

Les Cascades, Caen (14)

Projet immobilier mixte



Mémoire de réponse

A l'avis de la Mission Régionale d'Autorité Environnementale Normandie

Avis délibéré n° MRAe 2025 - 5711



Mai 2025

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	3
2	QUALITE DE LA DEMARCHE D’EVALUATION ENVIRONNEMENTALE ET DE LA MANIERE DONT ELLE EST RETRANSCRITE.....	3
2.1	JUSTIFICATION DU PROJET ET EFFETS CUMULES	3
2.2	QUALITE DU DOSSIER	7
3	ANALYSE DE LA PRISE EN COMPTE DE L’ENVIRONNEMENT ET DE LA SANTE HUMAINE PAR LE PROJET	7
3.1	L’EAU.....	7
3.1.1	<i>La gestion des risques inondation</i>	<i>7</i>
3.1.2	<i>La gestion des eaux pluviales</i>	<i>16</i>
3.1.3	<i>La consommation en eau potable.....</i>	<i>19</i>
3.1.4	<i>Assainissement des eaux usées.....</i>	<i>21</i>
3.2	LA SANTE HUMAINE	22
3.2.1	<i>La qualité de l’air.....</i>	<i>22</i>
3.2.2	<i>Émissions de gaz à effet de serre – GES et adaptation aux effets du changement climatique.....</i>	<i>25</i>
3.2.3	<i>Nuisances sonores.....</i>	<i>30</i>
3.2.4	<i>Pollution des sols.....</i>	<i>32</i>
3.3	LA BIODIVERSITE ET LE PAYSAGE.....	34
3.3.1	<i>La biodiversité</i>	<i>34</i>
4	ANNEXES.....	49

1 Préambule

Le projet de construction de l'ensemble immobilier mixte « Les Cascades » composé de bureaux, de logements et de commerces à l'entrée sud-est de Caen (14), a fait l'objet d'un examen au cas par cas au titre des rubriques n°39 et n°41 annexés à l'article R. 122-2 du code de l'environnement, suite auquel une décision en date du 02 septembre 2022 le projet a été soumis à évaluation environnementale par l'autorité environnementale.

La MRAe Normandie a été consultée le 15 janvier 2025 afin de donner son avis sur la qualité de l'étude d'impact présentée dans le cadre de cette évaluation, et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Cet avis a été émis le 13 mars 2025 sous le numéro 2025-5711.

L'article L122-1 du code de l'environnement précise que l'avis de l'autorité environnementale doit faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage. C'est l'objet du présent document, qui répond point par point aux recommandations émises.

2 Qualité de la démarche d'évaluation environnementale et de la manière dont elle est retranscrite

2.1 Justification du projet et effets cumulés

L'autorité environnementale recommande de compléter l'étude d'impact en précisant le processus de concertation mis en œuvre et la manière dont il en a été tenu compte dans la définition du projet.

L'article L. 103-2 du Code de l'urbanisme n'impose pas la réalisation d'une concertation préalable avec le public pour ce projet privé. Cependant, un processus de co-construction a été mis en place afin de garantir la pertinence et la cohérence du projet avec les attentes locales et les enjeux de développement urbain durable. Ce processus a inclus une concertation continue avec les différentes parties prenantes, telles que les services de la Ville de Caen, Caen la Mer, les experts techniques et les partenaires institutionnels.

Depuis 2020, une soixantaine de réunions ont été organisées afin d'assurer une conception collégiale et concertée du projet. Ce processus a permis d'intégrer les attentes des différentes parties prenantes, garantissant ainsi un projet cohérent, aligné avec les ambitions urbaines et architecturales du territoire.

Dès la phase de définition du cahier des charges, des réunions régulières ont été tenues avec les services de la Ville de Caen et Caen la Mer, soit 11 réunions entre le 12 février 2020 et le 17 décembre 2020, permettant de définir les objectifs principaux du projet : objectifs urbanistiques et architecturaux, objectifs en termes d'image, objectifs environnementaux, énergétiques et techniques, objectifs en termes de qualité d'usage et de confort.... Elles ont également permis de calibrer les besoins programmatiques pour les différents usages

projetés (bureaux, logements, commerces stationnement, espaces extérieurs, ...). Durant cette phase, deux comités de pilotage avec les élus de la ville ont été organisés afin de valider les différents principes arrêtés. La sélection et l'audition des candidats pour la maîtrise d'œuvre a été menée avec les élus en février et avril 2021. L'agence Petitdidier Prioux a en particulier été retenue pour son approche contemporaine et sa philosophie autour du « 101^e clocher », une tour de logements inspirée des anciens clochers de Caen, s'intégrant dans l'axe historique des églises Saint-Pierre et Saint-Jean.

En phase de conception architecturale, les élus et services municipaux ont été impliqués de manière continue, avec une quarantaine de temps d'échanges (réunions, ateliers...) entre juin 2021 et décembre 2024, sur toutes les étapes de conception (Esquisse, Avant-projet sommaire (APS), Avant-projet définitif (APD), élaboration du permis de construire). Cela a permis d'affiner les orientations du projet, et de valider les principes sur des thématiques spécifiques (gestion des déchets, aménagement des espaces extérieurs,...). Des Comités de Pilotage ont été mis en place pour faire valider aux élus chaque phase de conception.

Le projet a également bénéficié de l'expertise de nombreux acteurs. Le service d'urbanisme de la ville avec la présence de leur architecte-conseil des Bâtiments de France (ABF) ont accompagné la réflexion sur l'intégration du projet dans son environnement urbain (ateliers esquisses en 2021, réunions avec l'Architectes des Bâtiments de France (ABF) en 2022, 2023 et 2024). Les services de sécurité ont été associés aux réflexions, notamment via des réunions avec le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS).

Par ailleurs, il est à noter que le projet « Les Cascades » s'inscrit dans le cadre du PIM (Projet d'Intérêt Majeur) Caen Presqu'île pour lequel une enquête publique a été menée en 2018. De plus, afin que les orientations de l'OAP Montalivet soient compatibles avec les projets d'aménagement du secteur dont le projet Les Cascades, une modification n°8 du PLU de Caen a été engagée le 6 juillet 2023. Suite à l'enquête publique qui s'est déroulée en 2024, un avis favorable du commissaire enquêteur a été rendu le 28 mai 2024. Ainsi, ces deux procédures ont offert aux habitants la possibilité de participer activement au processus décisionnel, en exprimant leurs observations et suggestions concernant le développement urbain de leur environnement

Elle recommande également de préciser le processus itératif suivi pour retenir le projet visant à préserver l'environnement et la santé humaine.

Le projet a été conçu à partir d'un ensemble de principes directeurs sur lesquels le projet devait s'appuyer. Sur le plan urbanistique et architectural, les objectifs repris dans le cahier des charges étaient clairs : la qualité de l'implantation représentait un enjeu essentiel, tant en termes d'organisation urbaine que d'approche bioclimatique. À cet égard, l'orientation et la compacité du bâti, la disposition des constructions, ainsi que l'organisation des dessertes et des espaces verts ont été conçues pour optimiser les ressources du site.

Le projet a pris en compte les caractéristiques spécifiques du terrain, telles que la topographie de la parcelle, le patrimoine végétal existant, la présence éventuelle de masques, ainsi que l'optimisation de l'orientation vers le sud, l'exposition au vent et au bruit, et les ressources locales en énergie. La morphologie urbaine du quartier, ainsi que l'offre de services et de transports, ont également été intégrées dans la réflexion.

Le projet résulte ainsi de la convergence de ces différentes considérations, permettant d'assurer une insertion urbaine et environnementale optimale. La qualité de traitement des espaces extérieurs constitue un axe stratégique de l'intégration du programme, favorisant l'appropriation du lieu par les habitants et les usagers, dans le respect du contexte géographique et urbain du site.

Plus spécifiquement, en termes de qualité d'usage et de confort, le projet a intégré plusieurs impératifs visant à assurer le bien-être des occupants. Parmi ces priorités :

- Veiller au confort thermique et hygrothermique des locaux en toutes saisons, été comme hiver ;
- Garantir un confort visuel optimal en favorisant l'éclairage naturel et en le complétant par un éclairage artificiel performant;
- Assurer un bon confort acoustique pour les bureaux et logements en limitant les nuisances sonores (bruits d'équipements, bruits d'impacts, bruits aériens, bruits de chocs...) provenant de l'intérieur et de l'extérieur des bâtiments ;
- Préserver la qualité de l'air intérieur en limitant les émissions de composés organo-volatils, afin de garantir la santé des occupants ;

Comme évoqué précédemment, le développement du parti d'aménagement du projet a reposé sur un processus de co-conception impliquant l'ensemble des parties prenantes à toutes les phases de conception. Cette démarche a permis d'affiner progressivement le projet, en particulier sur les aspects liés à l'organisation spatiale, au cadre de vie, à la biodiversité, à l'efficacité énergétique et au développement des énergies renouvelables.

Un travail spécifique a en particulier été mené sur **les espaces extérieurs**, jugés insuffisamment développés dans les premières esquisses. Dès les premières phases, la création d'espaces végétalisés de pleine terre a été actée par les élus pour renforcer la présence de la nature en ville et améliorer la qualité du cadre de vie sur un site initialement artificialisé et dépourvu d'intérêt écologique. Cependant la position des espaces bâtis a évolué de manière à **regrouper afin de libérer un espace central généreux** destiné à accueillir un jardin central, une aire de jeux et un jardin de traverse.

Un des sujets majeurs des échanges a porté sur l'accessibilité de ce jardin, avec la volonté affirmée de le rendre **ouvert au public**. Ce choix vise à permettre à un plus grand nombre de personnes de bénéficier de cet espace de nature en cœur de ville. Dans un contexte de réchauffement climatique, cette décision s'inscrit pleinement dans la stratégie de résilience du territoire. Le jardin ouvert au public offrira non seulement un lieu de détente et de rencontre pour les habitants, mais également un espace permettant de se rafraîchir lors des périodes de chaleur.

Concernant **la gestion des eaux pluviales**, les premières esquisses prévoyaient des ouvrages situés sous les bâtiments. Toutefois, en raison de contraintes techniques et afin de limiter l'impact sur le sous-sol, et sur la nappe en accord avec la ville ces ouvrages ont été repositionnés dans le jardin central.

Sur le plan de **la santé humaine**, **l'abandon du projet de bosquet comestible** a été décidé à la suite des investigations menées sur les sols, qui ont révélé la présence de **polluants**, notamment des hydrocarbures et des métaux. Le plan de gestion établi interdit ainsi la plantation d'arbres fruitiers et la réalisation de jardins potagers en pleine terre dans les zones affectées par des éléments traces.

En matière de **stationnement**, la conception a évolué dès les premières esquisses afin de limiter l'emprise au sol des infrastructures dédiées aux véhicules. Le choix d'un parking silo s'est imposé pour réduire l'impact spatial du stationnement et minimiser la présence de la voiture dans le quartier. De plus, la ville et Caen la Mer ont exprimé la volonté de limiter le nombre d'accès au parking afin de préserver la fluidité du réseau viaire existant. Cette approche est cohérente avec l'accessibilité actuelle et future du site par les transports en commun (bus et tramway), qui encourage les déplacements alternatifs à la voiture individuelle.

Le projet a intégré les évolutions réglementaires **en matière énergétique**, en passant du respect de la RT2012 à la RE2020. De plus, un système de climatisation classique était prévu pour les bureaux, mais une approche bioclimatique a conduit à repenser l'architecture du projet pour s'en affranchir. Une simulation thermique dynamique (STD) a permis de valider la mise en place de protections solaires extérieures empilables et orientables pour les bureaux, garantissant ainsi le confort d'été sans surconsommation énergétique. Le maintien du confort thermique est assuré sans nécessité d'ouvrir les fenêtres, ce qui permet d'éviter l'exposition des usagers aux nuisances sonores liées à l'environnement urbain.

Enfin, concernant les **énergies renouvelables**, les premières esquisses prévoyaient l'installation de panneaux photovoltaïques sur l'ensemble des toitures, ainsi que de plusieurs éoliennes au sommet de la tour. Cependant, au regard des conclusions de l'étude en faisabilité d'approvisionnement en énergie, l'implantation d'une chaufferie biomasse s'est imposée, réduisant ainsi les besoins en panneaux solaires. Par ailleurs, les éoliennes ont été abandonnées en raison de contraintes techniques, notamment les risques en matière de sécurité incendie et les nuisances sonores qu'elles pourraient engendrer pour le voisinage.

Elle recommande enfin de comparer les solutions de substitution raisonnables étudiées et de justifier, au regard des impacts sur l'environnement et la santé humaine, le choix du site d'implantation retenu.

Aucune solution de substitution n'a été étudiée pour ce projet qui s'inscrit dans un secteur de Caen en pleine transformation urbaine depuis près de 20 ans. Le choix de ce site d'implantation permet d'optimiser l'usage du foncier existant tout en contribuant activement à la dynamique de renouvellement urbain du secteur.

En effet, dans le cadre de la politique nationale du zéro artificialisation nette (ZAN) et afin de préserver au maximum les terres agricoles, le développement urbain est privilégié dans le tissu urbain existant par des opérations de renouvellement ainsi que des opérations présentant une plus grande densité que les opérations antérieures. Le projet répond à cette nécessité en proposant une densification en centre-ville sur des terrains recyclés, et déjà imperméabilisés.

Depuis l'élaboration de son PLU en 2013, la ville de Caen a identifié les espaces du secteur de Montalivet comme pouvant accueillir des constructions de grande ampleur, à l'image de l'opération des Rives de l'Orne, grâce à leur proximité avec les équipements, services et mobilités alternatives à l'automobile de l'hypercentre.

2.2 Qualité du dossier

L'autorité environnementale recommande de joindre à l'étude d'impact toutes les annexes auxquelles il est fait référence.

Les pièces jointes de l'étude d'impact, ainsi que les documents complémentaires réalisés dans le cadre du mémoire de réponse, sont annexés au présent document et listés au paragraphe 4.

3 Analyse de la prise en compte de l'environnement et de la santé humaine par le projet

3.1 L'eau

3.1.1 La gestion des risques inondation

L'autorité environnementale recommande d'approfondir les études portant sur l'adaptation du projet face aux risques d'inondation, en tenant compte des scénarios aggravants prévisibles, notamment afin de garantir la transparence hydraulique du projet.

Le projet Les Cascades, est considéré comme faisant partie de l'hypercentre de Caen et à proximité d'équipements stratégiques (gare, services publics...), dont la question de la protection face aux risques inondations est essentielle. Cette protection sera assurée dans le cadre des réflexions et des aménagements qui seront conduits par les institutions publiques, dont les collectivités.

Plusieurs projets et études prospectives sont déjà en cours sur le territoire. Parmi ceux-ci figurent le programme « Adapto » mené sur l'estuaire de l'Orne par le Conservatoire du littoral, l'initiative régionale « Notre Littoral pour demain » à laquelle Caen la Mer est associée, le Programme d'Action de Prévention contre les Inondations (PAPI) en cours d'élaboration par le Syndicat Mixte de Lutte contre les Inondations sur le bassin versant de l'Orne, l'étude « Rivages 2100 » conduite par l'université de Rennes, ou encore de l'étude du fonctionnement hydraulique global de l'Orne dans sa basse vallée dans le cadre d'une maîtrise d'ouvrage partagée entre la communauté urbaine et l'Etat.

Ces différentes études amorcent les réflexions et actions qui concourront à préciser les aléas et les risques, à définir les stratégies à conduire pour réorganiser, déplacer ou protéger progressivement les installations et occupations humaines, présentes dans la basse vallée de l'Orne à l'horizon 2100.

Cependant, à ce jour, le projet respecte les règles du PPRm approuvé en 2021, qui constitue le document actuellement opposable en matière de prévention du risque inondation, et qui prend en compte les deux aléas potentiels identifiés dans le secteur : les crues de l'Orne et la submersion marine.

En particulier, ce document précise que le niveau d'eau qui serait atteint au droit du site des Cascades, en cas d'évènement centennal, est de 5.03 mNGF. Or, l'altitude actuelle du site est comprise entre environ 5.30m et 6.30m, le terrain serait donc hors d'eau.

Les aménagements extérieurs qui seront réalisés dans le cadre du projet respecteront le niveau actuel. De plus, les côtes rez-de-chaussée des bâtiments sont prévues à une altitude qui est au minimum de 5m48, et

les premiers planchers fonctionnels (logements, bureaux) seront à une côte minimale de 9.28m. Les futurs occupants seront donc en sécurité.

Les risques aggravants liés au débordement de l'Orne seraient essentiellement dus à une défaillance des ouvrages de protection qui ont été réalisés entre 2000 et 2005, et que le PPRm de 2021 prend en compte.

Il s'agit : de la création de plusieurs chenaux, du déversoir du Maresquier, du reprofilage du lit de l'Orne, et de la construction de digues de protection dans certains secteurs vulnérables.

Les modélisations qui avaient été réalisées pour le PPRI de 1999 ne les prenaient pas en compte, et aboutissaient à un niveau d'eau au droit du projet de 5.90 mNGF.

Or, si les digues peuvent se rompre, il semble peu probable que les autres aménagements tels que les chenaux ou le déversoir deviennent défaillants.

Le niveau de crue centennale pourrait donc être compris entre 5.03 et 5.90m. Des nouvelles modélisations sont en cours dans le cadre de la révision du PPRm, qui permettront de le déterminer plus précisément.

Dans tous les cas, comme indiqué ci-dessus, les premiers planchers fonctionnels des bâtiments se situent à une côte largement supérieure, garantissant la sécurité des usagers.

Le risque aggravant lié à la submersion marine est plutôt lié à la montée du niveau de la mer, du au changement climatique.

Des modélisations hydrauliques ont été réalisées en ce sens dans le cadre de la ZAC Nouveau Bassin, située de l'autre côté de l'Orne, par Sogeti Ingénierie (cf. Annexe 7). Elles montrent qu'en cas de grande marée (coef supérieur à 110), et avec une élévation des mers de 1m (prévision du GIEC à échéance 100 ans), la quasi-totalité de la presqu'île de Caen serait inondée. Toutefois, **le terrain du projet Les Cascades ne serait pas inondé**. En effet, le niveau d'eau attendu pour un tel événement est de 5,22 m, tandis que le point le plus bas du terrain du projet est d'environ 5,30 m.

La figure suivante met en évidence les zones du secteur d'étude situées sous le niveau d'eau estimé à Caen, en intégrant la hausse du niveau marin ainsi que le delta de hauteur d'eau entre Ouistreham et Caen. Il en ressort que **le projet Les Cascades n'est donc pas concerné par le risque de submersion marine**.

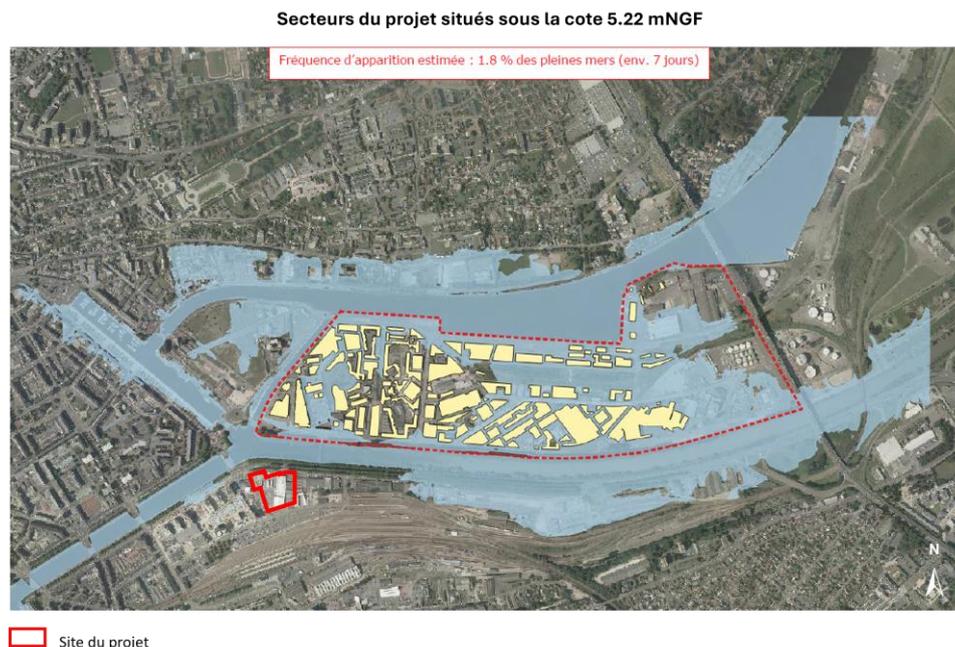


Figure 1: Secteurs du projet situés sous la cote 5.22 mNGF (Source : Notice hydraulique sur l'impact de l'élévation du niveau de la mer sur le secteur du Nouveau Bassin – Sogeti Ingenierie – mai 2023)

Concernant la transparence hydraulique du projet :

En prenant l'hypothèse du niveau de crue à 5.03m NGF, le projet n'aurait pas d'impact sur la transparence hydraulique nécessaire à la crue.

En prenant l'hypothèse majorante d'un niveau de crue à 5.90 mNGF:

La partie des bâtiments nouveaux situés dans la zone inondable représenterait une superficie de 1372 m². Or des bâtiments étaient déjà présents dans ce secteur au moment où les modélisations ont été réalisées : maison du vélo, démolie en 2024 ; et entrepôt Point P, démolie en 2021). Ils représentaient une surface dans la zone inondable de 1153 m².

La différence entre les deux (surface soustraite à la crue), est donc de 219 m², avec une hauteur variant de 0 à 0,60.... Donc en première approche un volume inférieur à 100 m³.

Au regard du fait que l'hypothèse retenue pour ce calcul peut être considérée comme majorante, la DDTM a accepté de considérer qu'aucune mesure de compensation n'était nécessaire.

Elle recommande de définir les mesures d'évitement, de réduction voire de compensation adaptées et proportionnées afin d'assurer, la sécurité des biens et des personnes face aux risques d'inondation.

Pour l'aléa débordement de l'Orne, d'après le PPRM de la basse vallée de l'Orne approuvé en 2021, le projet fait l'objet d'un zonage réglementaire bleu B4.

Nous reprenons ci-dessous un extrait du règlement applicable : « *les nouveaux Etablissements Recevant du Public (ERP) devront être implantés à 0,20 mètre au-dessus de la cote de référence sauf pour les ERP de catégorie 1 de type N et M en zone B4 qui pourront comporter un seul niveau de sous-sol. Le plancher et les*

accès du rez-de-chaussée de ces derniers ERP devront être implantés à 0,20 mètre au-dessus de la cote de référence. »

La conception du projet respecte les dispositions constructives du règlement du PPRM de la Basse Vallée de l'Orne. Afin d'assurer, la sécurité des biens et des personnes face aux risques d'inondation, sur certains points le projet va même au-delà de certaines dispositions puisqu'aucune construction en sous-sol n'est prévue, et tous les niveaux fonctionnels sont situés au premier étage, soit à une altitude minimale de 9.28mNGF. En effet aucun logement, ni bureau ne sera implanté en rez-de-chaussée.

A noter également que la partie haute du terrain est raccordée à l'avenue Pierre Mendès France, qui est à une altitude de 6.00mNGF environ au droit du site. De plus les entrées du bâtiment ABC PK, situées côté avenue Pierre Mendès France, se trouvent à une altitude de 6,37 m NGF. En cas de besoin, une évacuation vers cette voie sera donc toujours possible.

L'autorité environnementale recommande d'analyser l'incidence du rabattement de la nappe lors de la phase travaux et de prévoir des mesures visant à éviter ou réduire les prélèvements sur la masse d'eau du Bajo-Bathonien de la plaine de Caen et du Bessin, classée en ZRE.

Une étude hydrogéologique a été menée en janvier 2024 afin de d'évaluer les volumes d'exhaure nécessaires à la mise en place des bassins de rétention des eaux pluviales recueillies sur les toitures des bâtiments, et du système de fontainerie ; ainsi que d'évaluer les impacts de ces pompages à proximité du site. Cette étude jointe en annexe 8 a été actualisée en mars 2025 afin de prendre en compte le déplacement des ouvrages de rétention au pied des bâtiments.

Pour répondre à l'avis de l'autorité environnementale, elle a également été complétée par une analyse de l'incidence du rabattement de nappe qui sera réalisée temporairement en phase chantier et en deux tranches, sur la masse d'eau du Bajo-Bathonien de la plaine de Caen et du Bessin, classée en classée en Zone de Répartition des Eaux (ZRE). Nous re prenons ci-dessous des extraits de cette étude.

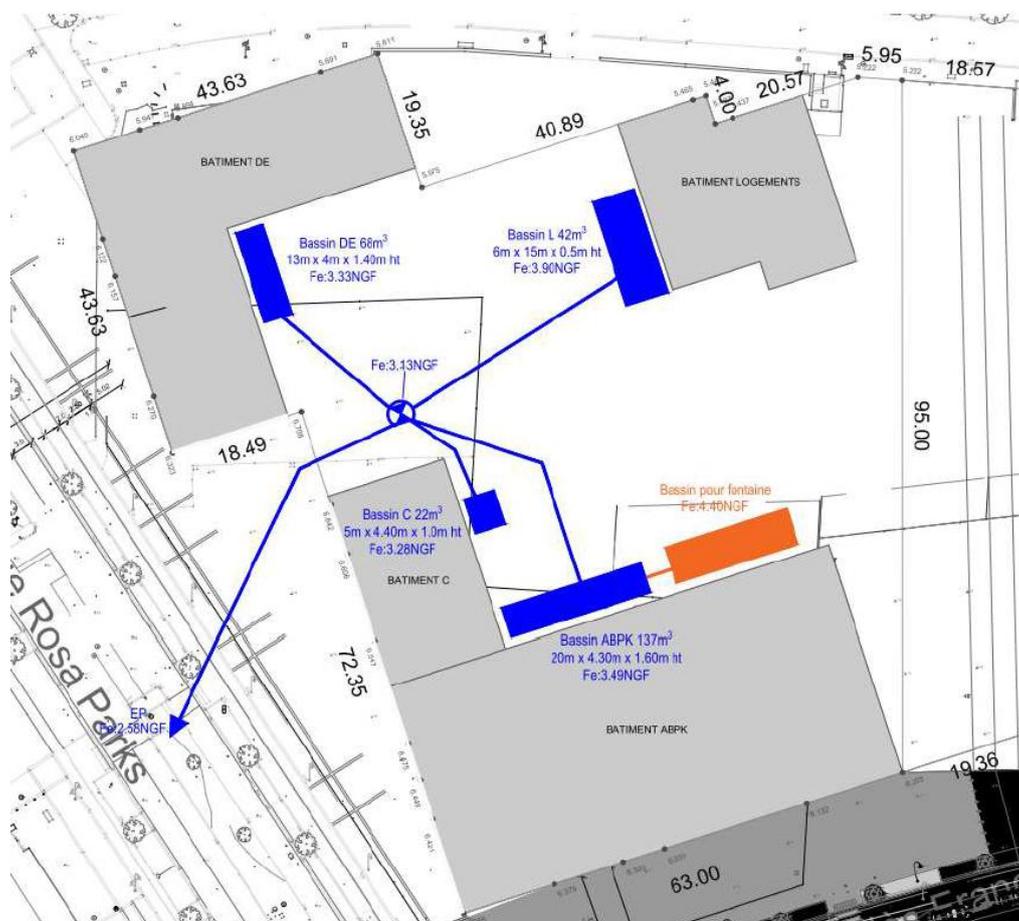


Figure 2: Implantation des bassins de rétentions des eaux de toiture des bâtiments
 (Source : Notice assainissement – gestion des eaux pluviales - permis de construire décembre 2024)

Estimation des volumes d'exhaure

- Pour les bassins de gestion des bâtiments

Afin de calculer un volume d'exhaure, il a été pris comme hypothèse de temps de réalisation le temps de réalisation des fondations de chacun des bâtiments, soit 65 jours. Cette hypothèse surestime les volumes puisque le temps de réalisation des bassins est en réalité inférieur à la construction de l'ensemble des fondations.

	Bassin ABPK	Bassin C	Bassin DE	Bassin L
Temps de pompage pour réalisation (jours)	65	65	40	60
Volume maximal (m ³)	4076,72	2350,16	2290,92	2463,55
Volume minimal (m ³)	0,00	0,00	0,00	0,00
Volume moyen (m ³)	981,86	703,43	695,41	6,67

Figure 3: Récapitulatif des volumes d'exhaure pour chaque bassin des bâtiments

- Pour la mise en place du bassin de la fontainerie

Afin de calculer un volume d'exhaure, le temps nécessaire de pompage a été estimé à 15 jours.

	Bassin Fontainerie
Temps de pompage pour réalisation (jours)	15
Volume maximal (m ³)	274,46
Volume minimal (m ³)	0,00
Volume moyen (m ³)	0,00

Figure 4: Récapitulatifs des volumes d'exhaure pour le bassin de la fontainerie

- Bilan des volumes d'exhaure

Les travaux de constructions sont prévus en 2 tranches :

- Livraison de la 1ère tranche (bâtiments ABC + Parking + Bâtiment L) au 1^{er} trimestre 2028 ;
- Livraison de la deuxième tranche (bâtiments DE) au 1^{er} trimestre 2029.

Le tableau ci-dessous détail les volumes d'exhaure pour chacune des tranches.

	Tranche 1	Tranche 2
Volume maximal (m ³)	9164,88	2290,92
Volume minimal (m ³)	0,00	0,00
Volume moyen (m ³)	1691,96	695,41

Figure 5: Récapitulatif des volumes d'exhaure des bâtiments par tranche

Résultats sur la nappe d'accompagnement

Avec une perméabilité de $1,95 \cdot 10^{-5}$ m/s les rayons d'action engendrés sur la nappe d'accompagnement sont les suivants.

	Rabattement maximum (m)	Rabattement minimum (m)	Rabattement moyen (m)	Rayon d'action maximum	Rayon d'action minimum	Rayon d'action moyen
Bassin ABPK	1,48	0	0,41	19,61	0	5,48
Bassin C	1,69	0	0,62	22,39	0	8,26
Bassin DE	1,64	0	0,57	21,73	0	7,60
Bassin L	1,07	0	0,00	14,17	0	0,00
Bassin fontainerie	0,57	0	0,00	7,55	0	0,00

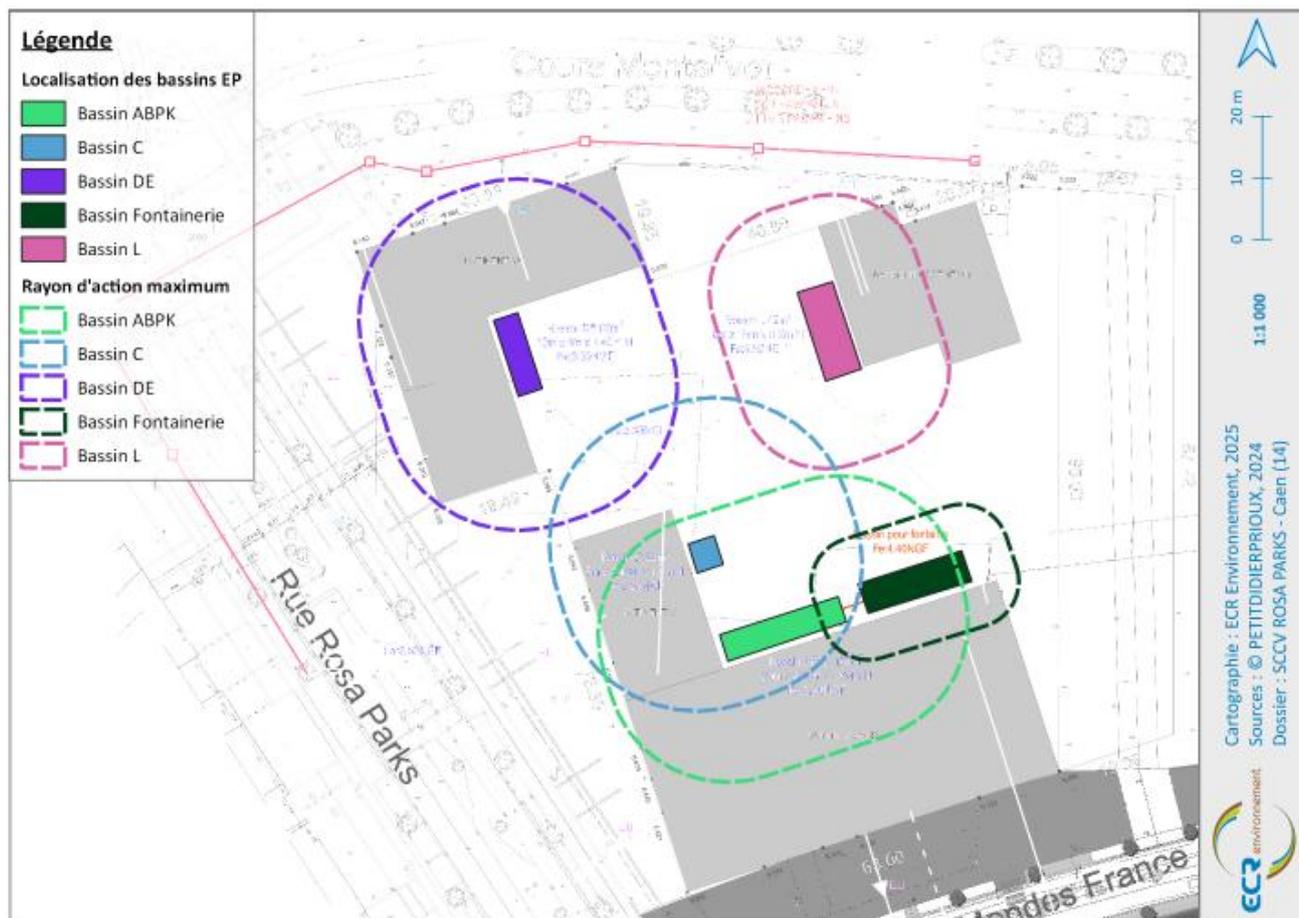


Figure 6: Visualisation des rayons d'action maximum sur la nappe d'accompagnement de l'Orne
(Source : Etude hydrogéologique – ECR Environnement – mars 2025)

Résultats sur la nappe du bathonien

La nappe du bathonien, répertoriée en ZRE, est en lien hydraulique avec la nappe d'alimentation de l'Orne dans laquelle auront lieu les pompages en phase chantier.

Afin d'estimer l'impact de ces pompages sur la nappe du bathonien, les hypothèses suivantes, issues de la fiche de caractérisation de la Masse d'eau HG308 « Bathonien-Bajocien de la plaine de Caen et du Bessin » écrite par le BRGM et l'Agence de l'eau Seine-Normandie, ont été retenues :

- Transmissivité (T) : 0,1 m²/s (vallées calcaires plus fissurées et plus perméables que les plateaux) ;
- Coefficient d'emmagasinement (S) : 3.10⁻² (partie libre de l'aquifère)
- Epaisseur de l'aquifère du bathonien au droit du site (b) : 15 m (source : Atlas hydrogéologique du Calvados de 2007, BRGM)
- Le débit appliqué dans la nappe du bathonien sera égale au débit pompé dans la nappe d'accompagnement (hypothèse sécuritaire)

La perméabilité appliquée est de 1,5 m/s ($K = T \times b$).

	Rabattement maximum (m)	Rabattement minimum (m)	Rabattement moyen (m)	Rayon d'action maximum	Rayon d'action minimum	Rayon d'action moyen
Bassin ABPK	1,48	0	0,41	5437,87	0	1518,68
Bassin C	1,69	0	0,62	6209,46	0	2290,27
Bassin DE	1,64	0	0,57	6025,74	0	2106,56
Bassin L	1,07	0	0,00	3931,43	0	12,25
Bassin fontainerie	0,57	0	0,00	2094,31	0	0,00

Figure 7: Récapitulatif des rayons d'action engendrés sur la nappe du bathonien par les différents rabattements de nappe autour des fouilles

Si l'on considère que l'ensemble des bassins de la tranche 1, la plus pénalisante, sont construits en même temps, le débit de pompage est donc de 6,59 m³/h soit 1,83.10⁻³ m³/s. L'hypothèse de temps de pompage est de 65 jours. Le rayon d'action maximum est de 6 490 m.

Le graphique suivant montre pour un pompage de 6,59 m³/h pendant 65 jours, le rabattement dans la nappe du bathonien en fonction de la distance au point de pompage.

Ce graphique montre que le rabattement est plus fort au niveau du point de pompage et s'atténue rapidement avec l'augmentation de la distance au point de pompage.

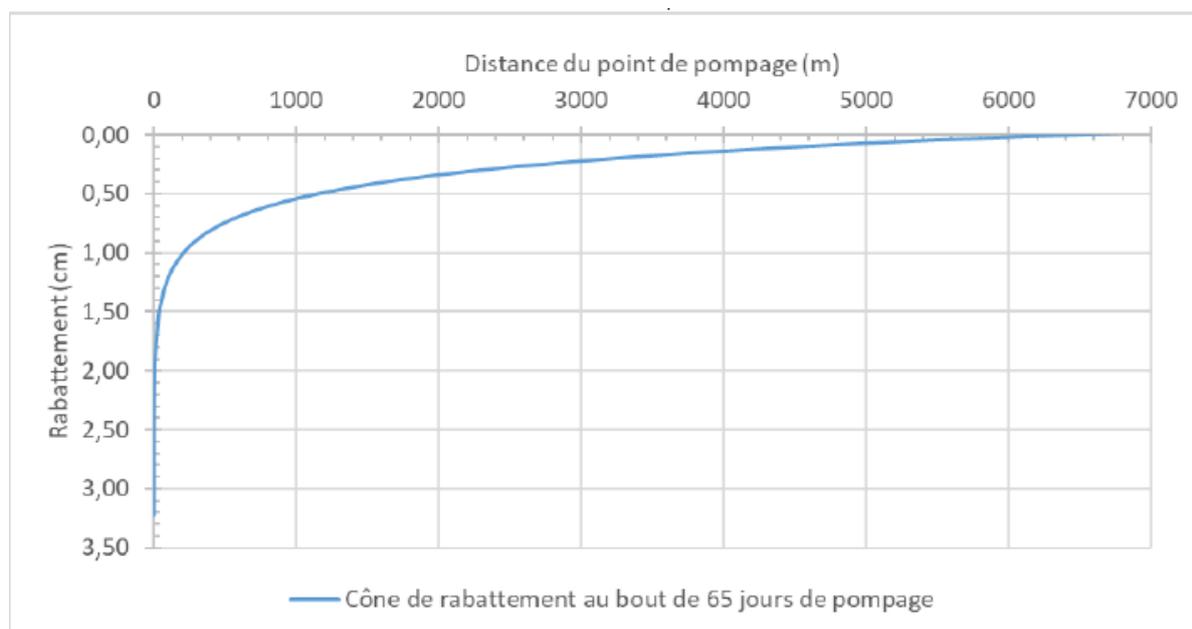


Figure 8: Rabattement de la nappe du bathonien après un pompage de 65 jours en fonction de distance au point de pompage

La figure suivante permet de mieux visualiser l'impact autour du point de pompage. Pour simplifier le calcul, il a été choisi de simuler le cas défavorable d'un seul point de pompage au centre du site avec un débit de 6,59 m³/h ce qui représente le maximum qui pourra être pompé sur le site en même temps.

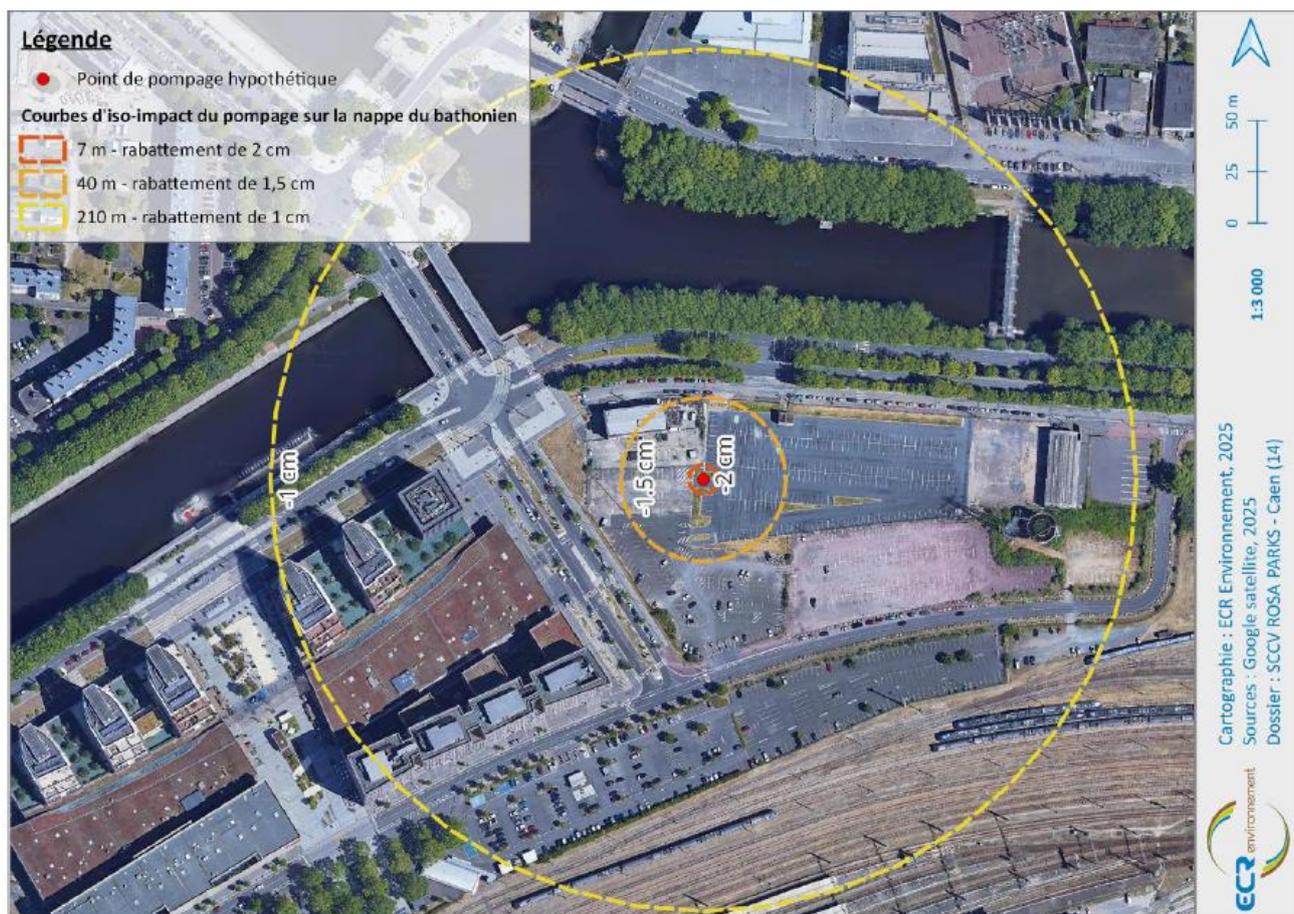


Figure 9: Visualisation des iso-impacts sur la nappe du bathonien après 65 jours de pompage à 6,59 m³/h
(Source : Etude hydrogéologique – ECR Environnement – mars 2025)

Dans ces conditions, l'impact du rabattement sur la nappe du Bathonien est donc jugé très faible, tant en ampleur qu'en durée :

- Amplitude du rabattement : au plus près du point de pompage, la baisse de niveau d'eau est estimée à environ 2 cm. Cette baisse diminue rapidement avec la distance : à environ 210 mètres, elle n'est plus que de 1 cm ;
- Durée du rabattement : l'abaissement du niveau de la nappe sera temporaire, limité à une durée maximale estimée de 65 jours.

De plus, il est à noter que les hypothèses retenues pour ce calcul correspondent au scénario le plus défavorable pour la nappe : surestimation de volumes d'exhaure, puisque le temps de réalisation des bassins est en réalité inférieur à la construction de l'ensemble des fondations ; hypothèse majorante de 65 jours de pompage car le temps de réalisation des bassins est en réalité inférieur à la construction de l'ensemble des fondations,...)

3.1.2 La gestion des eaux pluviales

L'autorité environnementale recommande de justifier l'absence d'impact du projet sur la masse d'eau souterraine réceptrice.

Le projet aura un impact quantitatif positif sur la recharge de la nappe. Actuellement, en raison de l'imperméabilisation du site, les eaux qui tombent sur le terrain s'écoulent intégralement dans le réseau d'eau pluviale existant. Le projet vise à **restaurer le cycle naturel de l'eau en favorisant l'infiltration d'une partie des eaux pluviales.**

Cependant, compte tenu de l'hétérogénéité des sols, d'une perméabilité moyenne de $1,95 \times 10^{-5}$ m/s, et de la présence de la nappe à une profondeur comprise entre 0.9 et 1.5 m, seule une partie des eaux pourra effectivement être infiltrée. Les principes retenus pour la gestion des eaux pluviales sont les suivants :

- Les eaux pluviales qui ruisselleront sur les surfaces minérales des espaces extérieurs sera dissociée de la gestion des eaux de toiture des bâtiments ;
- Les eaux pluviales qui ruisselleront espaces extérieurs seront acheminées gravitairement vers des espaces paysagers en creux situés dans le jardin central. Ces ouvrages permettront à la fois la rétention et l'infiltration des eaux. Une partie des volumes sera également rejetée vers le réseau public avec un débit de fuite régulé à 3 l/s/ha, conformément aux exigences du zonage eaux pluviales de Caen la Mer ;
- Les eaux de toitures seront collectées et dirigées vers quatre bassins de rétention enterrés au pied des bâtiments. Ces bassins assureront un stockage temporaire avant rejet au réseau public rue Rosa Parks, également avec un débit de fuite de 3 l/s/ha ;
- Le dimensionnement des ouvrages de rétention est basé sur une pluie de période de retour de 50 ans, conformément aux prescriptions du zonage eaux pluviales de Caen la mer.

Sur le plan qualitatif, la principale source de pollution potentielle dans les eaux de ruissellement sera liée à la circulation routière. Les eaux pourront être chargées en polluants (hydrocarbures, huiles, etc.). Toutefois, l'impact reste limité puisque le projet ne comporte qu'une seule voie de circulation, exclusivement destinée à l'accès au parking silo. Les eaux de ruissellement des espaces extérieurs seront **gérées dans des ouvrages superficiels paysagers** (espaces verts en creux). Ce type d'ouvrage permet de réduire significativement le transfert de polluants vers le sous-sol grâce à la **décantation des matières en suspension (MeS)**, qui est l'un des procédés les plus efficaces pour piéger les polluants.

En effet, les MeS sont les principaux vecteurs de la pollution des eaux de ruissellement : environ 87,5 % des métaux lourds et 86 % de la DBO5 y sont fixés. Or, près de 85 % de ces matières sont piégeables par décantation, ce qui permet de retenir la majorité des polluants dans les couches superficielles du sol, limitant ainsi leur infiltration vers la nappe.

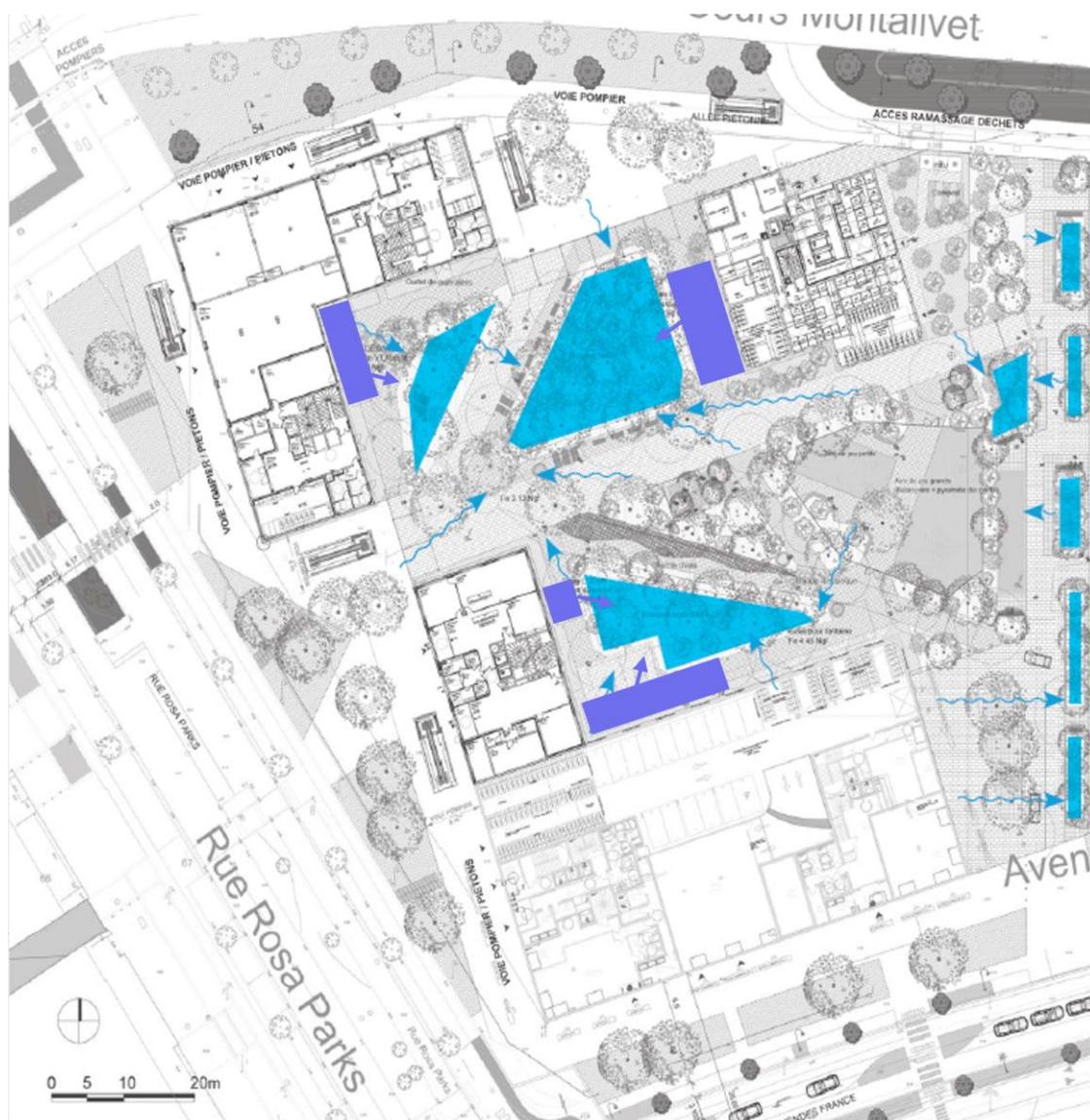
Par ailleurs, une partie des volumes d'eau pluviale sera rejetée vers le réseau public avec un débit de fuite régulé à 3 l/s/ha, conformément aux exigences du zonage eaux pluviales de Caen la Mer. Ce zonage prévoit, en cas de débit de fuite, de déconnecter un volume correspondant à une pluie courante (pluie retour 2 ans). Dans la conception du projet, les ouvrages superficiels paysagers, jouent ce rôle de décantation et répondent ainsi aux exigences qualitatives.

Par ailleurs, les investigations environnementales ont mis en évidence la **présence diffuse de métaux lourds (ETM)** dans les sols sur l'ensemble du site avec des teneurs significatives en cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc. Il convient toutefois de souligner que les analyses en éléments traces métalliques sur éluât, réalisées lors des investigations de 2022, ont révélé des teneurs toutes inférieures ou proches des limites de quantification du laboratoire, à l'exception de l'antimoine sur un sondage. Comme précisé dans le courrier de réponse émis en avril 2025 par ECR Environnement (cf. annexe 9), ***ces résultats indiquent que ces éléments métalliques présents dans les sols peuvent être considérés comme peu lixiviables dans l'emprise du site.*** Pour mémoire, un polluant est dit lixiviable lorsqu'il est susceptible d'être mobilisé par les eaux (pluviales ou souterraines) et de migrer vers les milieux aquatiques, notamment les nappes phréatiques. Une faible lixivibilité implique donc une très faible capacité des polluants à se dissoudre dans l'eau et à rejoindre les eaux souterraines.

Elle recommande également de démontrer que les systèmes de gestion des eaux pluviales envisagés sont adaptés aux évolutions prévisibles des conditions climatiques (augmentation du nombre et de l'intensité des phénomènes pluvieux) liées au changement climatique, et permettront d'assurer la sécurité des biens et des personnes.

Les évolutions climatiques attendues en Normandie, et notamment l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements pluvieux, ont été pris en compte dans la conception du projet afin d'assurer la sécurité des biens et des personnes. En effet **les bassins de rétention** enterrés, implantés au pied des bâtiments ont été dimensionnés pour une **pluie de retour 50 ans**. **En cas d'épisodes exceptionnels dépassant ce seuil, le nivellement général du site a été conçu pour orienter en priorité l'eau qui déborde des ouvrages vers des espaces paysagers en creux**, jouant un rôle tampon hydraulique. Ce principe permet de maîtriser les écoulements et d'éviter les impacts directs sur les bâtiments et infrastructures.

Par ailleurs, **une hauteur minimale de 30 cm de zone non saturée est prévue entre le fond des ouvrages et le toit de la nappe**. Ce dispositif vise à éviter tout refoulement d'eau par le fond des bassins en cas de remontée temporaire de la nappe.



- Espaces paysagers en creux
 Bassins de rétention enterrés
 (dimensionnés pour une pluie de retour 50 ans)
- Ruissellement des eaux pluviales qui tombent sur les espaces extérieurs, vers les espaces paysagers en creux
- Pour des pluies > 50 ans, ruissellement des eaux pluviales qui débordent des ouvrages, vers les espaces paysagers en creux

Figure 10: Principe de gestion des eaux pluviales

Elle recommande enfin que des dispositifs de récupération des eaux pluviales soient installés pour couvrir les besoins en eau non potable du secteur de projet notamment pour l'arrosage des jardins et des espaces verts, voire en matière d'utilisation pour les sanitaires des logements, bureaux et commerces.

Le projet Les Cascades intègre une palette végétale spécifiquement sélectionnée pour sa résilience au climat local. Les essences choisies pour les espaces extérieurs et les terrasses végétalisées sont majoritairement peu gourmandes en eau et adaptées aux périodes de sécheresse, ce qui, à l'exception de la période de plantation, limite les besoins en arrosage. En conséquence, la mise en place de cuves de récupération d'eaux pluviales exclusivement dédiées à cet usage n'a pas été retenue, au regard du faible volume d'eau requis et du bilan coût/bénéfice associé.

Une réflexion a été menée sur la possibilité d'installer un double réseau de plomberie dans les bâtiments, permettant l'utilisation des eaux pluviales pour les usages sanitaires (chasse d'eau des toilettes, etc.). Toutefois, cette solution n'a pas été retenue en raison de contraintes budgétaires et de risques sanitaires potentiels, notamment en cas de défaut d'entretien du système.

Par ailleurs, le projet s'inscrit dans une démarche pédagogique de sensibilisation à la préservation de la ressource en eau. À ce titre, un volume d'eau sera déconnecté du bassin de rétention collectant les eaux pluviales du bâtiment ABPK afin d'alimenter un dispositif de fontainerie. Ce « chemin d'eau pédagogique » sera activé manuellement par les usagers via un système de pompe. Pour permettre le fonctionnement de ce circuit fermé, une cuve dédiée de 120m³ est prévue. Celle-ci ne sera pas alimentée en eau potable lorsqu'elle sera vidée, renforçant ainsi le message éducatif autour de la gestion raisonnée de l'eau et de la valorisation des ressources pluviales.

3.1.3 La consommation en eau potable

Compte tenu de la raréfaction de la ressource en eau induite par le changement climatique et de l'augmentation prévisible des besoins en eau potable à moyen et long terme (2030-2050) sur l'ensemble du territoire desservi par le syndicat Eau du bassin caennais, l'autorité environnementale recommande de justifier l'adéquation des capacités des installations existantes avec les besoins futurs.

Comme précisé en page 348 de l'étude d'impact, un courrier en date du 9 août 2024 du syndicat Eau du Bassin Caennais atteste que, d'un point de vue distribution, le réseau dispose de capacités suffisantes pour assurer les débits générés par l'opération. Par ailleurs, s'agissant de la production d'eau potable, le syndicat précise, dans le cadre de la phase 1 de son schéma directeur eau potable, être en capacité d'approvisionner l'ensemble du territoire desservi jusqu'à l'horizon 2030.

De plus, selon un courrier du 18 avril 2024 du syndicat Eau du Bassin Caennais, dans le cadre de la modification n°8 du PLU (joint en annexe 10), les opérations projetées sont principalement prévues en zone déjà urbaine du PLU (et seront reclassées en zone UP (zone de projets) avec des orientations d'aménagement et de programmation (OAP) ou ouvertes à l'urbanisation. Ainsi il est prévu dans le cadre de la modification n°8 du PLU approuvée le 27 juin 2024 :

- De modifier l'OAP sur le secteur Montalivet ;
- De modifier l'OAP et le règlement pour permettre la création de 850 logements sur le secteur Detolle-Pompidou ;
- De créer une OAP et modifier le zonage du secteur Université-Campus 1, au nord-ouest de Caen.

L'urbanisation de ces secteurs, une fois achevée, nécessitera une production d'eau potable supplémentaire de l'ordre de 275 000 m³ par an, soit environ 750 m³/jour en débit moyen.

La phase 1 du schéma directeur a ainsi permis d'évaluer les besoins et les ressources à court, moyen et long terme, à l'échelle du syndicat et par zone d'adduction. La commune de Caen a été intégrée à la zone d'adduction de Caen, regroupant plusieurs communes de la périphérie. Le bilan ressources/besoins à cette échelle est le suivant :

- Les ressources actuelles de la zone d'adduction de Caen produisent environ 40 000 m³/jour et couvrent les besoins actuels en débit moyen (environ 38 000 m³/jour) ;
- À l'horizon 2030, les capacités de production couvriront tout juste les besoins en débit moyen (environ 45 000 m³/jour) ;
- A l'horizon 2050, les capacités de production toujours de l'ordre de 45 000 m³ ne couvriront pas les besoins en débit moyen estimés à 47 000 m³/jour.

Ces besoins ont été établis sur la base des projections tendanciennes de la population INSEE, des projections suivant les zones ouvertes à l'urbanisation des PLU, ainsi que des données issues du Programme Local de l'Habitat (PLH).

Partant de ce postulat, et suite à la phase 2 qui a notamment permis de construire et caler un modèle numérique des réseaux et d'établir le diagnostic de leur fonctionnement, la phase 3 de l'étude a permis d'établir le schéma directeur d'alimentation en eau potable pour répondre aux insuffisances actuelles et futures. Elle a donc déterminé, pour la zone d'adduction de Caen, les travaux suivants :

- L'augmentation de la capacité du réservoir de tête de Saint Martin de Fontenay raccordé à l'usine de l'Orne pour une capacité de 3000 m³ supplémentaires ;
- Le traitement des nitrates et des pesticides au niveau des forages de Prairie 1 ;
- La sécurisation de l'usine de l'Orne via une interconnexion avec le forage Prairie 1 ;
- Le traitement des nitrates et des pesticides au niveau des forages de la Mue ;
- Le traitement des nitrates et des pesticides des sources de Moulines au réservoir de la Guérinière.

Ce programme pluri-annuel a été validé par le comité syndical Eau du bassin caennais lors de sa séance de décembre 2024.

Elle recommande également de définir toute mesure de sobriété en matière d'usages et d'installer un dispositif de suivi de la consommation d'eau potable comprenant des indicateurs dotés de valeurs de référence et d'objectifs cibles, ainsi que des mesures correctrices à mettre en œuvre en cas d'écart constatés par rapport aux objectifs pré-définis.

Afin de limiter les consommations d'eau potable, le projet Les Cascades intègre plusieurs mesures d'économie d'eau à l'échelle des bâtiments. Des équipements hydroéconomiques seront installés sur l'ensemble du programme, tels que des mousseurs sur les robinets, des chasses d'eau à double débit et des dispositifs de régulation adaptés.

Dans les bureaux, des chauffe-eaux instantanés ont été privilégiés afin de minimiser la consommation d'eau dans les sanitaires lors de l'attente du réglage de la température souhaitée. Ce système n'a toutefois pas été retenu pour les logements qui seront alimentés en eau chaude sanitaire par une chaufferie bois mutualisée. Ce système est mieux adapté aux besoins plus importants et réguliers des logements, justifiant une distribution centralisée de l'eau chaude, optimisée pour limiter les pertes thermiques et les consommations inutiles.

Par ailleurs, des dispositifs de télérelève seront également déployés par les concessionnaires pour l'ensemble des bâtiments. Ces relevés réguliers permettront de détecter rapidement d'éventuelles consommations anormales, facilitant ainsi l'identification de fuites et la mise en œuvre d'interventions correctives rapides.

Aucun dispositif de suivi global de la consommation d'eau potable à l'échelle de l'opération n'est prévu. En effet, la SCCV ayant vocation à céder les bâtiments à terme, la mise en place d'un suivi pérenne des indicateurs avec les futurs propriétaires ou copropriétés s'avère difficilement envisageable. Par ailleurs, dans les logements, la présence de compteurs individuels rend complexe un suivi consolidé à l'échelle de l'opération.

3.1.4 Assainissement des eaux usées

L'autorité environnementale recommande d'élargir et d'approfondir l'analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets en ce qui concerne notamment la capacité de la station d'épuration du Nouveau Monde à répondre aux besoins de l'ensemble des projets du territoire qui lui sont raccordés.

Dans un courrier en date de mars 2025 (joint en annexe 11), la Direction de l'eau et de l'assainissement de Caen la Mer confirme que la station d'épuration du Nouveau Monde, couvre actuellement les besoins d'une population moyenne d'environ 248 000 habitants sur 30 communes. Elle est dimensionnée pour traiter, en pointe les effluents de 415 000 équivalents habitants (EH), et fonctionne actuellement en deçà de sa capacité maximale.

En effet d'après la moyenne des valeurs hebdomadaires maximales sur la période 2020-2025, la station d'épuration fonctionne entre 69% et 93% de sa capacité. Sa capacité résiduelle en pointe est cependant limitée par le paramètre MES.

Ainsi, aucun risque de saturation à moyen ou long terme n'a été identifié. Les effets cumulés liés aux projets urbains actuels et à venir raccordés à cette station ont bien été anticipés dans le cadre de la planification du service public d'assainissement.

3.2 La santé humaine

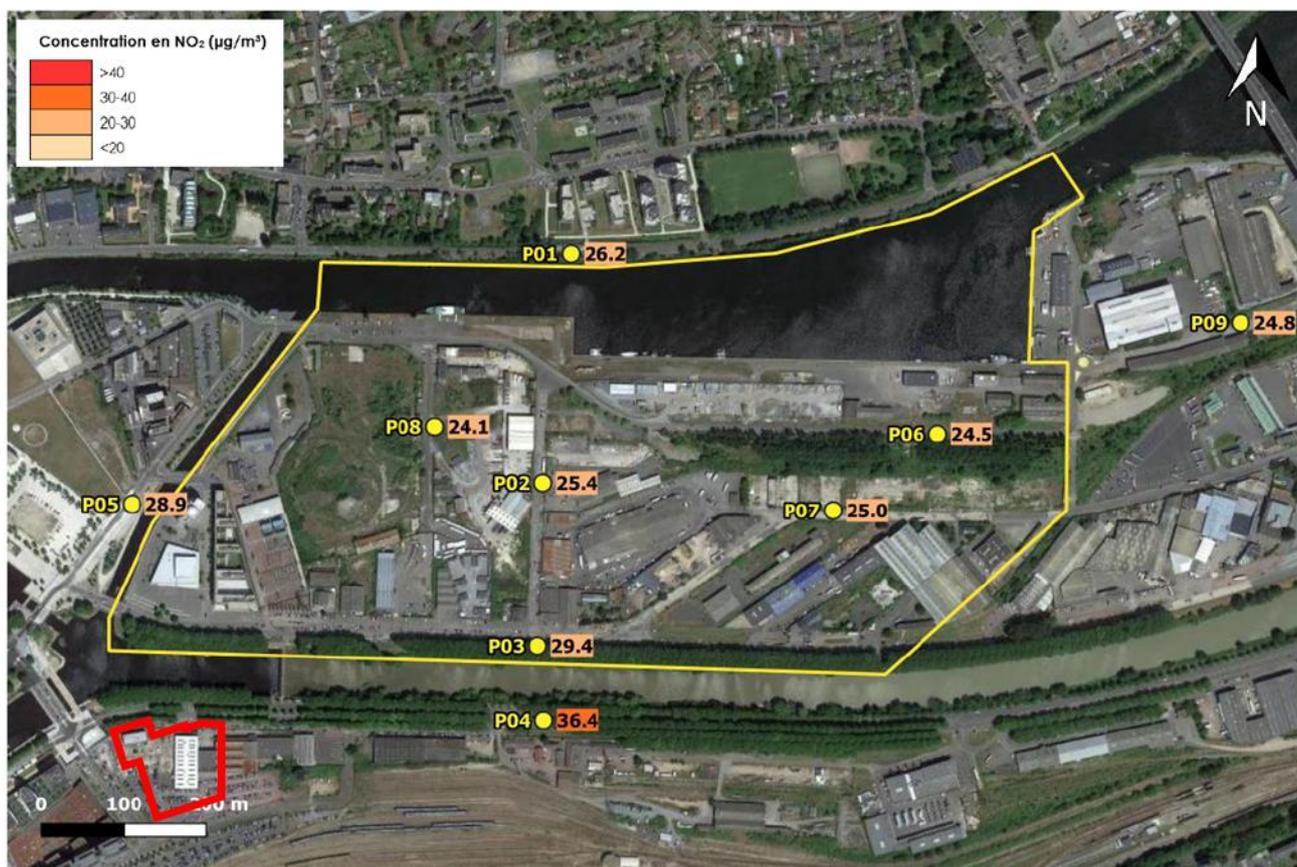
3.2.1 La qualité de l'air

L'autorité environnementale recommande d'approfondir l'analyse des incidences du projet en termes d'exposition des futurs habitants et usagers du site aux pollutions atmosphériques, notamment en précisant l'analyse de l'impact cumulé avec les réalisations en cours et les projets approuvés sur la qualité de l'air, et en évaluant les émissions de polluants induits par les déplacements motorisés supplémentaires générés.

Dans le cadre de la politique nationale de zéro artificialisation nette (ZAN), le projet s'inscrit dans une logique de densification du tissu urbain existant, en centre-ville et à proximité immédiate de la gare et des principaux équipements, commerces et services. Cette localisation stratégique permet de favoriser les mobilités actives et les transports collectifs, et ainsi de limiter l'usage de la voiture, principale source de pollution atmosphérique en zone urbaine.

Une étude sur la qualité de l'air, jointe en annexe 12, réalisée par le bureau d'étude Rincent Air en 2021, dans le cadre d'un projet voisin (le « nouveau bassin », aujourd'hui à l'arrêt), met en évidence la présence d'axes routiers à fort trafic (notamment la N814 et le Cours Montalivet) et d'une urbanisation dense autour de la zone, qui constituent des sources significatives de polluants atmosphériques, notamment de dioxyde d'azote (NO₂) et de particules. Des émissions industrielles en provenance du nord-est de la zone, dans un rayon de moins de 10 km, peuvent également contribuer au bruit de fond urbain.

La campagne de mesures réalisée pour le projet « nouveau bassin » entre octobre et novembre 2020 indique des concentrations en NO₂ globalement modérées sur l'emprise du projet, comprises entre 24,1 et 29,4 µg/m³. Les niveaux les plus élevés sont relevés au droit des axes les plus circulés, notamment en bordure du Cours Caffarelli (jusqu'à 36,4 µg/m³). Les points de fond, représentatifs de l'exposition chronique de la future population, présentent quant à eux des concentrations inférieures ou égales à 25 µg/m³. Ainsi aucun dépassement potentiel de la valeur limite pour le NO₂, aussi bien en bordure des voies les plus fréquentées que sur les points représentatifs de l'exposition chronique de la population à la pollution atmosphérique n'a été mis en évidence.



 Site du projet « Les Cascades »

Figure 11: Cartographie des concentrations mesurées en NO₂
(Source : Etude air et santé – opération du Nouveau Bassin – Rincent Air – janvier 2021)

Cette étude indique qu'entre le scénario « actuel » et le scénario « futur avec projet », une baisse des émissions de plusieurs polluants (NOX, CO, COV, benzène) peut être constatée, en raison notamment de l'évolution attendue du parc automobile. Cette dynamique est portée par plusieurs facteurs à l'échelle nationale: la réglementation européenne qui impose des normes de plus en plus strictes sur les émissions des véhicules (normes Euro 6 et Euro 7 à venir) ; la montée en puissance des motorisations hybrides et électriques, encouragée par les dispositifs incitatifs (bonus écologique, prime à la conversion, zones à faibles émissions) qui permet une réduction significative des émissions locales de polluants ; et le renouvellement naturel du parc — en moyenne tous les 10 à 12 ans pour les véhicules particuliers qui contribue mécaniquement à l'abandon progressif des véhicules les plus polluants (diesels anciens notamment).

Elle recommande de décrire précisément les mesures d'évitement et de réduction prévues ainsi que leurs modalités de mise en œuvre, et de démontrer leur efficacité, par référence aux valeurs-seuils recommandées par l'Organisation mondiale de la santé. Elle recommande enfin de définir un dispositif de suivi qui permette de vérifier cette efficacité et de prévoir les mesures complémentaires qui pourraient s'avérer nécessaires.

Pour limiter l'exposition des futurs usagers et habitants aux pollutions atmosphériques, le projet intègre plusieurs leviers d'atténuation, à la fois paysagers, urbains et constructifs visant à réduire les concentrations de polluants en extérieur comme à l'intérieur des bâtiments.

D'une part, la **proximité immédiate de l'Orne et la végétalisation importante du projet** jouent un rôle actif dans l'amélioration de la qualité de l'air. Le projet prévoit environ 2 794 m² d'espaces végétalisés, soit près de 44 % des surfaces libres, comprenant la plantation de 86 arbres, répartis sur l'ensemble de l'emprise. Ce patrimoine végétal contribue à la dépollution de l'air ambiant, en captant les particules fines, les poussières et certains composés gazeux (comme l'ozone ou le dioxyde d'azote), tout en favorisant une régulation naturelle du microclimat urbain par effet d'ombrage et d'évapotranspiration. L'humidité générée par la proximité du cours d'eau et la couverture végétale renforcent également les mécanismes de décantation des poussières.

Par ailleurs, le projet intègre **une gestion en aérien des eaux pluviales** à travers des bassins paysagers, conçus pour ralentir et stocker les eaux de ruissellement à ciel ouvert. Ces bassins, en plus de leur rôle hydraulique, participent à l'amélioration de la qualité de l'air par augmentation du taux d'humidité locale, favorisant la décantation des poussières en suspension et réduisant la volatilité de certains polluants. Leur végétalisation permet également la création de microclimats, la réduction des îlots de chaleur et le développement d'une biodiversité locale bénéfique à la santé des futurs usagers et habitants du site.

D'autre part, à **l'échelle des bâtiments, des dispositifs constructifs** spécifiques sont mis en œuvre pour assurer une qualité optimale de l'air intérieur, en particulier dans les bureaux. Ainsi, une centrale de traitement d'air (CTA) double flux sera installée, intégrant une fonction de free cooling et un système de refroidissement adiabatique, en alternative à une climatisation classique. La CTA permet une circulation maîtrisée de l'air, avec renouvellement constant, de réduire les polluants dans l'air par dilution (mélange entre air repris et air neuf) ou en rejetant l'air repris et de filtrer les poussières, le pollen et autres particules. Selon la qualité d'air nécessaire, il existe différents types de filtres ayant des fonctions différentes. Ces dispositifs contribuent à minimiser l'exposition aux pollutions extérieures tout en garantissant le confort sanitaire des occupants. Ils seront complétés par des mesures de suivi et d'entretien, intégrées au plan de gestion technique du site.

Aucun dispositif de suivi de la qualité de l'air n'est prévu spécifiquement à l'échelle de l'opération. Néanmoins, la qualité de l'air est surveillée quotidiennement sur l'ensemble de l'agglomération par Atmo Normandie, via un réseau de stations de mesure. Parmi les 3 stations de mesures fixes, la station Caen-Chemin vert est située sur la commune de Caen à environ 3.5 km du projet. L'ensemble des données collectées, dont celles par les stations de mesures, permet à Atmo Normandie d'établir des cartes de prévision et des indices de qualité de l'air à l'échelle communale, accessibles au public.

Par ailleurs, bien qu'aucun plan d'action dédié exclusivement à la qualité de l'air ne soit en vigueur à l'échelle de la ville de Caen ou de la communauté urbaine Caen-la-Mer, plusieurs actions structurantes contribuent à son amélioration. Il s'agit notamment de la limitation de l'accès des poids lourds au centre-ville, du développement des mobilités douces (pistes cyclables, zones piétonnes, zones 30), du renforcement de l'offre de transports en commun, ainsi que de la mise en service d'infrastructures de contournement. À ce titre, le pont Stirn, situé à proximité du projet, est désormais interdit aux poids lourds (notamment ceux desservant les dépôts pétroliers) grâce à l'ouverture récente de la desserte portuaire. Ces actions s'inscrivent dans une démarche globale d'amélioration de la qualité de l'air à l'échelle de l'agglomération.

3.2.2 Émissions de gaz à effet de serre – GES et adaptation aux effets du changement climatique

L'autorité environnementale recommande d'approfondir l'analyse des enjeux liés au changement climatique grâce notamment aux travaux récents du Giec normand afin d'évaluer les impacts du projet au regard des vulnérabilités supplémentaires qu'il est susceptible de générer et de définir des mesures adaptées.

La Région Normandie a confié à un groupe de 23 chercheurs et experts normands l'étude des conséquences locales du changement climatique, pour éclairer l'action politique et mieux informer le grand public.

Les résultats du travail mené par le GIEC normand en 2020 et actualisés en 2024 démontrent que le changement climatique est une réalité en Normandie. En effet, depuis la seconde moitié des années 80, la température a augmenté sur toutes les stations météorologiques normandes, de l'ordre de +0,6 à +0,8°C entre la période de référence actuelle 1981-2010 et la précédente 1951-1980. La situation climatique a continué de s'aggraver sur la planète avec comme marqueurs principaux l'établissement d'un nouveau record de température moyenne mondiale en 2023 et la multiplication des événements extrêmes. La Normandie n'échappe pas à cette dynamique générale du climat. Le paramètre le plus emblématique en est la température, dans le cadre d'une déclinaison régionale du « réchauffement global ». Les autres paramètres du temps sensible (précipitations, vent, ensoleillement) semblent moins affectés pour le moment, mais des modifications beaucoup plus tangibles pourraient apparaître dans les prochaines décennies.

La tendance régionale montre :

- Un réchauffement légèrement plus marqué sur les valeurs maximales de températures que sur les valeurs minimales (augmentation du nombre de jours de chaleur ($\geq 25^{\circ}\text{C}$), de forte chaleur ($\geq 30^{\circ}\text{C}$) et de très forte chaleur ($\geq 35^{\circ}\text{C}$), et par une réduction du nombre de jours de froid ($\leq 0^{\circ}\text{C}$), de grand froid ($\leq -5^{\circ}\text{C}$) et de très grand froid ($\leq -10^{\circ}\text{C}$). A titre d'exemple, sur Caen on observe le passage entre 1971 et 2023 d'environ 15 à 30 jours avec plus de 25°C dans la journée.

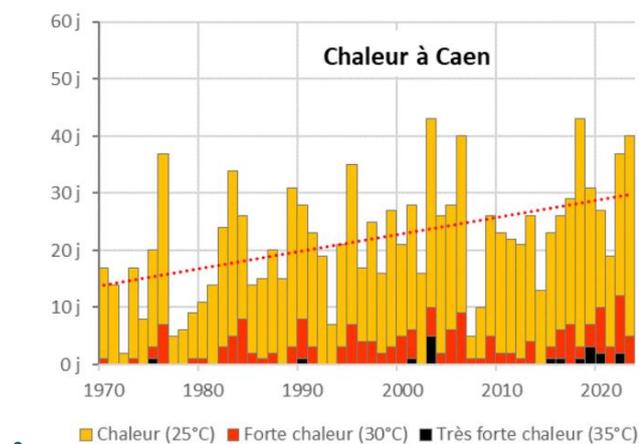


Figure 12: Evolution du nombre de jours de chaleur à Caen-Carpiquet entre 1970 et 2023
(Source : GIEC Normand – phase 2 : changement climatique)

- Une réduction des jours de gel, avec une perte d'une dizaine de jours sur Caen, ainsi qu'une quasi disparition des jours de très grands froids (minimum inférieur à -10°C), notamment dans les secteurs soumis aux influences océaniques comme Caen ;
- Dans l'ensemble, les stations météorologiques normandes ne montrent aucune tendance statistiquement significative pour les cumuls annuels et mensuels de précipitations. Une succession de phases pluvieuses et sèches entre 1970 et 2020 est observée, avec une forte variabilité entre les années et les mois. Alors que sur la fin du 20e siècle les cumuls pouvaient osciller du simple au double d'une année à l'autre (approximativement entre 500 et 1 000 mm par an), depuis le début du 21e siècle les valeurs présentent une amplitude beaucoup plus réduite (approximativement entre 650 et 850 mm) ;

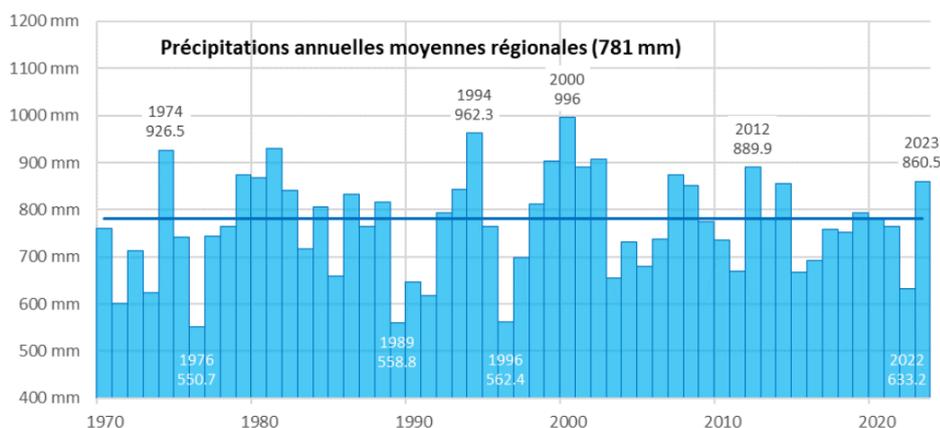


Figure 13: Précipitations moyennes annuelles entre 1970 et 2023.
(Source : GIEC Normand – phase 2 : changement climatique)

- Une diminution de la fréquence des précipitations sous forme de neige et du nombre de jours de brouillard ;
- Les épisodes de sécheresse sont en progression.

D'après le GIEC Normand, les projections à horizon lointain (2100) indiquent que l'élévation de la température atmosphérique moyenne en Normandie pourrait être contenue à environ +1°C dans le cas du scénario optimiste, alors qu'avec le scénario pessimiste, elle pourrait dépasser +3°C.

Les projections identifiées sur l'évolution du climat en Normandie, à l'horizon 2100 sont :

- Une élévation de la température atmosphérique moyenne en Normandie) ;

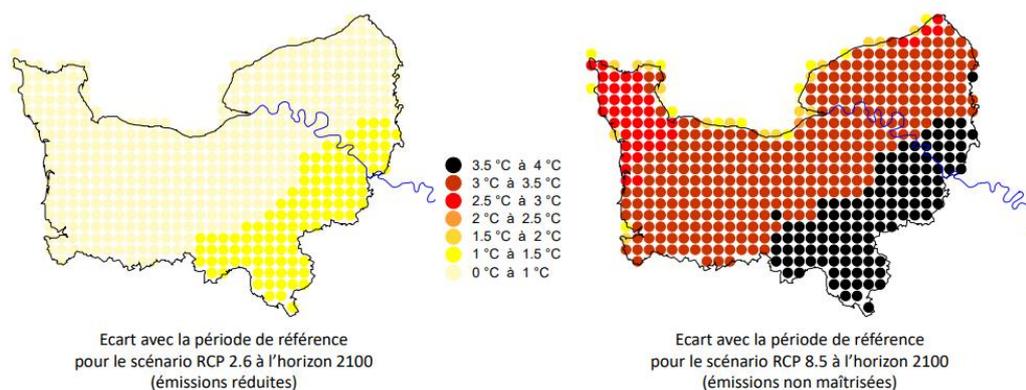


Figure 14: Évolution attendue des écarts à la moyenne de référence 1976-2005 pour les températures moyennes annuelles de l'air en Normandie

(Source : GIEC Normand – phase 2 : changement climatique)

- Une augmentation importante de la fréquence des jours de chaleur supérieure ou égale à 25°C, d'environ 15 jours par an actuellement à près de 50 par an à la fin du siècle ;
- De très fortes disparités régionales apparaîtraient, entre les littoraux, relativement épargnés par cet aléa, et les secteurs les plus éloignés de la Manche qui enregistreraient de l'ordre de 60 à 90 jours de chaleur par an à la fin de ce siècle, soit autant que le domaine méditerranéen français actuellement.
- Une baisse importante de la fréquence des gelées (de 30 jours par an actuellement à moins de 10 jours à l'horizon 2100) ;
- Sans politique de réduction des gaz à effet de serre, la région verrait son cumul pluviométrique annuel augmenter d'environ 8%, passant pour la moyenne régionale de 841 mm sur la période de référence 1976-2005 proposée par DRIAS-2020 à 912 mm par an (+71 mm). Toutefois, en ce qui concerne la saisonnalité des précipitations, la tendance est à l'augmentation en hiver et à la diminution en été ;
- Une accentuation progressive des périodes sèches (jours consécutifs avec un cumul de précipitations inférieur à 1 mm) pour les deux scénarios. La contrainte serait un peu plus prononcée dans le cas du scénario pessimiste, avec un allongement moyen de +3,3 jours à l'horizon 2100 contre +2,9 jours pour le scénario optimiste ;
- Une augmentation du nombre de jours de très fortes précipitations (cumul dépassant 20 mm par jour) représente un aléa climatique rare en Normandie, avec en moyenne 3,7 jours par an. La tendance à l'horizon 2100 est une forte augmentation de sa fréquence pour le scénario Pessimiste, avec une moyenne régionale avec +2,9 jours, tandis que pour le scénario optimiste la hausse serait limitée (+0,9 jour). Dans les deux cas, la géographie des différences régionales serait conservée.

Le GIEC Normand a mis en évidence une accentuation progressive des épisodes de sécheresse et une augmentation du nombre de jours de très fortes précipitations à l'horizon 2100, notamment sous le scénario pessimiste. Dans ce contexte, la gestion des eaux pluviales devient un enjeu crucial. Le projet prévoit la mise en place de bassins paysagers pour la gestion des eaux pluviales. Ces bassins ont pour objectif de ralentir et de stocker les eaux de ruissellement, et permettent ainsi de réduire le risque d'inondation lors des épisodes de fortes précipitations. L'accumulation temporaire des eaux de pluie dans les bassins paysagers réduit la pression sur les réseaux d'assainissement, minimisant ainsi les risques de débordements et de pollution de l'eau.

La végétalisation et la présence de l'eau participent également à la régulation naturelle du microclimat urbain, en réduisant les îlots de chaleur. Ce phénomène, accentué par l'imperméabilisation des sols, la densité du bâti et les matériaux minéraux stockant la chaleur, est appelé à s'intensifier dans les décennies à venir en raison de la hausse des températures moyennes et de la fréquence des vagues de chaleur. Dans ce contexte, la prise en compte du risque d'îlot de chaleur urbain est centrale dans la conception du projet.

Pour y répondre, le projet Les Cascades met en œuvre une stratégie paysagère ambitieuse, avec environ 2 800 m² d'espaces de pleine terre végétalisés en cœur d'îlot, la plantation de 86 arbres et l'aménagement de bassins paysagers en eau. Ces éléments contribuent significativement à l'abaissement local des températures par évapotranspiration et par effet d'ombrage. Les choix de matériaux et de revêtements limitant l'emmagasinement de chaleur (clairs, perméables ou végétalisés) ont également été privilégiés pour les espaces extérieurs.

Concernant les bâtiments, des dispositifs architecturaux et techniques ont été intégrés pour limiter les effets de surchauffe en période estivale, tout en évitant le recours systématique à la climatisation. Ainsi, les brise-soleil orientables installés sur les façades est, ouest et sud des bureaux permettent de moduler les apports solaires selon l'ensoleillement et la saison, réduisant les risques de surchauffe. Des protections solaires intérieures (stores) ont été prévues en façade nord. Une centrale de traitement d'air double flux, dotée d'un système de free cooling et de refroidissement adiabatique, assure le renouvellement de l'air tout en limitant les gains thermiques. Ces solutions ont été validées par simulation thermique dynamique, qui montre que le seuil d'inconfort estival (au-delà de 28 °C) reste inférieur à 2 % du temps d'occupation dans les bureaux. Par ailleurs, le choix d'une teinte claire (blanc) pour les façades des bâtiments contribue à renforcer cette stratégie de confort d'été. Cette couleur, à fort albédo, favorise la réflexion des radiations solaires et limite ainsi l'accumulation de chaleur dans les matériaux, réduisant les phénomènes de surchauffe et de restitution thermique nocturne caractéristiques des îlots de chaleur urbains.

Dans les logements, les principes de double orientation et, à partir du 12^e étage, la présence de logements traversants, assurent une ventilation naturelle efficace, réduisant le besoin d'ouverture des fenêtres et améliorant le confort d'été.

Ces mesures mises en œuvre dans le projet visent à adapter efficacement le quartier aux effets du changement climatique, en combinant des solutions passives bioclimatiques pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et limiter les vulnérabilités identifiées par le GIEC Normand liées à la chaleur, la sécheresse et les fortes précipitations, tout en assurant un cadre de vie confortable et résilient.

L'autorité environnementale recommande de réaliser un bilan prévisionnel complet et étayé des émissions de gaz à effet de serre (GES) générées par le projet durant l'ensemble de son cycle de vie et de le comparer à la situation actuelle.

Un bilan carbone complet à l'échelle de l'ensemble de l'opération n'a pas été réalisé. Toutefois, une Analyse du Cycle de Vie (ACV) a été menée en phase PRO dans le cadre de la réglementation environnementale RE2020 pour les logements et bureaux du projet, permettant d'évaluer de manière prévisionnelle les émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble de leur cycle de vie (phase construction, exploitation, fin de vie). Les documents pour les logements et les bureaux sont joints en annexes 13 et 14.

Les résultats obtenus démontrent la performance environnementale du projet, avec des indicateurs supérieurs aux exigences réglementaires de la RE2020 (seuil 2022) :

Pour les logements :

- Bbio (Besoin bioclimatique) projet : **15 % en dessous** du Bbio max réglementaire
- Cep (Consommation d'énergie primaire) projet : **25 % en dessous** du Cep max réglementaire
- Cep non renouvelable : **78 % en dessous** du Cep nr max réglementaire
- DH (Degrés-heure d'inconfort) : **55 % en dessous** du DH max réglementaire
- Ic énergie (Indicateur carbone – phase exploitation) : **86 % en dessous** de l'IC énergie réglementaire

Pour les bureaux :

- Bbio (Besoin bioclimatique) projet : **respect** du Bbio max réglementaire
- Cep (Consommation d'énergie primaire) projet : **25 % en dessous** du Cep max réglementaire
- Cep non renouvelable : **45 % en dessous** du Cep nr max réglementaire
- DH (Degrés-heure d'inconfort) : **80% en dessous** du DH max réglementaire
- Ic énergie (Indicateur carbone – phase exploitation) : **65 % en dessous** de l'IC énergie réglementaire

Ces résultats traduisent une conception bioclimatique performante, une forte sobriété énergétique, une limitation des besoins en énergie non renouvelable, ainsi qu'un impact carbone très réduit lié à l'exploitation énergétique des bâtiments. Les choix architecturaux et techniques réalisés permettent de viser des objectifs ambitieux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) sur l'ensemble de leur cycle de vie.

Notons par ailleurs que les trois chaufferies biomasse prévues dans le cadre du projet pourront à terme être raccordées au réseau de chaleur urbain de Caen la mer, dont le déploiement dans le quartier est envisagé à l'horizon 2031.

Le site d'implantation ne comporte aujourd'hui aucun bâtiment, il est uniquement occupé par des places de stationnement qui ne sont plus utilisées. En conséquence, le niveau d'émissions de gaz à effet de serre dans la situation de référence est très faible, limité principalement aux surfaces imperméabilisées, sans réelle activité génératrice d'émissions.

3.2.3 Nuisances sonores

L'autorité environnementale recommande de compléter l'étude d'impact par une évaluation de l'incidence des nuisances sonores du projet en phase travaux et de renforcer le cas échéant, les mesures visant à en réduire l'impact sur le voisinage (logements, activités, commerces).

Le site d'implantation du projet est situé dans **un environnement urbain dynamique**, avec des infrastructures majeures telles que le réseau ferré de Caen au sud et le boulevard Montalivet au nord. À l'est, le terrain est dépourvu de constructions, tandis qu'à l'ouest, à environ 50 mètres de l'extrémité ouest du projet, séparée par la rue Rosa Parks, se trouve le quartier des Rives de l'Orne. Ce quartier, situé à environ 50 mètres de l'extrémité ouest du projet et séparé par la rue Rosa Parks, comprend des bureaux, des commerces, des logements et une micro-crèche.

Les phases les plus bruyantes se situent généralement pendant l'exécution du gros œuvre, notamment lors de la démolition, du terrassement et des fondations. Le bâtiment qui abritait la « maison du vélo » a déjà fait d'une démolition portée par la ville de Caen en avril 2024, il n'y aura donc **pas de nouvelles démolitions**.

Les travaux de construction du projet se dérouleront **en deux tranches distinctes**. Selon le planning prévisionnel, la première tranche, comprenant les bâtiments ABC, le parking et le bâtiment L, est prévue pour être livrée au premier trimestre 2028, tandis que la seconde tranche, incluant les bâtiments DE, sera achevée au premier trimestre 2029. Cette organisation en deux phases distinctes permet de mieux maîtriser les nuisances sonores liées à la réalisation du chantier, en optimisant la gestion des tâches bruyantes et en évitant une concentration excessive de travaux. **Selon le planning prévisionnel, les phases de gros œuvres, seront donc achevées lors de l'arrivée des premiers habitants.**

Pour atténuer les nuisances sonores pendant la phase de travaux, **une charte de chantier Propre** sera mise en place, visant à protéger tant les riverains que le personnel sur site.

Elle prévoit notamment :

- **Une attention particulière au positionnement des installations de chantier** (cantonnements, aires de livraison, zones de stockage) sur la partie est du site, soit à l'opposé du quartier des Rives de l'Orne ;
- L'utilisation d'engins et équipements **conformes et bien entretenus**,
- **L'utilisation de matériels électriques** plutôt que pneumatiques ;
- **L'utilisation simultanée de matériels bruyants** pour réduire la durée d'exposition avec des **horaires**, en conformité avec la réglementation locale ;
- **Un ajustement des horaires d'arrivée et de départ du personnel** pour éviter d'augmenter les flux de circulation aux heures de pointe.

L'ensemble de ces mesures figurera dans le Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) afin d'être contractuellement opposable à l'ensemble des intervenants.

Un registre de plainte sera mis à disposition, pour enregistrer et traiter les préoccupations des riverains. Les plaintes seront enregistrées par le référent environnement du gros œuvre, qui mettra en place les mesures

correctrices. La maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre s'assureront que toutes les plaintes soient prises en compte et traitées. De plus, lors de ses visites de chantier, le coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS) constate du respect ou non de la présente charte et réalise ensuite un rapport d'activité qu'il diffuse à l'ensemble des intervenants du projet. Ce rapport abordera notamment les plaintes éventuelles des riverains et leur traitement.

Elle recommande également de décrire précisément les modalités de mise en œuvre des mesures envisagées pour réduire l'exposition des populations aux nuisances sonores liées notamment au trafic routier, de les renforcer en tant que de besoin par des mesures portant sur la configuration des bâtiments et les aménagements prévus afin de tendre vers une moindre exposition au bruit. Elle recommande de démontrer l'efficacité attendue de ces mesures par référence aux seuils recommandés par l'Organisation mondiale de la santé, y compris fenêtres ouvertes et dans les espaces de vie extérieurs.

Le projet Les Cascades, situé en milieu urbain dense, intègre plusieurs leviers d'atténuation, à la fois paysagers, urbains et constructifs pour limiter l'exposition des futurs usagers et habitants aux nuisances sonores. L'équipe de conception bénéficie de l'expertise du bureau d'études acoustique, qui a produit une notice acoustique, et émis des prescriptions techniques. Ces dernières seront intégrées au Dossier de Consultation des Entreprises (DCE), afin de garantir leur opposabilité contractuelle à l'ensemble des intervenants du chantier.

D'un point de vue constructif, tous les bâtiments respecteront les exigences du Code de la construction, notamment en matière d'isolation aux bruits extérieurs. Le projet a également été conçu pour concilier confort thermique et confort acoustique, en favorisant des solutions passives (isolation, inertie thermique, protections solaires) qui limitent les besoins d'ouverture des fenêtres, notamment en période estivale. De plus, notons que les nuisances sonores liées au trafic routier devraient progressivement diminuer avec l'évolution du parc automobile vers des véhicules électriques, plus silencieux, ce qui contribuera à une amélioration du confort acoustique en centre-ville.

Bien que cela ne soit pas une obligation réglementaire, **une simulation thermique dynamique (STD)**, jointe en annexe 15, a été réalisée **pour les bureaux** afin de s'assurer que le nombre d'heures d'inconfort estival (températures supérieures à 28°C dans les locaux à occupation prolongée) reste inférieur à 2 % du temps d'occupation. Pour garantir ce confort tout en évitant l'installation d'une climatisation classique, plusieurs solutions techniques ont été retenues :

- Brise-soleil orientables : Installés sur les façades est, ouest et sud, ces dispositifs permettent de contrôler l'apport solaire direct, réduisant ainsi le réchauffement intérieur des espaces de travail ;
- Stores intérieurs : Positionnés sur la façade nord, ils contribuent à atténuer l'éclairement naturel excessif, tout en améliorant la maîtrise thermique des locaux ;
- Une centrale de traitement de l'air double flux avec free cooling et refroidissement adiabatique : Ce système assure le renouvellement de l'air intérieur tout en pré-refroidissant l'air entrant grâce à l'évaporation, limitant ainsi les gains thermiques internes et favorisant un environnement de travail confortable.

L'efficacité de ces dispositifs sur le confort d'été, qui limitent ainsi les besoins d'ouverture des fenêtres et par conséquent l'exposition au bruit, a été validée en phase PRO par l'acousticien, sur la base de calculs et de simulations prenant en compte les caractéristiques prévisionnelles des bâtiments.

Concernant les logements, l'implantation du bâti a été pensée pour réduire l'exposition au bruit routier du cours Montalivet, où le trafic est le plus dense. Sur les 89 logements du programme, seuls 31 sont orientés vers cette voie. Tous ces logements bénéficient d'une double orientation, permettant de privilégier l'ouverture des fenêtres sur les façades est ou ouest, moins exposés aux nuisances sonores. A partir du 12^{ème} étage l'ensemble des logements sont traversants, soit 6 logements, ce qui favorise une ventilation naturelle efficace et un meilleur confort d'usage. Par ailleurs, au sein du bâtiment les terrasses des logements sont majoritairement situées en façade sud, côté jardin, offrant un espace extérieur protégé du bruit de la circulation. Les logements situés aux étages supérieurs bénéficient également d'une atténuation naturelle du bruit, en raison de l'éloignement par rapport à la source sonore.

Le cœur d'îlot, protégé par les bâtiments, accueille **un jardin paysager** de près de 2 800 m², comprenant la plantation de 86 arbres. Cet aménagement, au-delà de sa contribution à la biodiversité et à la régulation thermique, agit comme un îlot de fraîcheur végétalisée. Il favorise également l'atténuation du bruit ambiant par effet de barrière végétale, tout en offrant aux habitants un espace de vie extérieur protégé des principales sources de bruit urbain.

Elle recommande enfin de prévoir un dispositif de suivi des nuisances sonores après la réalisation du projet afin de mettre en œuvre le cas échéant les mesures correctrices adaptées

Après la réalisation du projet, aucun dispositif de suivi de l'ambiance acoustique à l'échelle de l'opération n'est prévu. Toutefois, le suivi de l'environnement sonore dans le secteur pourra s'appuyer sur les données publiques issues des cartes de bruit stratégiques des infrastructures de transport routier, établies et régulièrement mises à jour par Caen la Mer dans le cadre du Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE).

Par ailleurs, conformément à la réglementation, des mesures acoustiques à l'intérieur des bâtiments seront réalisées avant la livraison des logements afin de vérifier le respect des performances prévues. En cas d'écart constaté, des mesures correctives pourront être mises en œuvre.

3.2.4 Pollution des sols

L'autorité environnementale recommande de détailler les mesures prévues dans le cadre du plan de gestion des terres polluées, en phase chantier et en phase d'exploitation. Elle recommande également de mieux démontrer l'adéquation de la qualité des sols avec le projet immobilier envisagé, notamment en ce qui concerne les aires de jeux et les espaces verts.

Sur la base des résultats des investigations successives menées sur le site, qui ont mis en évidence la présence diffuse d'éléments traces métalliques (cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc) à des teneurs

supérieures aux seuils de réutilisation des terres à excaver, ainsi que des concentrations importantes en hydrocarbures totaux dans le secteur nord-ouest, un plan de gestion des terres polluées (cf. annexe 6 de l'étude d'impact) a été défini, conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, afin de garantir la compatibilité des usages futurs avec la qualité des sols.

En application des textes ministériels de février 2007 et d'avril 2017, l'objectif du plan de gestion est l'élimination ou, à minima, l'atténuation des sources de pollutions identifiées dans les sols.

Les mesures qui seront effectivement mises en œuvre en phase chantier et en phase d'exploitation par le maître d'ouvrage sont reprises ci-après. Notons que dans le cadre des travaux de démolition de la maison du vélo, la zone de pollution concentrée en hydrocarbure a déjà été évacuée.

Mesures qui seront mises en œuvre en phase chantiers :

- Des EPI adaptés aux travailleurs, en fonction de leur poste et des phases de terrassement, seront prévus ;
- En cas de découverte de matériaux pollués hors de l'emprise des zones identifiées, une gestion spécifique sera mise en œuvre (Mise à jour du plan de gestion, stockage temporaire sur une aire étanche, caractérisation, définition de l'exutoire...).

Mesures qui seront mises en œuvre phase d'exploitation :

- Recouvrement de l'ensemble de l'horizon de remblais par un revêtement (enrobé, béton) ou une couche de terre végétale de 30 cm après tassement ;
- Interdiction de tout usage sensible des eaux souterraines dans l'emprise du site (consommation, arrosage, etc.) ;
- Interdiction de planter des arbres fruitiers ou de réaliser des jardins potagers en pleine terre au droit des zones impactées par des éléments traces métalliques et/ou des composés organiques ;
- En cas de pose d'une canalisation d'adduction d'eau potable (AEP) au droit d'une zone polluée, mise en place de toutes les mesures nécessaires afin d'éviter la diffusion de substances volatiles dans l'eau du réseau.

Nous reprenons ci-dessous le détail des aménagements extérieurs (Source : Atelier MOABI, mars 2025), selon lequel un recouvrement de surface est bien prévu sur l'intégralité des espaces extérieurs :

- **Espaces verts** : Terre végétale d'apport sur 30 cm + paillage de broyat d'écorce de bois durs calibrés 30-100 mm sur 10 cm ;
- **Zones en pavés** :
 - Couche de géotextile et fondation en GNT 0/31,5 sur 30 cm ;
 - Pavés béton 20x20x8 cm joints gazon ;
- **Aire de jeux** :
 - 40 cm de mulch sur géotextile ;
 - Fondation en GNT 0/31,5.

Selon le courrier de réponse émis en mars 2025 par ECR Environnement (cf. annexe 9) « *les mesures de gestion des pollutions identifiées dans les sols prises en compte dans la conception du projet d'aménagement sont conformes à celle préconisées dans le plan de gestion.*

Dans cette configuration, et compte tenu de ce recouvrement, le risque d'exposition des futurs usagers par contact direct/inhalation de poussières est écarté et l'état des milieux est compatible avec l'usage futur ».

3.3 La biodiversité et le paysage

3.3.1 La biodiversité

L'autorité environnementale recommande de compléter le dossier par des photomontages de vues lointaines depuis les points principaux de co-visibilités (Abbaye aux dames, parc d'Ornano, Château de Caen, la Prairie, le bout du quai Caffarelli et le cimetière Saint-Jean) et de démontrer l'insertion paysagère du projet.

Comme indiqué à la page 339 de l'étude d'impact, des photomontages ont été réalisés en 2023 afin de visualiser l'intégration paysagère des bâtiments du projet. De nouveaux photomontages ont été réalisés en avril 2025 depuis les points de co-visibilité cités par l'Autorité Environnementale, qui n'avaient pas été demandés dans la première étude.

L'ensemble de ces photomontages illustrent le projet sous différents angles et contextes :

- **Depuis des hauteurs**, offrant une vision dominante sur l'ensemble du projet ;
- **Depuis des espaces dégagés**, mettant en perspective les nouvelles constructions ;
- **Depuis le sol**, pour apprécier l'insertion du projet à l'échelle des piétons ;
- **Dans l'axe d'espaces publics**, pour analyser la relation entre le projet et son environnement urbain immédiat.

Les vues comprennent des perspectives depuis les principaux monuments historiques de la commune (le château de Caen, l'abbaye aux dames et aux hommes), ainsi que depuis plusieurs lieux stratégiques de la ville (voies ferrées, Zénith, Viaduc, Rue de Grentheville, Plateau Colombelles, entrée nord, entrée ouest et entrée sud).

- Nous reprenons ci-dessous les premiers photomontages réalisés en 2023, qui ont été intégrés dans l'étude d'impact.

Le plan de localisation des différents points de vue est repris ci-dessous.

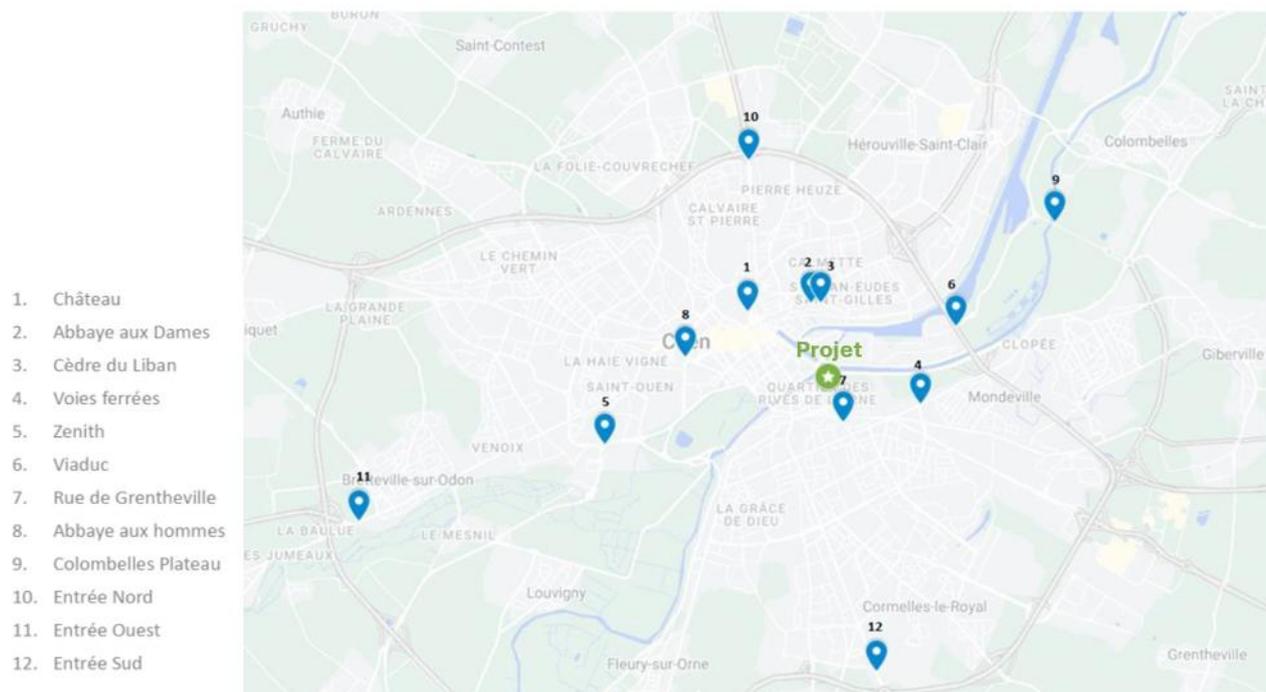


Figure 15 : Plan de localisation des photomontages réalisés en 2023

Prises de vue depuis les secteurs d'où le projet est visible :



1- Vue du château, (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



2- Vue de l'Abbaye aux Dames (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



3- Vue du Cèdre du Liban, parc de l'Abbaye aux Dames (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



4- Vue des voies ferrées (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



5- Vue du zénith (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



6- Vue du Viaduc (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



7- Vue de la rue de Grentheville (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)

Prises de vue depuis les secteurs d'où le projet n'est pas visible



8- Vue de l'Abbaye aux Hommes (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



9- Vue de Colombelles Plateau (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



10- Vue de l'entrée nord (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



11- Vue de l'entrée ouest (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



12- Vue de l'entrée sud (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)

- Nous reprenons ci-dessous les photomontages complémentaires réalisés en 2025 dans le cadre du mémoire de réponse.

Le plan de localisation des différents points de vue est repris ci-dessous.

- 13. Château
- 14. Cours Caffarelli
- 15. Entrée cimetière Saint Jean
- 16. Parc d'Ornano
- 17. Parvis Abbaye aux Dames
- 18. Prairie

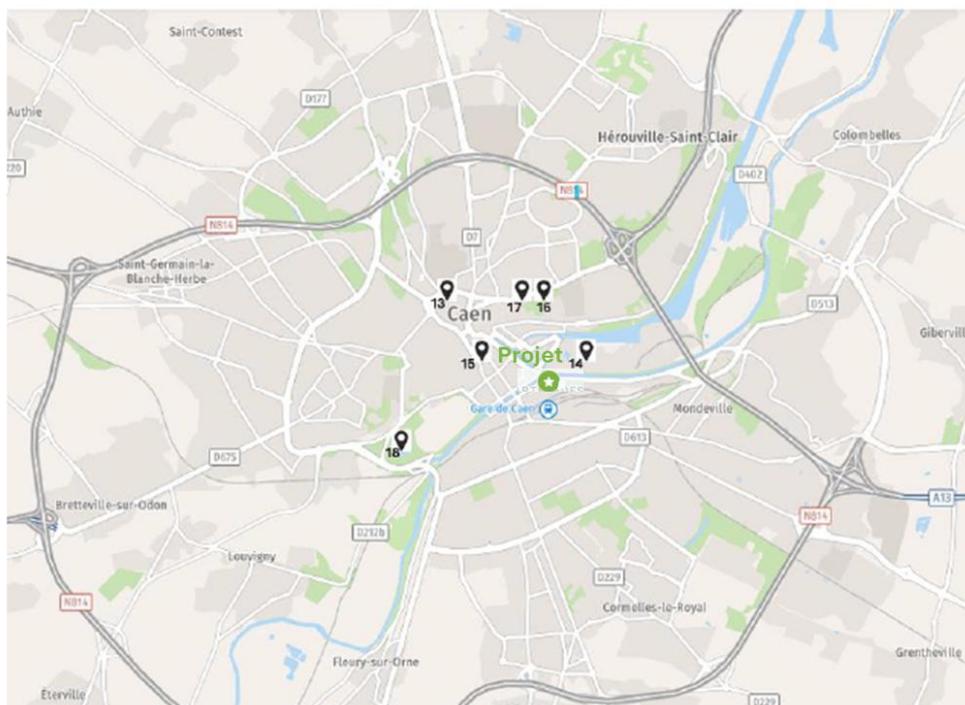
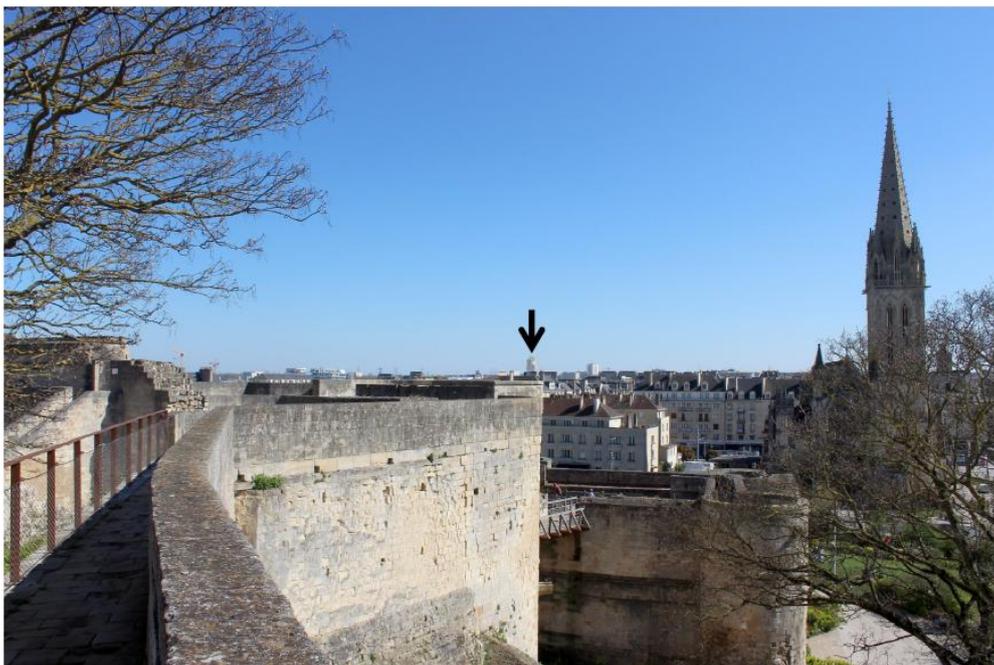


Figure 16: Plan de localisation des photomontages complémentaires réalisés en 2025



13- Vue depuis le château (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



14 -Vue depuis le Cours Caffarelli -secteur ouest (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



14bis -Vue depuis le Cours Caffarelli -secteur est (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



15 -Vue depuis l'entrée du cimetière Saint Jean (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



16 -Vue depuis le Parc d'Ornano (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



17 -Vue depuis le parvis Abbaye aux Dames (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



17 -Vue depuis la prairie (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)



17bis -Vue depuis la prairie (Source : Normandie Aménagement, La Caennaise)

Ces photomontages montrent que le projet sera visible depuis certains points de vue clés (Château de Caen, Abbaye aux Dames, voies ferrées, Zénith, Viaduc, Parc Ornano, la Prairie, cours Caffarelli...), tandis qu'il restera peu ou pas perceptible depuis d'autres positions, en raison du relief, de la végétation et du tissu urbain existant.

Dans ce contexte, il convient de rappeler que le projet transforme un site actuellement dédié au stationnement aérien en un paysage urbain aménagé, structuré autour de nouvelles perspectives, d'espaces publics qualitatifs et de constructions de hauteurs variées. L'élément architectural le plus emblématique est une tour de logements culminant à 65 mètres, dont la conception, élaborée dans le respect des orientations de l'OAP du secteur Montalivet, a été validée par la Ville de Caen et Caen la Mer. Cette émergence répond à un objectif clairement affirmé dès l'origine du projet : créer un repère urbain fort, visible à l'échelle de la ville, en cohérence avec les ambitions portées pour ce secteur. Cette approche traduit une conception du paysage qui ne se limite pas à sa dimension naturelle, mais qui inclut aussi la création d'un paysage urbain maîtrisé, assumant sa verticalité comme un marqueur de transformation et de modernité.

Cette ambition est clairement énoncée dans le cahier des charges rédigé par la SCCV ROSA PARKS, Caen la Mer et la Ville de Caen à destination de la maîtrise d'œuvre. En effet, de par sa situation géographique privilégiée, à l'articulation de plusieurs grands projets d'urbanisation à proximité du centre-ville (Presqu'île, Rives de l'Orne, secteur de la Gare, îlot Trébucien), le projet s'inscrit à la fois dans le cadre du PIM (Projet d'Intérêt Majeur) et du Millénaire de la Ville de Caen (1025 – 2025). Il a ainsi été conçu comme un repère spatial fort, marquant le début de la recomposition urbaine du secteur Montalivet.

L'architecture et l'urbanisme du projet ont été pensés pour répondre à plusieurs ambitions majeures :

- Traduire architecturalement le Millénaire de la Ville de Caen par le biais de constructions emblématiques ;
- Marquer l'entrée de ville avec la proposition d'une émergence remarquable ;
- Favoriser l'édification d'un élément phare, visible et en dialogue avec les monuments emblématiques du paysage urbain (Château, Abbaye aux Dames, ...).

L'agence d'architecture Petitdidier Prioux, retenue pour son approche contemporaine et sensible, s'est inspirée dès la phase Esquisse des représentations historiques de Caen et de ses clochers pour concevoir une nouvelle ligne d'horizon.

La tour de logements, surnommée « le 101^e clocher », s'insère ainsi dans l'axe historique reliant l'église Sainte-Pierre et l'église Saint-Jean, créant une triple hauteur visuelle marquante.

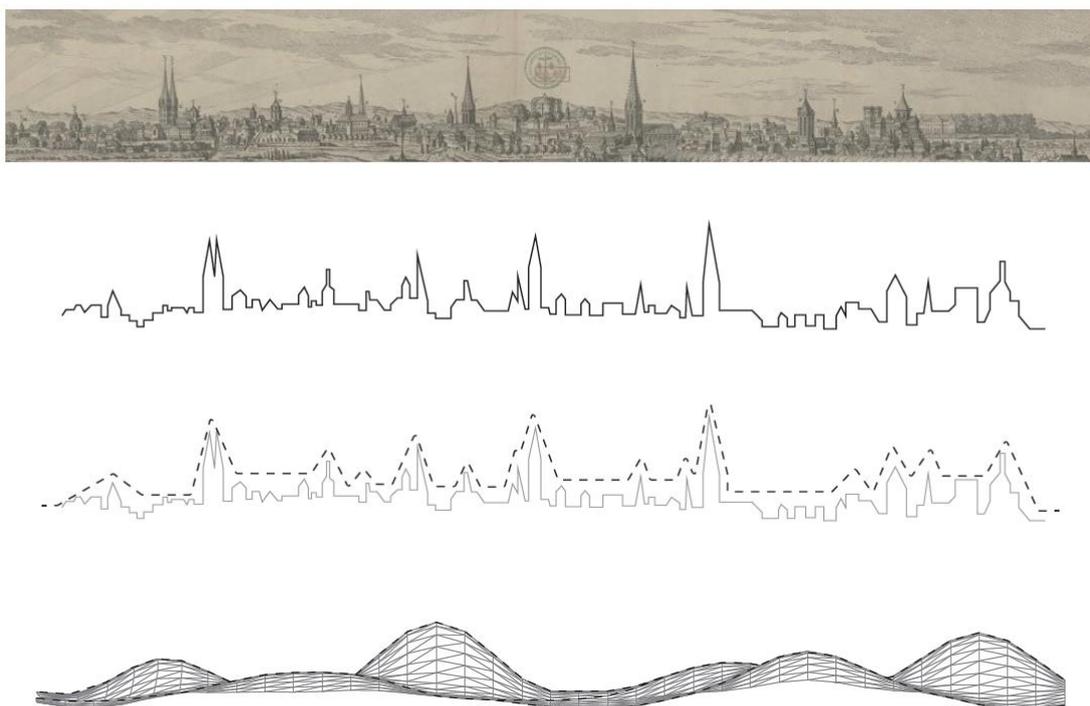


Figure 17: Le projet urbain (Source: COPIL – Phase Esquisse du 20/10/2021)

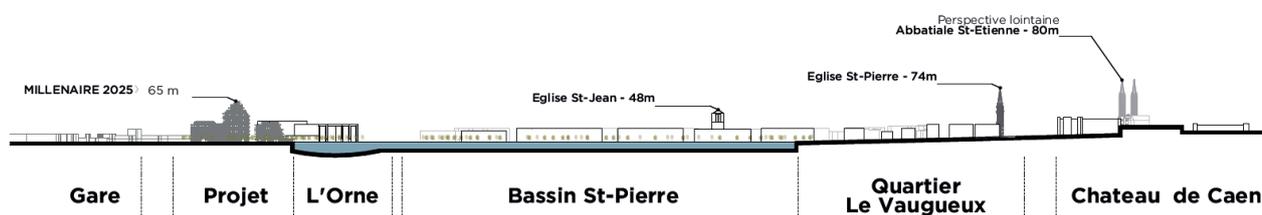


Figure 18: La triple hauteur dans l'axe historique
(Source : notice architecturale - permis de construire - décembre 2024)

La composition volumétrique de la tour de logement en elle-même s'est construite pour affirmer une construction « signal », élancée et offrant des façades principales sur toutes les orientations.

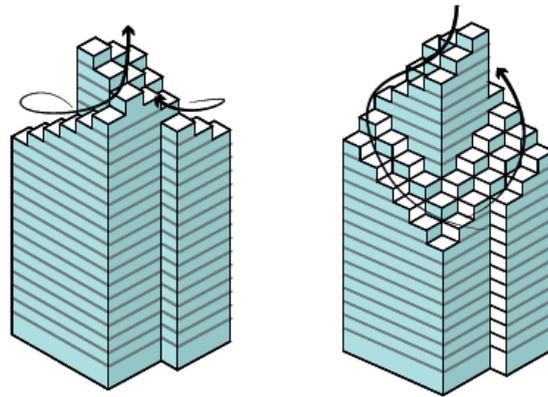


Figure 19: Composition volumétrique de la tour de logement
 (Source : Notice architecturale – permis de construire – juillet 2024).

L'organisation de l'îlot dans son ensemble relève également d'une stratégie visant à ancrer l'opération dans son contexte urbain. Avec en particulier la mise en place d'un épennalage progressif en cohérence avec son contexte : au sud, dans la continuité des gabarits de l'avenue Pierre Mendès France, un ensemble bâti s'élève à R+8 et R+9 ; au nord ouest à l'articulation du nouveau quartier, un ensemble fortement gradiné évolue progressivement du R+1 au R+ 8, en transition avec la tour de logement, bâtiment signal culminant à 65m de haut.

Comme évoqué précédemment, la direction de l'urbanisme de la ville avec la présence de leur architecte-conseil des Bâtiments de France (ABF), a contribué à la réflexion sur l'intégration du projet dans son environnement urbain. Une attention particulière a notamment été portée au traitement architectural des façades. Le choix des matériaux et des teintes a également fait l'objet d'une démarche attentive, visant à garantir une insertion harmonieuse dans le paysage urbain caennais. Les teintes retenues, sobres et minérales, s'inspirent de la palette locale et évoquent les nuances du calcaire de Caen, matériau emblématique du patrimoine bâti de la ville. Les matériaux, durables et de qualité, affirment quant à eux une identité contemporaine tout en assurant une continuité avec l'environnement architectural existant.

4 Annexes

ANNEXES DE L'ETUDE D'IMPACT

Annexe 1 - Mission géotechnique G2 AVP complémentaire- ECR environnement, avril 2024

Annexe 2 - Diagnostic simplifié de l'environnement, Quartier Rosa Parks à Caen- ExEco environnement, juin 2022

Annexe 3 - A200 - Investigation sur le milieu sol - ECR environnement, juillet 2022

Annexe 4 - A200 - Investigation sur le milieu sol - compléments - ECR environnement, avril 2023

Annexe 5 - Diagnostic acoustique - abc decibel, décembre 2022

Annexe 6 - Plan de gestion - ECR environnement, juin 2023

ANNEXES COMPLEMENTAIRES DU MEMOIRE DE REPONSE

Annexe 7 - Notice hydraulique secteur du Nouveau bassin - Sogeti Ingenierie, mai 2023

Annexe 8 - Etude hydrogéologique - ECR Environnement, mars 2025

Annexe 9 - Courrier - pollution des sols - ECR Environnement, avril 2025

Annexe 10 - Courrier - capacité production eau potable - Eau bassin Caennais, avril 2024

Annexe 11 - Courrier - capacité station épuration Nouveau Monde - Caen la mer, avril 2024

Annexe 12 - Etude air et santé - projet Nouveau Bassin - Rincent air, janvier 2021

Annexe 13 - RE2020 RSEE - ACV Logements, avril 2025

Annexe 14 - RE2020 RSEE - ACV Bureaux, avril 2025

Annexe 15 - Simulation thermique dynamique (STD) Bureaux, mars 2025