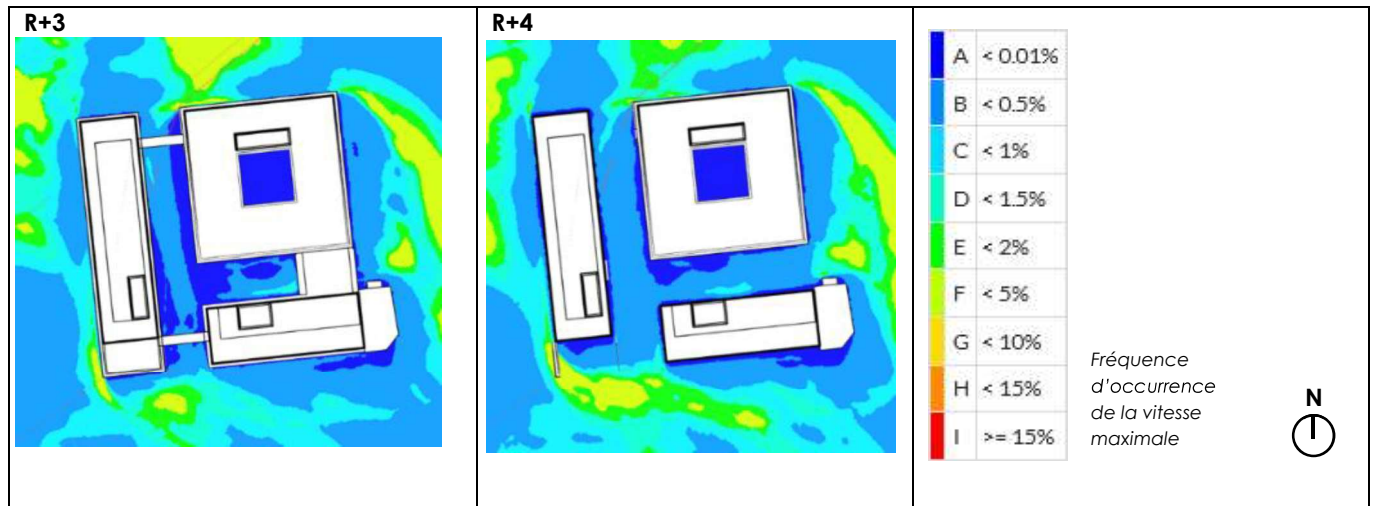
Etage	Hauteur par rapport au plancher bas du RDC
RDC	1,5 m
R+1	4,5 m
R+2	8,8 m
R+3	12,3 m
R+4	15,6 m

Méthode d'analyse : observation de chaque étage pour chaque classe de résistance au vent (pour les BSO d'une part et pour les stores toile d'autre part), puis estimation de la classe minimale à mettre en œuvre.

Objectif : la vitesse maximale (prise en compte des rafales) à laquelle est soumise la façade ne doit pas dépasser plus de 1% du temps la vitesse maximale admise par la classe de résistance au vent.

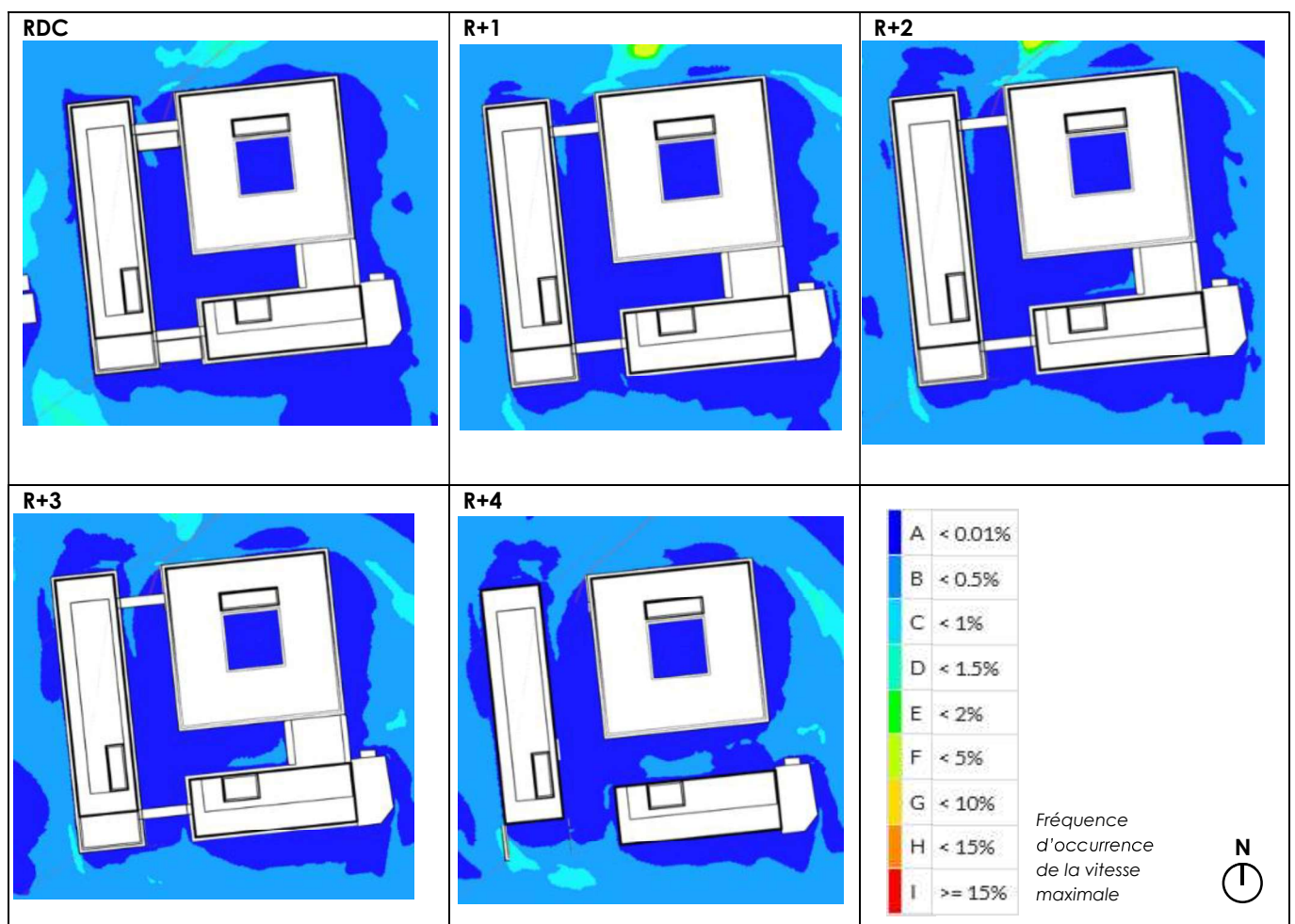
Classe 2 - Vitesse max 38 km/h (10,6 m/s)





La classe 2 pour les stores toile n'est pas suffisante. La façade Nord et les angles Nord-Est et Sud-Ouest du bâtiment sont très exposés aux effets de vents (accélération du vent dû à un effet de coin).

Classe 3 - Vitesse max 48 km/h (13,3 m/s)



La classe 3 semble suffisamment résistante.

En fonction des types de toiles et surtout des systèmes d'accroche de la toile, il est possible d'avoir des solutions permettant d'atteindre les classes 4 jusqu'à 6 (systèmes zippés).

3.2. CONFORT PIETON

Le vent peut impacter le confort et la sécurité des piétons. Pour analyser l'impact du vent sur le confort piéton, l'échelle de confort du CSTB est utilisée. Elle associe un seuil de vitesse et une fréquence de dépassement de ce seuil à une activité piétonne adaptée. La vitesse de vent prend en compte les rafales.

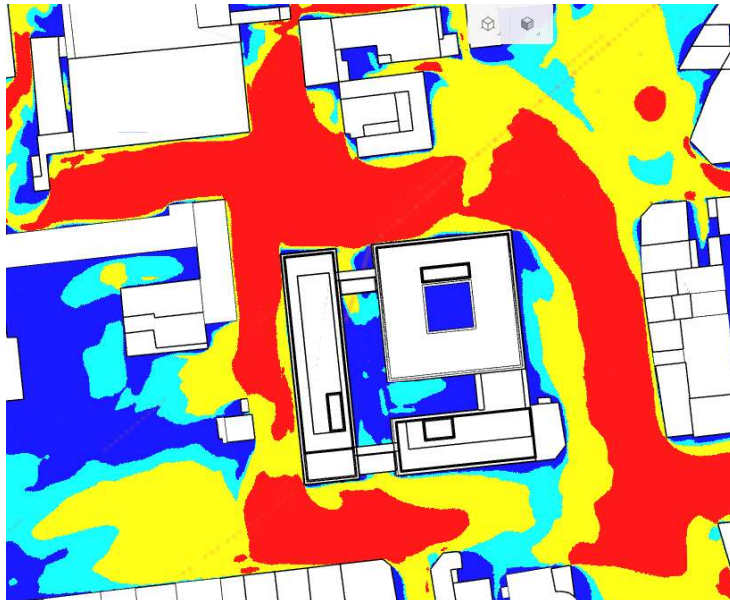
Vitesse du vent	Fréquence	Activité de confort
3,6 m/s	< 5%	S'asseoir ou rester debout 
3,6 m/s	< 10%	Marcher tranquillement 
3,6 m/s	< 20%	Marcher rapidement 
3,6 m/s	≥ 20%	Inconfortable quelque soit l'activité 

Critère de confort du CSTB © TRIBU

Les espaces analysés au regard du confort piéton sont : les espaces extérieurs au sol, à proximité immédiate du projet, les passerelles et les toitures. Les différents espaces sont **observés à une hauteur de 1,5m au-dessus du sol du référence.**

Espaces extérieurs au sol

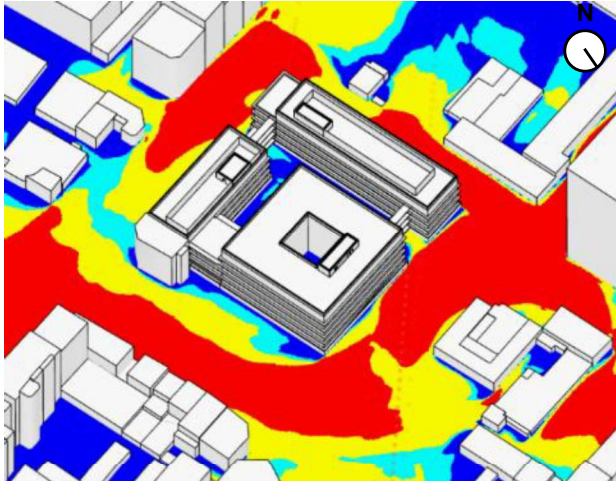
Vue du dessus



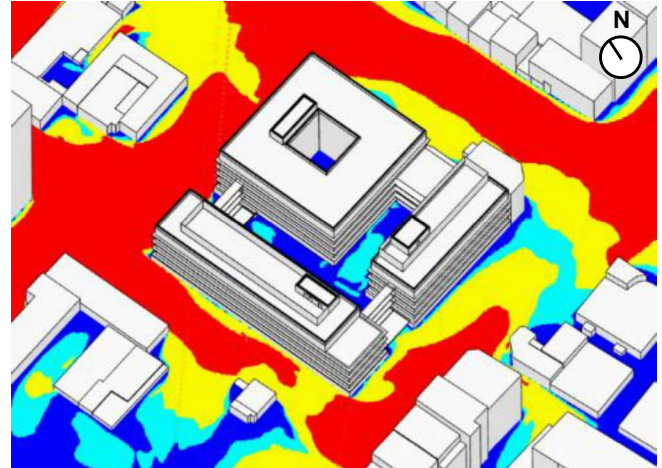
Vitesse du vent	Fréquence	Activité de confort
3,6 m/s	< 5%	S'asseoir ou rester debout 
3,6 m/s	< 10%	Marcher tranquillement 
3,6 m/s	< 20%	Marcher rapidement 
3,6 m/s	≥ 20%	Inconfortable quelque soit l'activité 

Critère de confort du CSTB © TRIBU

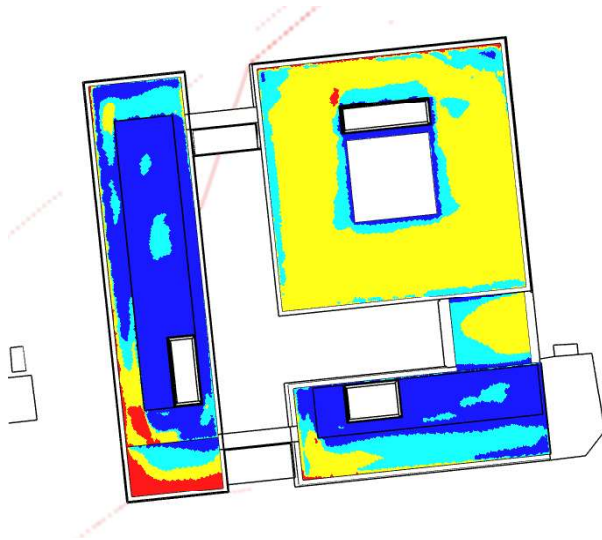
Vue Nord-Est



Vue Sud-Ouest



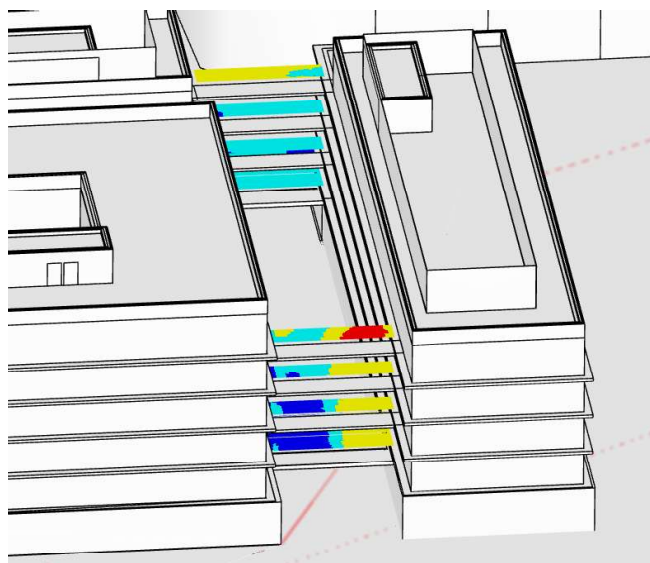
Toitures



Vitesse du vent	Fréquence	Activité de confort
3,6 m/s	< 5%	S'asseoir ou rester debout 
3,6 m/s	< 10%	Marcher tranquillement 
3,6 m/s	< 20%	Marcher rapidement 
3,6 m/s	≥ 20%	Inconfortable quelque soit l'activité 

Critère de confort du CSTB © TRIBU

Passerelles



Vitesse du vent	Fréquence	Activité de confort
3,6 m/s	< 5%	S'asseoir ou rester debout 
3,6 m/s	< 10%	Marcher tranquillement 
3,6 m/s	< 20%	Marcher rapidement 
3,6 m/s	≥ 20%	Inconfortable quelque soit l'activité 

Critère de confort du CSTB © TRIBU

Les parois verrières n'ont pas été modélisées. Elles permettront de protéger les passerelles du vent, notamment celles au nord, qui sont les plus exposées.

4. CONCLUSIONS

Ces simulations aérauliques ne font pas ressortir de grosses inquiétudes vis-à-vis des risques de vent sur le bâtiment et vis-à-vis du choix des protections solaires.

La double façade passerelle/résille semble avoir un effet atténuateur intéressant sur les vitesses de vent, ainsi que la conception en patio qui crée une intimité relativement protégée.

La largeur des baies < 1 m dans la trame classique permet aussi de limiter les efforts sur le système et améliore donc sa capacité de résistance aux vents des solutions stores screens.

Enfin l'approche en termes de confort du piéton ne fait pas ressortir d'effet d'accélération des vents dans les passerelles (simulées ouvertes dans cette étude). Elles seront dans notre cas protégées des intempéries par des parois verrières, mais ouvertes sur l'extérieur (en bas et en haut).

Elle interpelle toutefois sur le niveau de confort des espaces publics à proximité de l'entrée. L'alignement d'arbre sur ce boulevard permettra de limiter ce niveau d'inconfort. Il sera indispensable en phase travaux de bien porter attention à la protection et préservation de ces arbres.

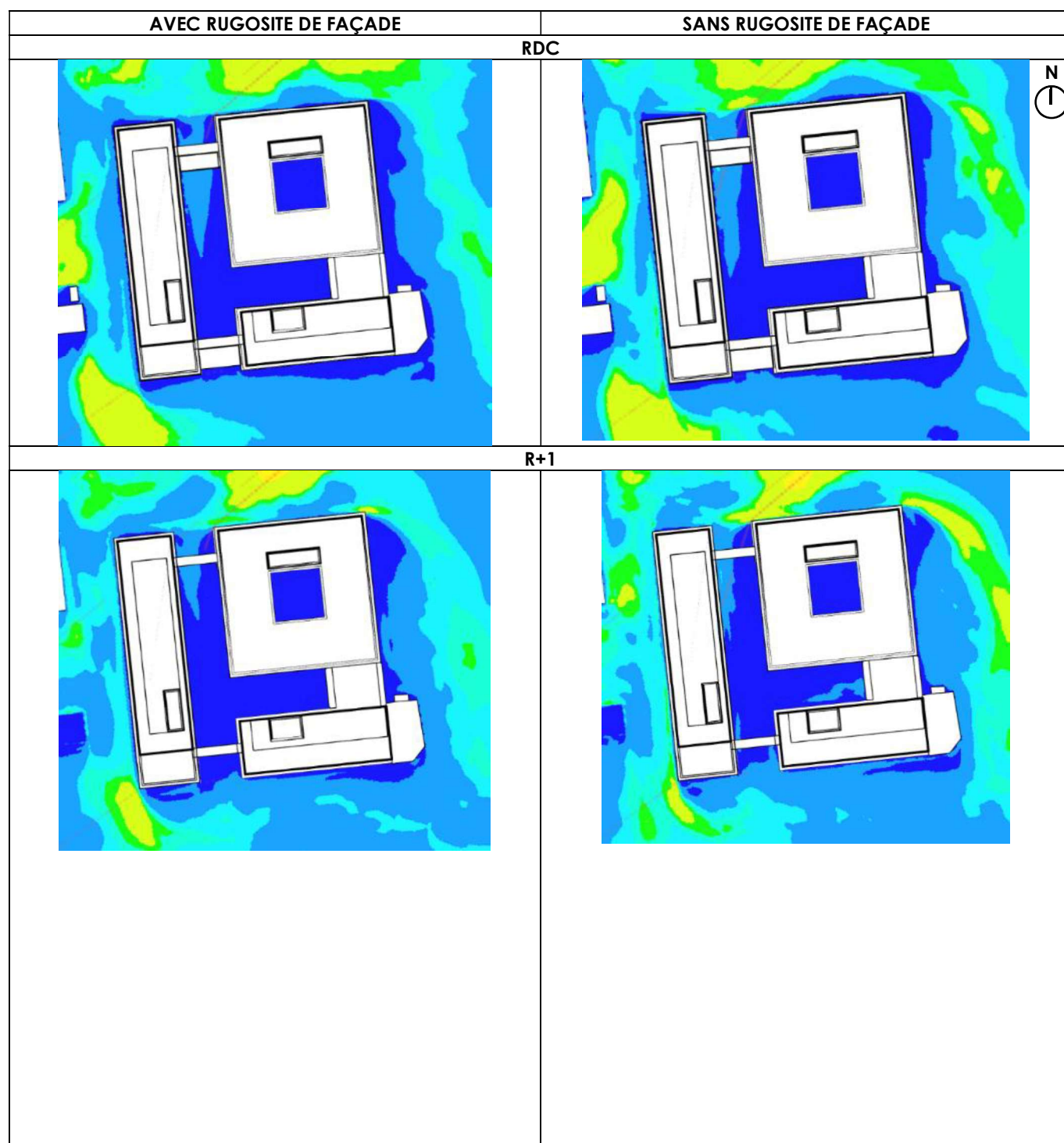
ANNEXES

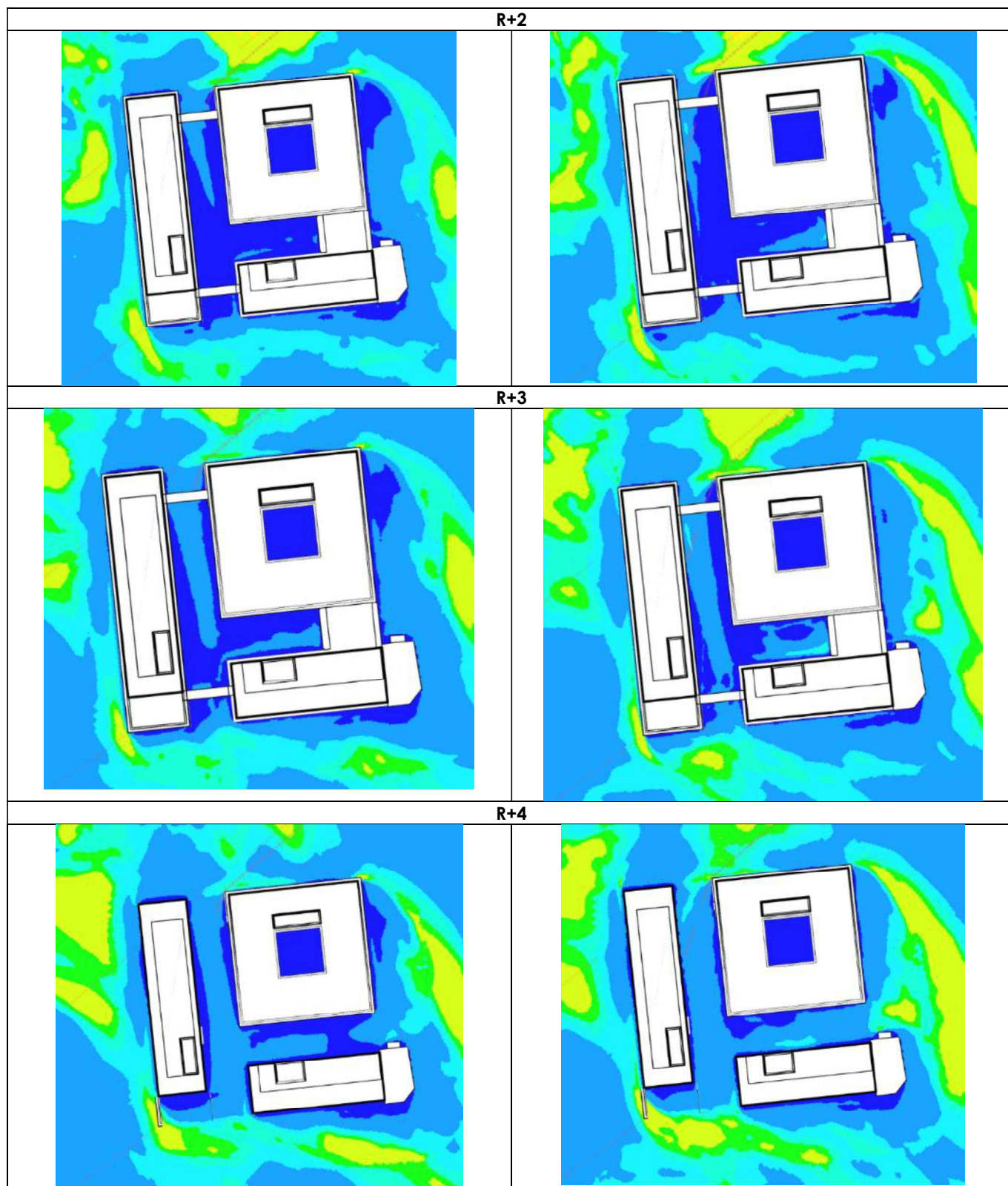
4.1. COMPARAISON DES RESULTATS AVEC OU SANS RUGOSITE DE FAÇADES

Les résultats si dessous permettent de comparer la prise en compte ou non d'une rugosité de façade pour modéliser les résilles. Les hypothèses sont les suivantes :

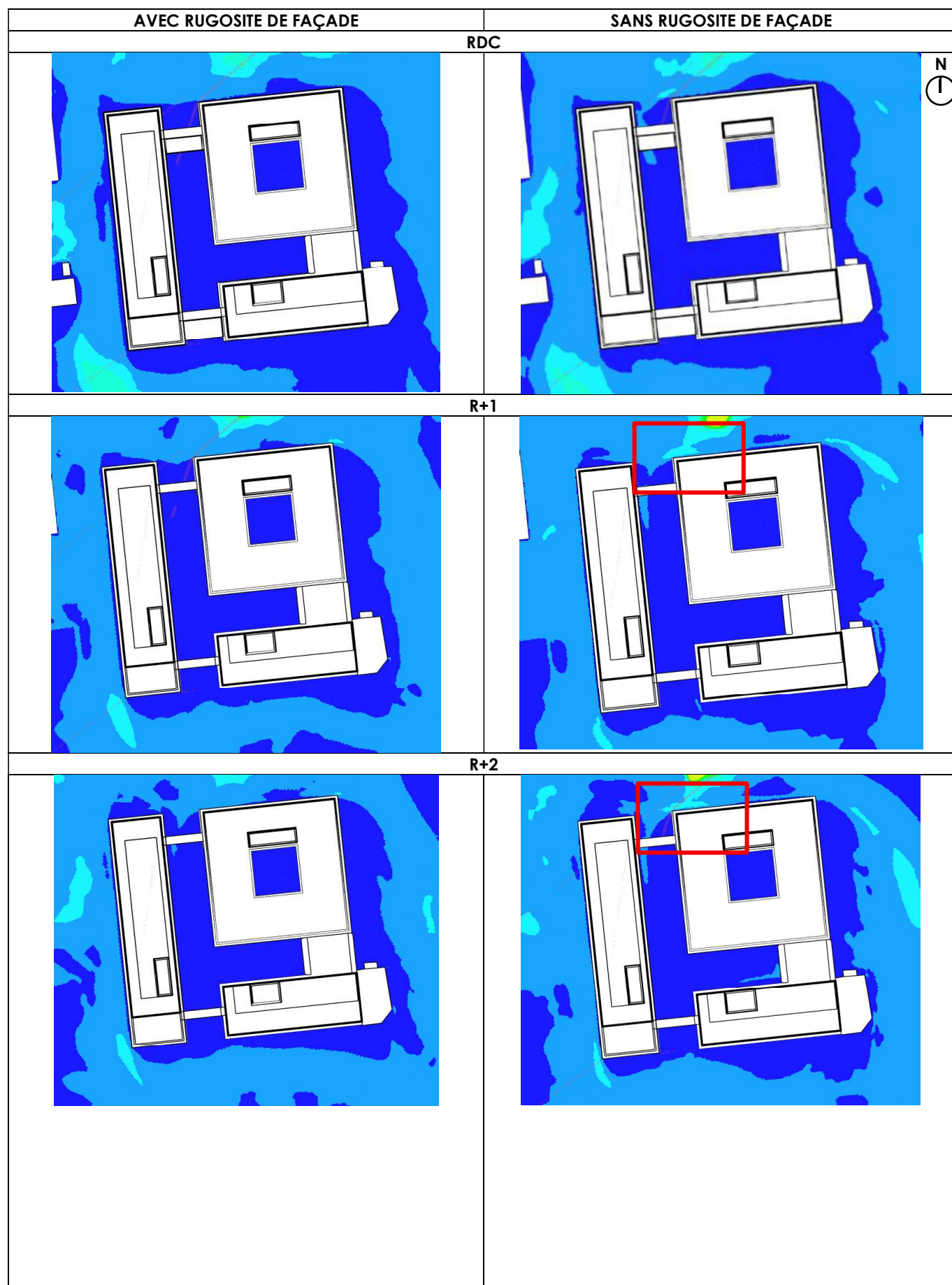
- Avec rugosité de façade : Les résilles, distantes d'1m des façades, ont été prises en compte grâce à un facteur de rugosité de surface aérodynamique $z_0 = 0,5m$.
- Sans rugosité de façade : Seule la rugosité de surface du matériau a été prise en compte.

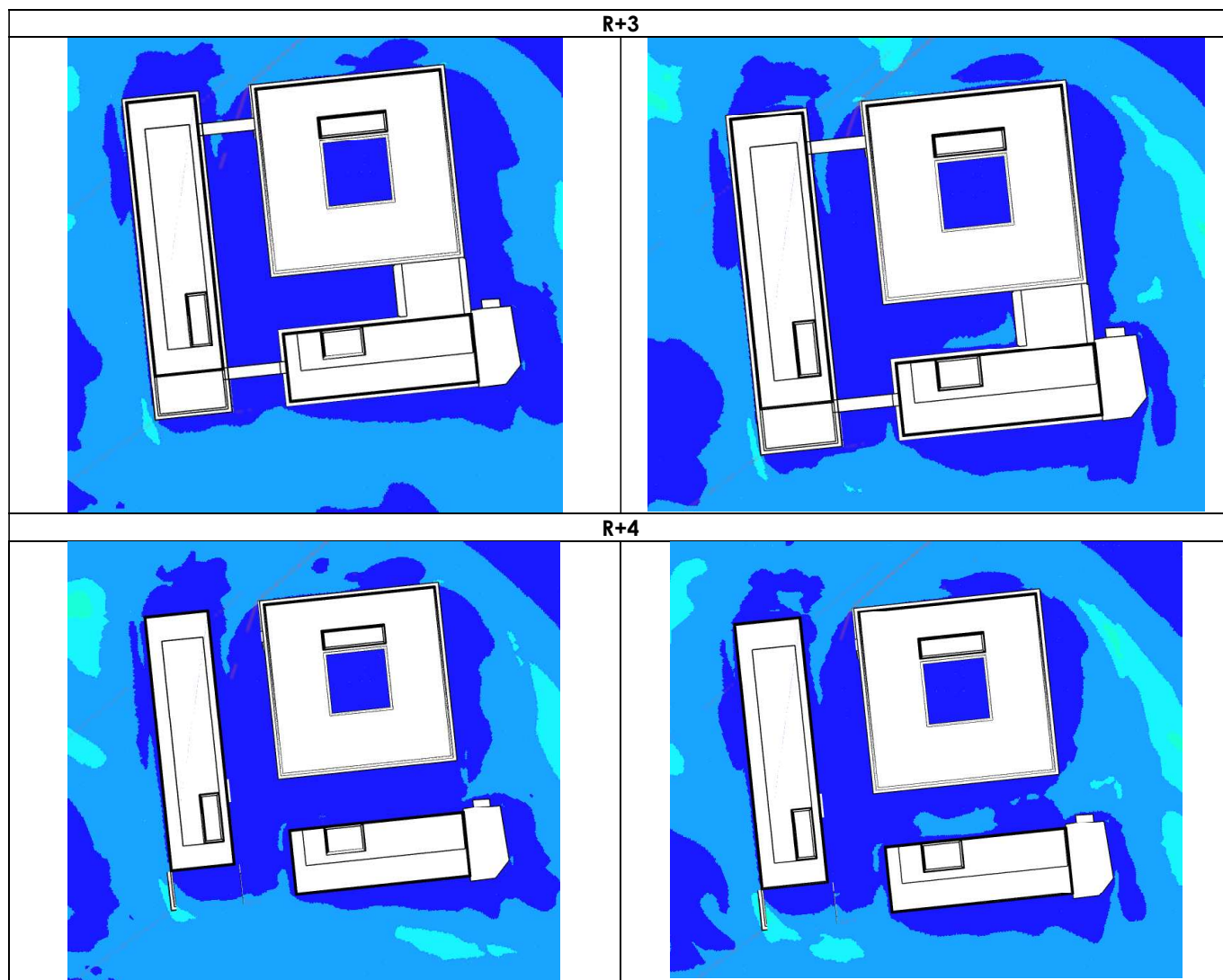
Stores toiles Classe 2 : Vitesse max 38 km/h (10,6 m/s)





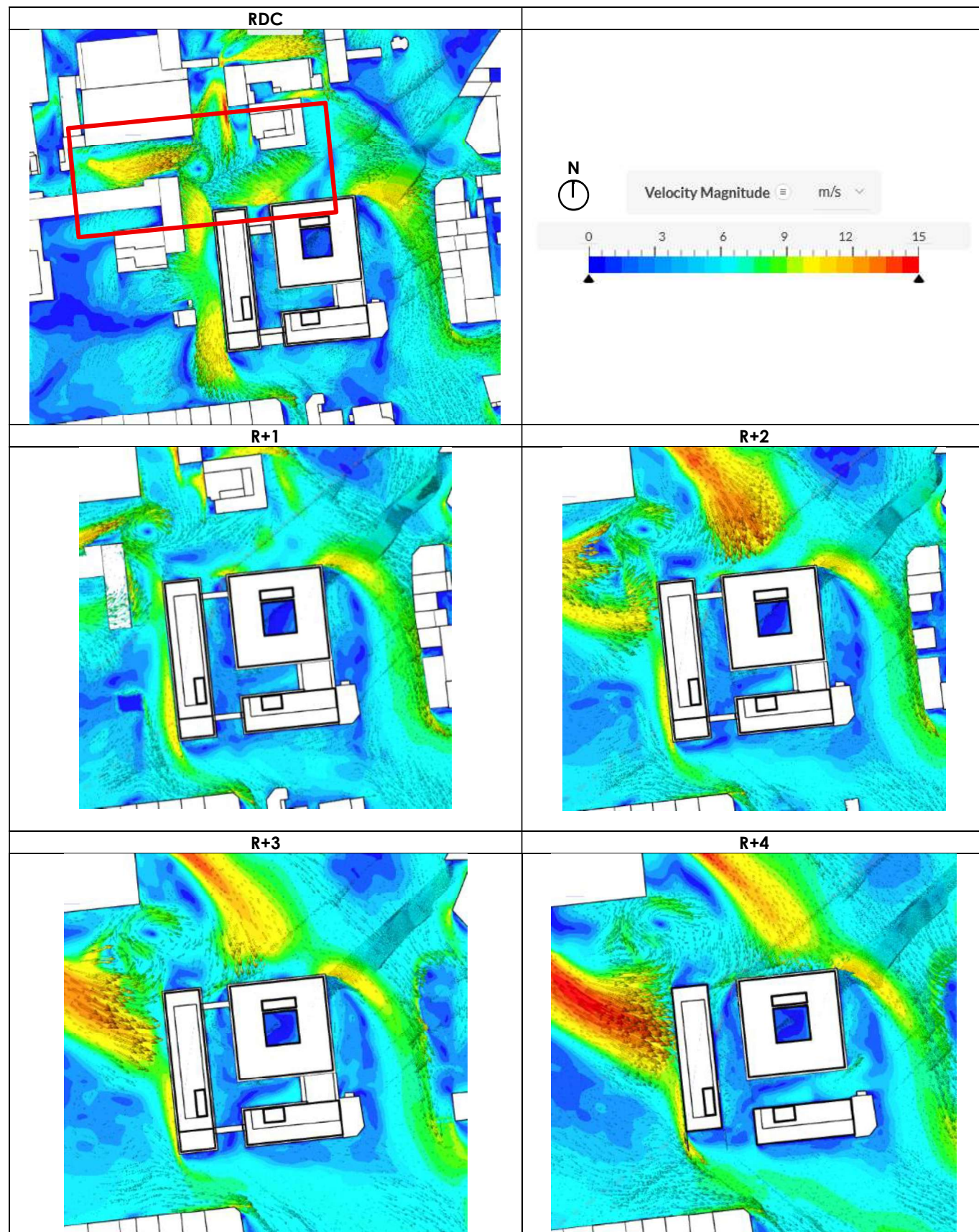
Stores toiles Classe 3 : Vitesse max 48 km/h (13,3 m/s)



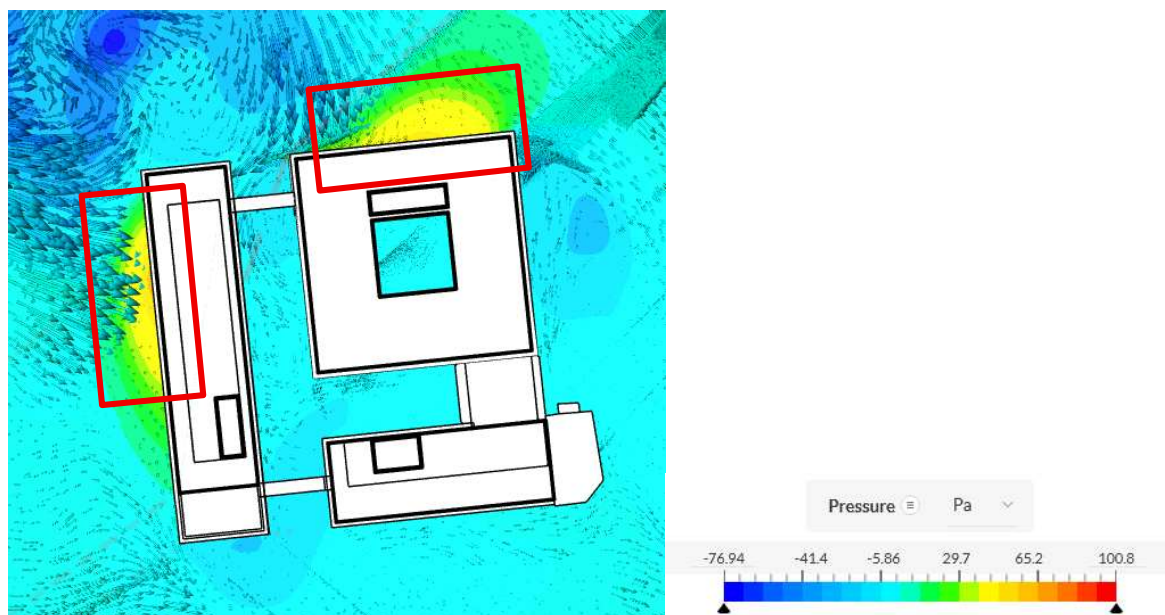


4.2. IDENTIFICATION DES SECTIONS DE FACADE LES PLUS EXPOSEES

Analyse du Mistral, vent du Nord-Ouest (315°). Amplitude des vitesses de vent (m/s).



Pression sur les façades (Pa) en R+3.



La partie Nord de la façade Ouest et la partie Est de la façade Nord sont les sections les plus exposées au Mistral. Elles sont soumises à des vents forts perpendiculaires à la façade, impliquant des points de surpression. Le RDC et le R+1 sont plus protégés (grâce aux bâtiments environnants) que les étages supérieurs.

Au niveau du sol, l'écoulement du vent venant du Nord-Ouest est très turbulent au nord du bâtiment, pouvant générer beaucoup d'inconfort piéton. Le RDC ouvert du bâtiment est protégé des vents forts et turbulents.