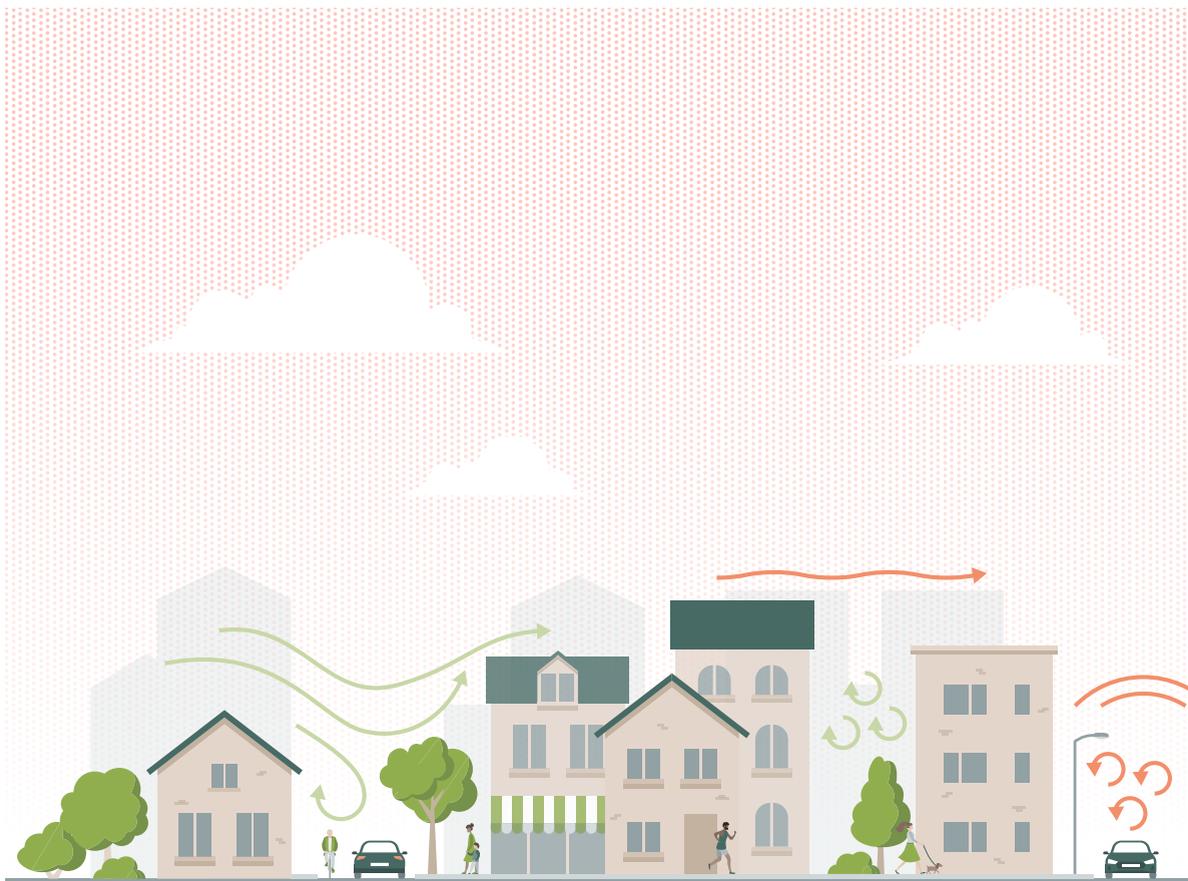




RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



CLÉS POUR AGIR

# Intégrer la qualité de l'air dans les projets d'aménagement urbain

## La méthode MODELAIRURBA

## Ce document est édité par l'ADEME

### ADEME

20, avenue du Grésillé  
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique : RAMBOLL, AIA Environnement, ADEME

Rédacteurs : Hélène PIET, Olivia ROUSSEAU, Frédéric PRADELLE, Isabelle AUGEVEN-BOUR, Nadine DUESO, Béatrice PAPIN, Barbara SEGRE

Crédits photo : ADEME, Freepik

Création graphique : Raphaël BAIZEAU

Dépôt légal : ©ADEME Éditions, janvier 2025

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L. 122-10 à L. 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

# ÉDITO

## La qualité de l'air, une responsabilité collective

La pollution de l'air est un enjeu majeur de santé publique et une préoccupation environnementale. Des liens de causalité sont avérés entre la pollution de l'air et de nombreuses maladies. La population urbaine est particulièrement exposée, et même surexposée lorsque les lieux de vie ou d'activités sont situés à proximité directe d'axes routiers majeurs.

Depuis l'adoption le 23 octobre 2024 d'une nouvelle directive européenne sur la qualité de l'air ambiant, l'ambition est renforcée. Elle comporte un abaissement à horizon 2030 des valeurs limites réglementaires de qualité de l'air, avant un alignement à plus long terme sur les valeurs préconisées par l'Organisation Mondiale de la Santé depuis 2021. Pour anticiper ces nouvelles exigences, il existe plusieurs façons d'agir.

Si la réduction à la source, comme la réduction de la place de la voiture en ville ou la diminution des émissions polluantes du parc automobile, est à privilégier, une action sur la morphologie urbaine constitue un deuxième levier d'action. L'éloignement entre les sources de pollution et les publics, la mise en place d'obstacles ou d'éléments favorisant la dispersion des polluants permettent de diminuer leur niveau d'exposition. Dans un contexte de densification urbaine et d'objectif de Zéro Artificialisation Nette, il est de la responsabilité de l'ensemble des décideurs et des acteurs de l'urbanisme d'intégrer les enjeux de qualité de l'air dans l'aménagement urbain pour préserver la santé de la population.

Le présent guide s'appuie sur l'expérimentation MODELAIRURBA portée par Plaine Commune et soutenue par l'ADEME dans le cadre de l'appel à projets AACT-AIR. Compte-tenu de l'intérêt et de la répliquabilité de la démarche, l'ADEME a réalisé avec les bureaux d'études RAMBOLL et AIA, qui avaient travaillé sur ce projet, un guide pratique visant à synthétiser les éléments méthodologiques issus

de ce travail collaboratif entre un territoire, des urbanistes-architectes et des experts de la qualité de l'air.

Le guide rappelle les problématiques croisées entre pollution atmosphérique et urbanisme, présente la méthode d'aide à la conception et à la décision avec des grandes étapes qui s'insèrent dans la chronologie d'un projet d'aménagement, puis incite à systématiser la prise en compte de la qualité de l'air par une déclinaison dans l'ensemble des documents cadres relatifs à l'aménagement urbain.

Si la marge de manœuvre pour déployer cette méthode est plus aisée dans le cadre de nouveaux aménagements, certaines préconisations, comme celles proposées pour sensibiliser les habitants et usagers en phase d'exploitation sont également applicables sur l'existant.

Le guide s'accompagne de fiches de retour d'expérience et d'un document de sensibilisation des élus.

Nous souhaitons que ce guide constitue un déclencheur pour inciter à minimiser l'exposition des populations à la pollution de l'air lors de l'aménagement des sites localisés à proximité d'axes routiers à fort trafic.

L'ADEME, via ses dispositifs de soutien, propose d'accompagner les collectivités locales dans la mise en œuvre de cette méthode et poursuivra la collecte et l'animation de retours d'expérience sur ce sujet.

Jérémie ALMOSNI  
Directeur Villes et  
Territoires Durables  
ADEME



# SOMMAIRE

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		
<b>ÉDITO</b>	<b>3</b>	<b>LA QUALITÉ DE L'AIR, UN ENJEU POUR L'URBANISME</b> <b>6</b>	<b>UNE APPROCHE PRÉVENTIVE ADAPTÉE À LA QUALITÉ DE L'AIR</b> <b>14</b>	<b>UNE MÉTHODE RIGOREUSE D'AIDE À LA CONCEPTION ET À LA DÉCISION</b> <b>18</b>	<b>VERS UNE DÉCLINAISON DANS LES DOCUMENTS CADRES</b> <b>50</b>	<b>RÉSUMÉ</b> <b>61</b>
		Un enjeu majeur de santé publique <b>6</b>	La séquence ERC : « Éviter - Réduire - Compenser » <b>14</b>	Les grandes étapes de la méthode <b>18</b>	Les documents cadres pour intégrer la qualité de l'air <b>50</b>	<b>SIGLES ET ACRONYMES</b> <b>62</b>
		Des sources différenciées d'émissions de polluants <b>9</b>	La séquence ERP21 : « Éviter - Réduire - Protéger - Inciter - Informer » <b>16</b>	<b>À RETENIR</b> Les étapes de la méthode dans la chronologie d'un projet urbain <b>20</b>	<b>À RETENIR</b> La qualité de l'air dans les principaux documents cadres pour la collectivité <b>52</b>	<b>NOTES</b> <b>63</b>
		Une influence significative de l'urbanisme et de l'architecture <b>11</b>	<b>À RETENIR</b> L'approche ERP21 POUR LA QUALITÉ DE L'AIR <b>17</b>	Phase 1 : Programmation et études préalables <b>22</b>	Une stratégie d'ensemble portée par le PCAET <b>54</b>	
		Une étude pilote développée en Île-de-France <b>12</b>		Phase 2 : Conception du projet urbain <b>30</b>	Des exigences et des prescriptions opérationnelles intégrées dans le PLUi <b>56</b>	
		<b>À RETENIR</b> Un guide pratique à l'intention des décideurs et porteurs de projets <b>13</b>		<b>À RETENIR</b> Les leviers architecturaux pour limiter les risques d'exposition <b>34</b>	Une acculturation des élus et des porteurs de projet <b>58</b>	
				<b>À RETENIR</b> La fresque de la qualité de l'air en ville <b>38</b>		
				Phase 3 : Études opérationnelles <b>43</b>		
				Phase 4 : Exécution des travaux <b>44</b>		
				Phase 5 : Exploitation <b>46</b>		
				<b>À RETENIR</b> Des retours d'expériences en France <b>48</b>		



## PRATIQUE !

RETROUVEZ L'ESSENTIEL DE LA MÉTHODE MODELAIURBA DANS LES 7 PAGES **À RETENIR**

# 1

## LA QUALITÉ DE L'AIR, UN ENJEU POUR L'URBANISME

### Un enjeu majeur de santé publique

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la pollution atmosphérique est un des principaux facteurs environnementaux de risque pour la santé dans l'Union Européenne. Malgré une amélioration notable des niveaux de pollution dans l'air depuis les années 1990, certaines métropoles et villes moyennes françaises sont toujours confrontées à des enjeux de surexposition d'une partie de leur population<sup>1</sup>.

L'exposition à la pollution atmosphérique peut engendrer des effets sanitaires graves, en particulier lors d'une exposition chronique. Selon l'OMS, les polluants de l'air ambiant dont les effets sur la santé sont les plus graves sont les particules fines (PM), l'ozone (O<sub>3</sub>), le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)<sup>2</sup>. La dangerosité des

particules fines dépend de leur taille (les plus petites pénètrent facilement et durablement dans l'organisme), mais aussi de leur composition chimique, elle-même liée à leur origine.

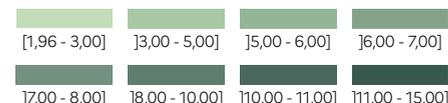
D'après Santé Publique France, chaque année près de 40 000 décès seraient attribuables à une exposition de la population aux particules fines de diamètre inférieur à 2,5 micromètre (PM<sub>2,5</sub>) et 7 000 décès à une exposition de la population au NO<sub>2</sub> (SPF, période 2016-2019)<sup>3</sup>. Comme l'illustre la carte ci-dessous, une diminution des niveaux d'exposition aux particules PM<sub>2,5</sub> représenterait en France un gain de deux à quinze mois d'espérance de vie suivant les contextes.

Tous les territoires et tous les profils de population ne sont pas égaux face à la pollution de l'air et aux effets sanitaires associés. Si le risque est plus important dans les grandes villes, les communes de taille inférieure et les milieux ruraux sont aussi concernés, en particulier concernant l'exposition aux particules fines.



Poids total de l'exposition à long terme aux PM<sub>2,5</sub> sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (en %) en France métropolitaine

Scénario « Poids total de la pollution aux PM<sub>2,5</sub> »  
Gain attendu en espérance de vie (en mois)



Source : Santé publique France, 2021.

### LES EFFETS DE LA POLLUTION SUR LA SANTÉ

**YEUX, NEZ, GORGE**  
Irritations, difficultés respiratoires, allergies...

**CERVEAU**  
Maux de tête, anxiété, maladies neuro-dégénératives (comme la maladie d'Alzheimer)...

**POUMONS**  
Irritations, inflammations, réduction des capacités respiratoires, broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO), asthme, cancer...

**CŒUR ET SANG**  
Accident vasculaire cérébral, troubles cardiaques, hypertension, augmentation de la coagulabilité, formation de caillot...

**SYSTÈME REPRODUCTEUR**  
Troubles de la fertilité, fausse couche...

**NOURRISSON / ENFANT**  
Naissance prématurée, petit poids de naissance, retard de croissance du fœtus, impact sur le développement intellectuel...

Pathologies associées à une exposition à la pollution de l'air (source : ADEME, 2023)<sup>6</sup>

### Des effets sur la santé à court et long terme

L'OMS a publié en 2021 de nouvelles lignes directrices de qualité de l'air, abaissant ainsi la quasi-totalité des seuils définis en 2005<sup>4</sup>. Fondées sur une analyse systématique des données scientifiques probantes les plus récentes, ces valeurs guides actualisées de l'OMS montrent que les effets néfastes de la pollution atmosphérique sur la santé surviennent à des concentrations encore plus faibles qu'on ne le pensait auparavant. Bien que ces valeurs cibles ne soient pas juridiquement contraignantes, elles traduisent l'importance de renforcer les actions visant à améliorer la qualité de l'air à différentes échelles de territoire afin de protéger la santé des populations.

Une exposition de court terme (exposition aiguë lors des pics de pollution par exemple) peut provoquer des symptômes irritatifs

(yeux, nez, gorge), aggraver des pathologies respiratoires existantes (asthme, bronchite...) ou encore favoriser la survenue d'un infarctus du myocarde. Une exposition sur plusieurs années (exposition chronique) peut induire des effets sanitaires encore plus importants : pathologies cardiovasculaires ou respiratoires, troubles de la reproduction et du développement de l'enfant, affections neurologiques... Selon l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE), les maladies cardiovasculaires et les crises cardiaques sont aujourd'hui les principales causes (80%) de décès prématurés dus à la pollution de l'air en Europe<sup>5</sup>.

Enfants en bas âge, personnes âgées, femmes enceintes, personnes atteintes de maladies chroniques, conditions socio-économiques défavorables... certains profils de population, déjà vulnérables, sont plus particulièrement sensibles à cette altération de la qualité de l'air<sup>6</sup>.

## Des réglementations de plus en plus exigeantes

Trois niveaux de réglementation sur l'air peuvent être distingués : la législation européenne, la réglementation de l'État français et les politiques publiques locales (documents-cadres des régions, départements et collectivités : cf. p.50 [Les documents cadres pour intégrer la qualité de l'air](#)). Les directives européennes sont transposées dans la réglementation des Etats Membres, qui peuvent y ajouter des critères plus restrictifs que ceux imposés par la Commission européenne. En France la réglementation est actuellement alignée sur les directives en vigueur (notamment la Directive 2008/50/CE pour les seuils de concentration à ne pas dépasser).

Pour donner suite à la publication des nouveaux seuils de référence de l'OMS, de nombreux pays et institutions envisagent de révi-

ser à la baisse leurs valeurs seuil afin de se rapprocher davantage de ces préconisations sanitaires. Le 23 octobre 2024, le Parlement européen a adopté une révision de la directive relative à la qualité de l'air, qui abaisse les valeurs limites de concentration à respecter dans l'ensemble de l'Union Européenne à partir du 1er janvier 2030<sup>7</sup>. Pour les PM<sub>2,5</sub> et le NO<sub>2</sub>, les valeurs limites annuelles sont significativement réduites, passant respectivement de 25 µg/m<sup>3</sup> à 10 µg/m<sup>3</sup> et de 40 µg/m<sup>3</sup> à 20 µg/m<sup>3</sup>. La nouvelle directive EU 2024/2881 garantit également une action rapide, au moyen de feuilles de route sur la qualité de l'air qui doivent être élaborées avant 2030, s'il existe un risque que les nouvelles normes ne soient pas respectées à cette date. Le nombre de zones en dépassement des valeurs limites réglementaires est donc amené à augmenter fortement en France, incitant ainsi les collectivités à mieux prendre en compte cette problématique sanitaire majeure.

Valeurs de référence (en µg/m <sup>3</sup> )		Valeurs réglementaires françaises en vigueur (depuis 2010)	Valeurs réglementaires européennes en vigueur (2008-2030)	Valeurs réglementaires européennes adoptées (à partir de 2030)	Valeurs guides OMS (depuis 2021)
Particules PM <sub>2,5</sub>	Moyenne annuelle	25	25	10	5
	24 heures	-	-	25 à ne pas dépasser plus de 18 fois par an	15 à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an
Particules PM <sub>10</sub>	Moyenne annuelle	40	40	20	15
	24 heures	50 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	50 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	45 à ne pas dépasser plus de 18 fois par an	45 à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an
Dioxyde d'azote NO <sub>2</sub>	Moyenne annuelle	40	40	20	10
	24 heures	200 à ne pas dépasser plus de 18 fois par an	200 à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	50 à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	25 à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an
Ozone O <sub>3</sub>	Pic saisonnier (6 mois / 8 heures)	-	-	-	60
	8 heures	-	120 à ne pas dépasser plus de 25 jours par an	120 à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	100 à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an
Benzène	Moyenne annuelle	5	5	3,4	1,7

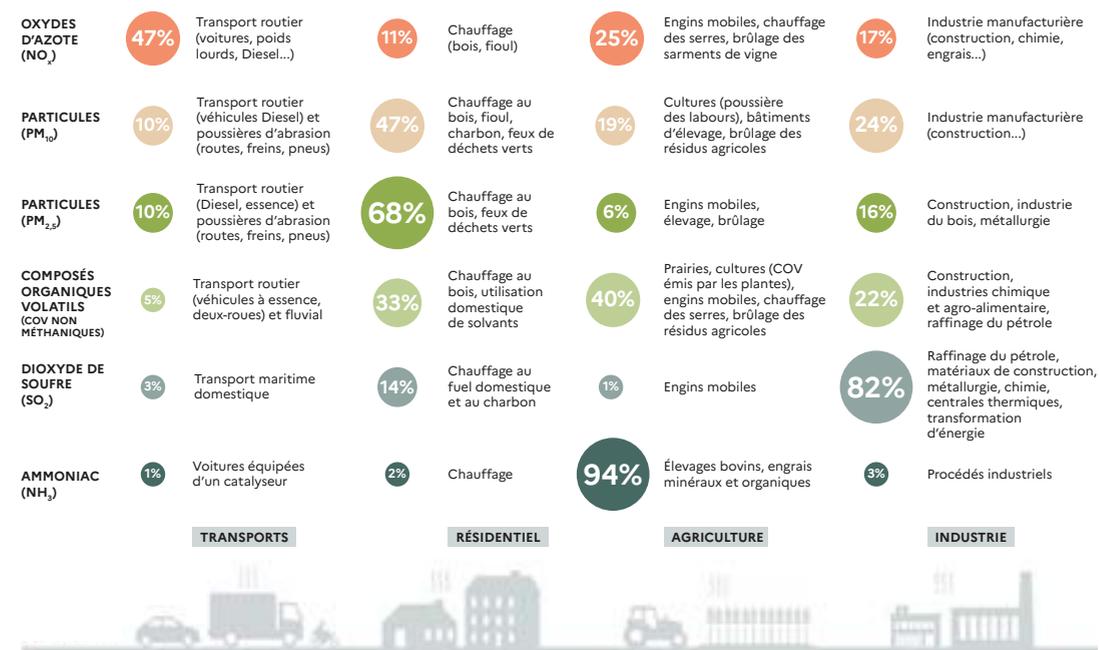
Évolution des seuils de référence OMS et valeurs limites réglementaires européennes et françaises

## Des sources différenciées d'émissions de polluants atmosphériques

Les nombreuses sources émettrices de polluants dans l'air peuvent être d'origine naturelle (végétation, érosion du sol, incendie, océans...) ou anthropique (activités industrielles, transport, chauffage, chantiers, agri-

culture...). Les polluants directement émis dans l'atmosphère sont appelés **polluants primaires**. Les sources et les quantités émises peuvent varier significativement d'un point de vue spatial et temporel.

Comme l'illustre le schéma des émissions sur le territoire national ci-dessous, les sources d'émission d'oxydes d'azote (NOx)\* et de particules sont multiples et diffuses, ce qui complique la mise en œuvre de mesures de réduction de ces émissions.



Part des secteurs d'activité dans les émissions anthropiques en France en pourcentage (source : ADEME, 2024 - chiffres : Citepa, 2024)

### Une distinction importante entre émissions et concentrations

Après émission, les polluants sont soumis à des phénomènes complexes dépendant des conditions météorologiques (vent, pluie, température, rayons du soleil...) et de la topographie. Ces polluants dits « précurseurs », peuvent alors donner naissance à d'autres polluants, appelés **polluants secondaires**,

dont la quantité et la nature dépendent des réactions intervenant dans l'atmosphère.

Par exemple, dans certaines conditions climatiques, les NOx réagissent avec des composés organiques volatils (COV) pour conduire à la formation d'ozone (O<sub>3</sub>) troposphérique, ou avec l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) pour conduire à la formation de particules secondaires\*\*. L'ozone est un polluant exclusivement secondaire notamment.

\* Le terme « oxydes d'azote » désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Tout processus de combustion produit du NO et du NO<sub>2</sub>, cependant au contact de l'air, le NO est rapidement oxydé en NO<sub>2</sub>.

\*\* Les particules peuvent être des polluants primaires lorsqu'elles sont directement émises dans l'atmosphère, ou secondaires lorsqu'elles sont générées à partir d'autres polluants, dits précurseurs.

La qualité de l'air résulte donc d'un équilibre complexe entre les quantités de polluants rejetées par les sources émettrices et les phénomènes subis par ces polluants dans l'atmosphère (transport, dilution, réactions chimiques, dépôts...).

Il s'agit ainsi de bien distinguer :

- **Les émissions de polluants** : quantités de polluants rejetées dans l'atmosphère par des sources d'origine naturelle ou anthropique, exprimées par exemple en kilogrammes par heure ou tonnes par an,
- **Les concentrations en polluants** : teneurs en polluant dans l'air à un endroit et à un moment donné et caractérisant le niveau d'exposition de la population à ce polluant, exprimées le plus souvent en microgrammes de polluant par mètre cube d'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Les données de concentrations concernent à la fois les polluants primaires et les polluants secondaires.

**Il n'y a pas de relation simple et proportionnelle entre émissions et concentrations.** Les concentrations peuvent varier significativement dans le temps (mois, jour, heure...) et dans l'espace, suivant le contexte (sources émettrices locales, temporalité des émissions, conditions météorologiques, topographie...).

Il est notamment important de distinguer la pollution de proximité de la pollution de fond :

- **La pollution de proximité** : correspond à une situation locale (proximité avec des sources émettrices) et peut varier sur de courtes périodes.
- **La pollution de fond** : correspond à des concentrations représentatives de la qualité de l'air d'un large secteur géographique (région ou métropole par exemple). Elle s'évalue sur des périodes plus longues et englobe les polluants atmosphériques issus de sources d'émissions diverses et plus ou moins éloignées. Certains polluants peuvent en effet parfois être transportés sur de très longues distances par les masses d'air (poussières de sables du Sahara ou émissions volcaniques par exemple).

Cette échelle géographique d'origine de la pollution ne doit toutefois pas être confondue avec l'échelle d'action. En particulier, la multiplication des actions locales pour réduire les émissions de polluants permettra nécessairement de réduire la pollution de fond.

## Une surexposition à proximité directe des axes routiers majeurs

En France, malgré une amélioration globale de la qualité de l'air constatée ces dernières années par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) d'après les données des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA \*), des dépassements des valeurs réglementaires et des seuils OMS pour la protection de la santé humaine subsistent. Les grandes agglomérations (plus de 250 000 habitants), et dans une moindre mesure celles de taille moyenne (50 000 à 250 000 habitants), sont les plus concernées par cette surexposition à la pollution de la population.

Ces dépassements sont plus particulièrement constatés à proximité des axes routiers. Sur l'ensemble des stations nationales de mesure, les concentrations moyennes annuelles à proximité du trafic routier sont deux fois plus élevées pour le  $\text{NO}_2$  qu'en fond urbain et 1,3 fois plus élevées pour les  $\text{PM}_{10}$  et les  $\text{PM}_{2,5}$ <sup>1</sup>.

Au-delà des pics de pollution exceptionnels (courte exposition à des concentrations élevées, souvent médiatisées et conduisant à des mesures d'urgence (circulation alternée, réduction des vitesses...), c'est la pollution chronique (longue exposition à des concentrations moins élevées) qui est la plus préoccupante pour la santé. Les personnes et écosystèmes vivant à proximité de sources, tels les axes routiers, sont ainsi les plus exposés à cette pollution du quotidien, en intensité comme en fréquence, et subissent donc des impacts sanitaires aggravés.

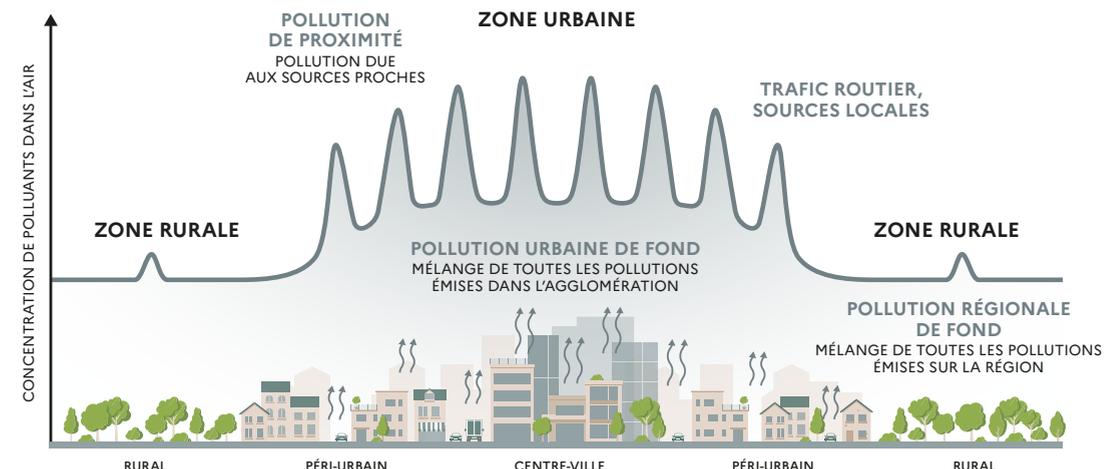


Schéma de principe de différenciation de la pollution de l'air de proximité et de fond

## Une influence significative de l'urbanisme et de l'architecture

Les niveaux de pollution de l'air extérieur liée au trafic routier présentant de fortes variations locales, l'aménagement urbain constitue un levier à fort potentiel pour agir sur les niveaux d'exposition des populations. Une prise en compte éclairée de cet enjeu dans le choix de planification et d'aménagement des territoires peut en effet permettre de limiter les émissions, de favoriser la dispersion des polluants et/ou de limiter l'exposition des populations. Ainsi, parmi les principaux leviers d'action pour limiter la pollution de l'air et l'exposition sanitaire à cette pollution en milieu urbain, figurent :

- **La réduction des émissions à la source** (trafic routier notamment),
- **La distance et l'effet d'obstacle** par rapport à la source d'émission,
- **La morphologie bâtie et les aménagements paysagers adaptés,**
- **L'enveloppe et les caractéristiques techniques des bâtiments** limitant les transferts de pollution extérieure vers l'intérieur,

- **Les activités et comportements des usagers adéquats et ajustés** en fonction des niveaux d'exposition.

Chaque situation étant différente, les dispositions à mettre en œuvre doivent être contextualisées. De la planification territoriale à la conception même des espaces bâtis et non bâtis, l'aménagement urbain peut exercer une influence majeure et complémentaire aux mesures prises pour réduire les émissions à la source, afin de limiter l'impact de la pollution sur les populations. Les Français passant en moyenne 90 % de leur temps en intérieur, il est par ailleurs nécessaire de prendre des mesures pour agir simultanément sur les niveaux d'exposition en extérieur et à l'intérieur des bâtiments, d'autant qu'elles nourrissent de fortes interactions.

De nombreuses métropoles étant concernées par la pollution de l'air, des initiatives locales ont été mises en place ces dernières années en France afin d'inciter à une meilleure prise en compte de la pollution de l'air, notamment liée au trafic routier, dans l'aménagement des territoires en milieu urbain (Strasbourg, Nantes, Grenoble, Rennes, Île-de-France...). Leur mise en œuvre reste toutefois complexe par manque de lignes directrices opérationnelles et partagées par l'ensemble des acteurs.

\* AASQA : Associations Agréées de Surveillance Qualité de l'Air. Chaque région de France est dotée d'une AASQA, agréée par le ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche.

## **Méthode ECRAINS** - ADEME

ECRAINS® (Engagement à Construire Responsable pour un Air INTérieur Sain) est une démarche préventive visant à limiter durablement les émissions de polluants à la source et à pérenniser la qualité de l'air intérieur. Elle vise les projets neufs ou en réhabilitation et propose un référentiel commun couvrant l'ensemble des phases du projet (du diagnostic de site jusqu'à la première année de vie du bâtiment) et des outils pour les principaux acteurs du bâtiment.

## Une étude pilote développée en Île-de-France

Dans le département de la Seine-Saint-Denis en Île-de-France, l'Établissement Public Territorial (EPT) Plaine Commune a réalisé une étude pilote nommée MODELAIRURBA<sup>9</sup>, visant une meilleure prise en compte de la pollution atmosphérique liée au trafic routier dans ses décisions et ses politiques publiques d'aménagement.

Lauréate de l'appel à projet AACT-AIR de l'ADEME en 2020 et menée par le groupe AIA Environnement, RAMBOLL et AIA Territoires, cette étude était structurée en deux grandes phases :

- **La première phase, centrée sur deux cas d'étude** (Secteur Porte de la Chapelle à Saint-Denis et Secteur des Six-Routes à La Courneuve), consistait à :
  - Étudier rigoureusement les enjeux de pollution de l'air sur ces secteurs de projets du territoire situés près d'une autoroute,
  - Évaluer et optimiser les scénarios d'aménagement via un travail de modélisation de la concentration en polluants dans l'air et des recommandations opérationnelles permettant de limiter l'exposition des usagers,

- **La deuxième phase, visant à systématiser la prise en compte de la qualité de l'air en amont des projets urbains du territoire**, était consacrée à la définition d'une stratégie pour une meilleure intégration de la qualité de l'air dans les documents cadres d'urbanisme de l'EPT.

Réalisée en amont des études d'impact réglementaires, cette approche a permis d'objectiver les enjeux, de préciser l'influence de la morphologie urbaine et de démontrer l'efficacité des dispositions envisagées. L'engouement suscité par cette expérimentation a permis de franchir un seuil dans la prise de conscience des services, des élus, et plus largement des professionnels de la fabrique urbaine impliqués. La deuxième phase du projet a aussi permis d'orienter l'EPT Plaine Commune vers une stratégie générale de mise en cohérence de ses politiques publiques à toutes les échelles :

- **Systématiser la méthode MODELAIRURBA sur les projets urbains**, en cours ou à venir, situés dans une bande de 200 m autour des autoroutes ou du périphérique et pour lesquels une programmation de logements, équipements publics ou stades est prévue (soit six projets de Zones d'Aménagement concertées (ZAC) et cinq projets du Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain (NPNRU)),
- **Affiner le diagnostic du territoire** pour identifier des zones à enjeux méritant une attention renforcée sur la qualité de l'air,
- **Nourrir la révision des documents-cadres du territoire** avec la stratégie proposée dans le cadre de l'étude MODELAIRURBA.



## À retenir

# UN GUIDE PRATIQUE À L'INTENTION DES DÉCIDEURS ET PORTEURS DE PROJETS

Fruit d'un travail collaboratif entre un territoire, des urbanistes - architectes et des experts de la qualité de l'air, avec le support de l'ADEME, l'expérimentation MODELAIRURBA a montré que la méthode mise en œuvre constitue un outil précieux d'aide à la décision pour aménager des sites localisés à proximité d'axes routiers à fort trafic en veillant à préserver la santé des habitants.

Souhaitant encourager l'émergence de démarches opérationnelles similaires, l'ADEME a voulu s'appuyer sur ce retour d'expérience afin de proposer un guide méthodologique pour une meilleure prise en compte de la pollution de l'air dans les projets d'aménagement urbain. L'objectif est d'offrir, aux décideurs et acteurs de l'aménagement, un cadre permettant :



**Un traitement concerté des enjeux de qualité de l'air**



**Une robustesse méthodologique des études menées**



**Des solutions opérationnelles contextualisées**

L'objet du présent guide est de :

- Présenter la méthode MODELAIRURBA et les recommandations formulées dans le cadre de cette étude pilote, dans un objectif de répliquabilité sur d'autres secteurs et territoires.
- Partager des retours d'expériences similaires menés en France ces dernières années, en complétant le guide par des fiches retour d'expérience « Ils l'ont fait ».
- Proposer une stratégie pour généraliser l'approche à l'échelle d'un territoire en intégrant des exigences et recommandations dans les documents cadres d'urbanisme.

Dans la suite de ce document, le terme « méthode MODELAIRURBA » désigne la méthode complète initiée et expérimentée par l'EPT Plaine Commune<sup>9</sup> et pouvant s'appliquer à une opération d'aménagement.

# 2

## UNE APPROCHE PRÉVENTIVE ADAPTÉE À LA QUALITÉ DE L'AIR

### SOCLE DE LA MÉTHODE

#### La séquence ERC : « Éviter – Réduire – Compenser »

#### Une approche préventive et corrective pour la protection de la nature

Inscrit dans le code de l'environnement et le code de l'urbanisme, le principal dispositif réglementaire visant à garantir la prise en compte des enjeux environnementaux et de santé humaine dans les projets d'aménagement est l'évaluation environnementale. Celle-ci vise à identifier les enjeux et effets potentiels du projet pour s'assurer qu'ils soient bien pris en compte.

Elle demande en particulier de justifier de la mise en œuvre de la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » (ERC), une approche structurée et préventive introduite en droit français par la loi 76-629 du 10 juillet 1976 visant à limiter les dommages sur l'environnement.

Déclinant la doctrine nationale sur un plan méthodologique, le triptyque ERC a pour principal objectif de fournir aux acteurs de terrain (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, services instructeurs, autorité environnementale...) une méthodologie claire, faisant consensus et gage d'une mise en œuvre de mesures pertinentes et cohérentes.

Tel que l'illustre le schéma de principe suivant, la démarche ERC affiche des objectifs à atteindre et définit un ordre de priorité pour les actions à mettre en œuvre : identifier des mesures afin d'éviter les atteintes à l'environnement, réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées puis compenser les effets qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. L'évitement étant la seule opportunité qui garantisse la non-atteinte à l'environnement considéré, la compensation ne doit intervenir qu'en dernier recours, quand les impacts n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits. Cette séquence doit conduire à prendre en compte l'environnement le plus en amont possible lors de la conception des projets.



**ÉVITER**

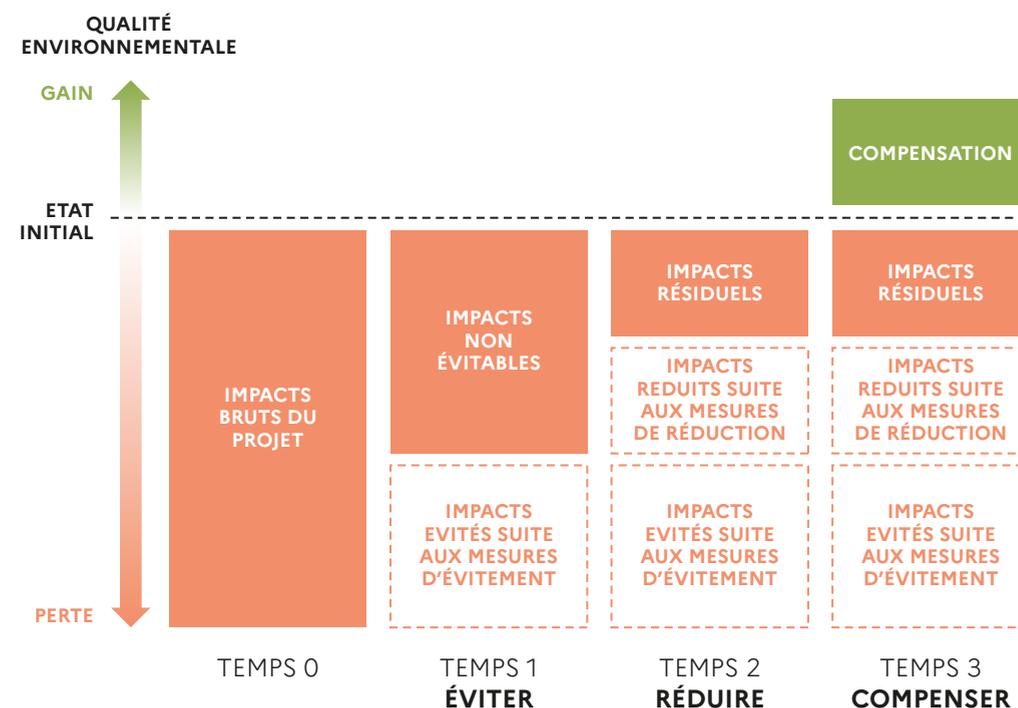
Une mesure d'évitement modifie un projet afin de supprimer un impact négatif identifié que ce projet engendrait.

**RÉDUIRE**

Une mesure de réduction vise à réduire autant que possible la durée, l'intensité et / ou l'étendue des impacts d'un projet qui ne peuvent pas être compléments évités.

**COMPENSER**

Une mesure compensatoire a pour objet d'apporter une contrepartie aux effets négatifs notables, directs ou indirects du projet qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits.



## La séquence ERP2I : « Éviter – Réduire – Protéger – Inciter – Informé »

### Une approche préventive et corrective pour la protection de la santé

L'approche proposée dans le cadre de la méthode MODELAIRURBA est fondée sur une nouvelle séquence, qui décompose le dernier volet de l'approche ERC, « compenser », en trois actions essentielles et complémentaires : « protéger, informer et inciter ». Socle théorique fondateur de la méthode MODELAIRURBA, la séquence appelée « Éviter – Réduire – Protéger – Inciter – Informé », dite « ERP2I », priorise des actions à mettre en place afin de limiter l'exposition des populations à la pollution de l'air, en tenant compte notamment de l'influence de la morphologie urbaine et des usages.

La réduction à la source reste l'action à privilégier, suivie de la réduction de l'exposition et de la protection des populations à la pollution résiduelle, via un aménagement urbain et architectural adapté. Enfin, l'information et l'incitation des populations s'avèrent indispensables pour permettre une adaptation des usages et des comportements dans les secteurs restants surexposés. La séquence ERP2I est ainsi à appréhender selon la description ci-contre.

La séquence ERP2I met en évidence les grands principes d'aménagement urbain permettant de limiter l'exposition des populations à la pollution de l'air en zone urbaine. La méthode détaillée dans ce guide explique comment mettre en œuvre cette séquence dans le cadre de la conception à l'échelle d'un projet urbain (chronologie, acteurs, outils, leviers architecturaux...) et comment la généraliser à l'échelle d'un territoire (acteurs, documents cadres, méthode...).

#### ÉVITER

Supprimer certaines sources de pollution ou recourir à des alternatives moins polluantes (en définissant par exemple des restrictions d'accès d'un secteur à certains véhicules polluants ou en orientant les modes de déplacements vers de la mobilité active et les transports en commun).

#### RÉDUIRE

Réduire les émissions à la source (en jouant par exemple sur les vitesses de circulation pour les voies rapides, ou en améliorant la fluidité de la circulation) et diminuer le niveau d'exposition en allongeant le chemin entre la source et la population exposée par effet de distance, obstacle ou en favorisant la dispersion.

#### PROTÉGER

Limiter le transfert de pollution atmosphérique de l'extérieur vers l'intérieur des bâtiments et préserver plus particulièrement les populations vulnérables (répartition des programmes, organisation spatiale, étanchéité de l'enveloppe, systèmes de ventilation, position des prises d'air...).

#### INCITER

Inviter les habitants et usagers à faire des choix et/ou à adopter des comportements limitant leur exposition et/ou leur vulnérabilité à la pollution de l'air (mobiliers offrant des opportunités d'usages, signalétique ou dispositions incitatives, livrets d'accueil usagers...).

#### INFORMER

Informé les habitants et usagers des niveaux de qualité de l'air différenciés au sein du quartier (dispositifs de monitoring, signalétique informative, livrets d'accueil usagers...).

## À retenir

### L'APPROCHE ER2PI POUR LA QUALITÉ DE L'AIR



#### 1 ÉVITER

- Suppression des sources de pollution
- Développement des modes de déplacement non polluants
- Développement de la mobilité active

#### 2 RÉDUIRE

- Réduction des émissions à la source (exemples : vitesse, trafic routier, types de véhicules)
- Recul et mise à distance des populations vis-à-vis des populations de pollution
- Programmation des bâtiments limitant l'exposition des personnes vulnérables
- Morphologie urbaine et bâtie
- Effet d'obstacle
- Végétation adaptée

#### 3 PROTÉGER

- Répartition des programmes sensibles et organisation spatiale dans les bâtiments
- Étanchéité de l'enveloppe des bâtiments
- Position des ouvertures et prises d'air neuf
- Choix des systèmes de ventilation

#### 4 INCITER ET INFORMER

- Signalétique urbaine informative et incitative
- Opportunités d'usages extérieurs adaptées aux niveaux d'exposition
- Dispositifs de monitoring de qualité de l'air
- Livrets d'accueil usagers dans les bâtiments avec un volet qualité de l'air

# 3

## UNE MÉTHODE RIGOUREUSE D'AIDE À LA CONCEPTION ET À LA DÉCISION

### Les grandes étapes de la méthode

Proposant une approche rigoureuse et répliquable, la méthode MODELAIRURBA vise à objectiver les enjeux et évaluer l'efficacité des dispositions mises en œuvre aux différentes phases d'un projet urbain selon la séquence ERP2I. Les expertises et moyens techniques à déployer comme outils d'aide à la décision sont développés dans ce chapitre.

**Idéalement initiée dès la phase de programmation, la méthode MODELAIRURBA doit être intégrée dans le processus de conception** et servir d'aide à la décision, *a minima* jusqu'à la fin des études de conception. Ces étapes fondamentales, socles de la méthode, s'échelonnent sur une durée minimale d'environ six mois et viennent s'insérer dans les grandes phases de la vie du projet :

- **En phase de programmation**, l'objectif est d'évaluer les enjeux du territoire et d'établir un diagnostic rigoureux de la qualité de l'air au niveau du secteur à aménager, via des mesures des concentrations en polluants (*a minima* NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub>), et des modélisations tridimensionnelles.
- **En phase de conception du projet**, la mise en œuvre de la méthode permet :
  - De formuler des recommandations urbaines et architecturales opérationnelles visant à minimiser l'exposition des usagers aux polluants atmosphériques afin d'affiner la conception des scénarios d'aménagement en concertation avec les architectes et urbanistes,

- D'évaluer l'efficacité de ces recommandations sur la base de modélisations tridimensionnelles de la qualité de l'air en état futur, intégrant le ou les scénarios envisagés du projet d'aménagement,
- De sélectionner et affiner la version de projet la plus protectrice pour les populations, que ce soit en termes de programmation, de grands principes d'implantation des bâtiments ou de mesures permettant de limiter les expositions.
- **En phase d'études opérationnelles**, il s'agit de traduire ces choix de conception à travers des prescriptions inscrites au plan guide, au cahier des prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales (CPAUPE), au cahier des charges de cession de terrain (CCCT) ou aux fiches de lots, afin que les projets architecturaux intègrent l'ensemble des éléments techniques nécessaires.

Enfin, certaines actions de la séquence ERP2I seront traduites en prescriptions à appliquer au stade du **suivi des travaux** (pour la limitation des émissions de poussières de la phase chantier par exemple) ou au stade de **l'exploitation des bâtiments** (mise en place de monitoring de suivi ou contrôle des installations de traitement de l'air par exemple).

Cette partie du guide présente comment les différentes étapes de la démarche s'intègrent dans la chronologie d'un projet urbain.

## LA CHRONOLOGIE D'UN PROJET URBAIN



### PHASE 1

#### PROGRAMMATION ET ÉTUDES PRÉALABLES



### PHASE 2

#### CONCEPTION DU PROJET URBAIN



### PHASE 3

#### ÉTUDES OPÉRATIONNELLES



### PHASE 4

#### EXÉCUTION DES TRAVAUX



### PHASE 5

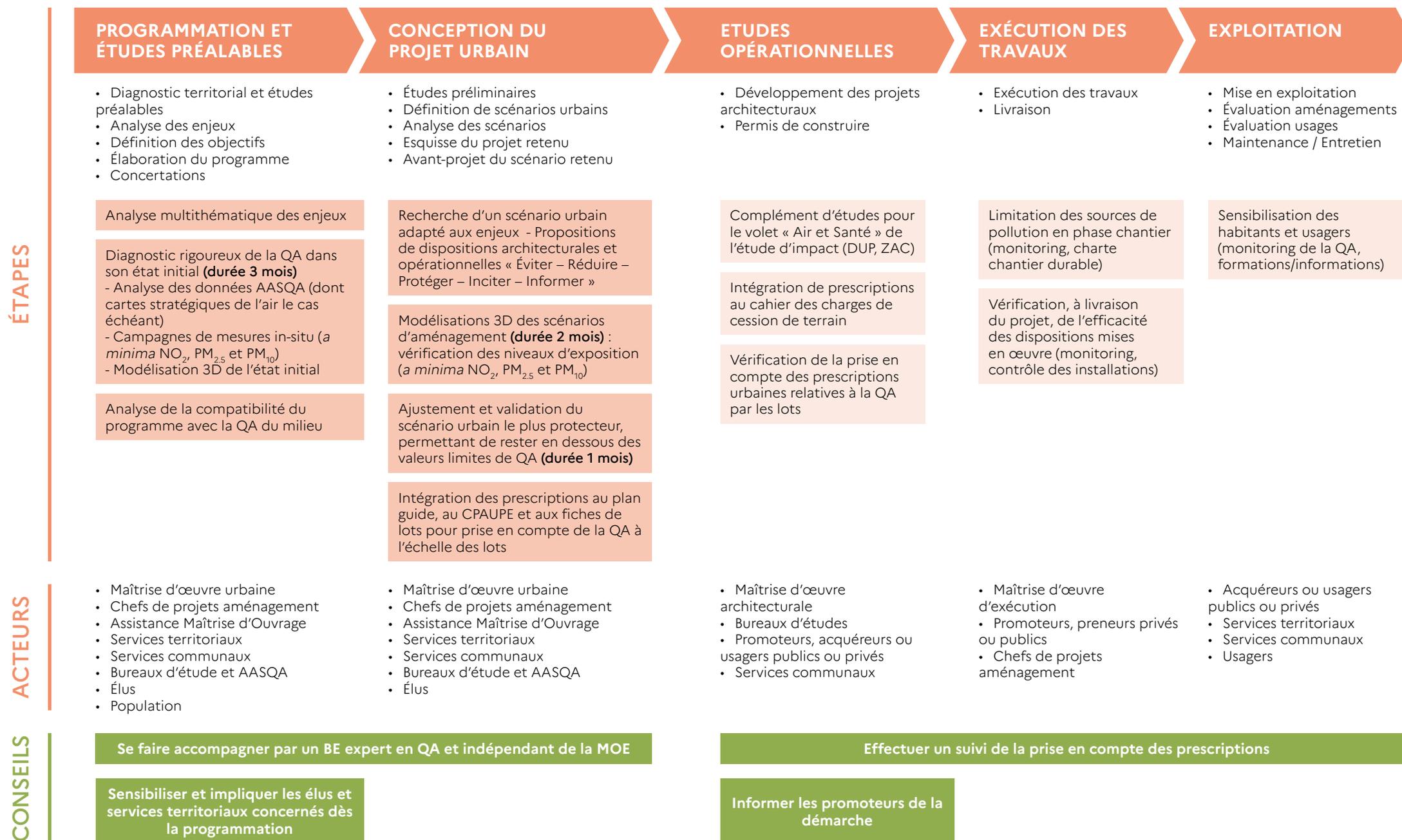
#### EXPLOITATION

# À retenir

## LES ÉTAPES DE LA MÉTHODE DANS LA CHRONOLOGIE D'UN PROJET URBAIN

Socle de la méthode

Selon contexte ou type de projets



\* QA = Qualité de l'air



## Phase 1 : Programmation et études préalables

La prise en compte de la pollution de l'air doit être intégrée le plus tôt possible dans la conception d'un projet d'aménagement, c'est à dire dès les phases de programmation et de réalisation des études préalables. Comme pour les autres enjeux environnementaux relatifs au contexte territorial (qualité de l'eau, acoustique, énergie, faune-flore...), il s'agit ainsi de collecter l'ensemble des données nécessaires pour appréhender les enjeux et marges de manœuvre du secteur d'aménagement (programmation, implantations, morphologie urbaine et paysagère...).

L'identification des sources d'émissions de polluants, actuelles et futures, ainsi que la caractérisation fine des niveaux de concentration dans l'air sur le site projet est une étape préalable essentielle.

### Une analyse multithématique des enjeux et marges de manœuvre

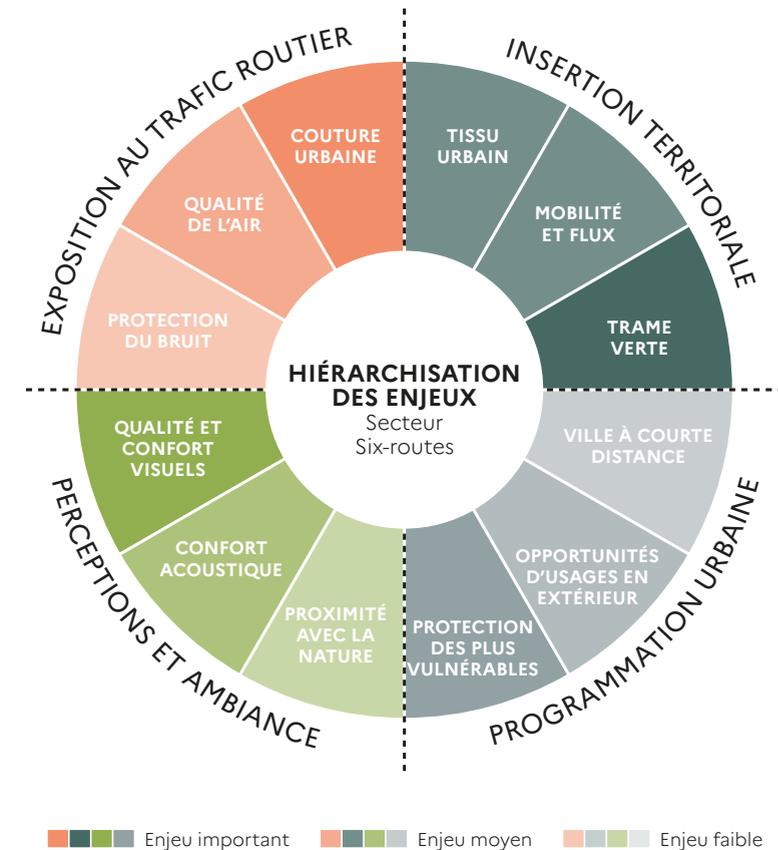
Étape fondamentale d'initialisation du travail de scénarisation et de préconisations d'aménagement, la phase d'**analyse de la situation existante** prend en compte les spécificités (sociales, urbaines, environnementales, réglementaires...) du contexte et du projet. Cette

analyse initiale constitue une étape clé, afin de proposer des solutions d'aménagement pertinentes, contextualisées et viables d'un point de vue opérationnel (urbain, technique, économique...). Il s'agit notamment de prendre en compte des documents de planification du territoire, tel que le Plan Local d'Urbanisme (PLU ou PLUi).

La stratégie en matière de nuisances doit être appréhendée de manière globale en confrontant les échelles, mais également en examinant la pluralité et l'interdépendance des enjeux. La qualité de l'air ne pouvant être traitée de façon indépendante, l'adoption d'une méthode d'analyse multithématique est essentielle. La méthode MODELAIRURBA suggère de considérer *a minima* quatre grandes familles d'enjeu d'aménagement urbain, elles-mêmes subdivisées en trois grandes thématiques :

- **Insertion territoriale** : Tissu urbain, Mobilités et flux, Trame verte et bleue
- **Programmation urbaine** : Ville à courte distance, Opportunités d'usages en extérieur, Protection des plus vulnérables
- **Perceptions et ambiances** : Confort acoustique, Qualité et confort visuel, Proximité avec la Nature
- **Exposition au trafic routier** : Qualité de l'air, Protection du bruit, Couture urbaine

Cette phase d'état des lieux doit prendre en compte un panel de données et d'indicateurs couvrant ces différentes thématiques, de façon à faire émerger les enjeux d'aménagement prioritaires, et potentiellement contradictoires, à prendre en compte.



Exemple d'analyse des enjeux pour le secteur des Six-Routes à la Courneuve (source : Étude MODELAIRURBA, 2022)<sup>9</sup>

Une analyse spatialisée des enjeux est également primordiale pour identifier les risques et opportunités propres au territoire. En accord avec l'ensemble des parties prenantes, elle permet de faire émerger **les invariants et marges de manœuvre** à prendre en compte lors de la phase de définition des scénarios d'aménagement et de formulation des préconisations. Suivant le degré d'avancement des études et les contraintes opérationnelles du secteur, le nombre

d'invariants à prendre en compte peut en effet varier significativement. Dans le cas du Secteur des Six Routes à La Courneuve par exemple, un ensemble de paramètres à considérer a ainsi été identifié au regard des Orientations d'Aménagement et de Programmation définies dans le PLUi, de l'état d'avancement du plan guide et des invariants définis avec l'ensemble des parties prenantes (Urbaniste, Paysagiste, Aménageur, Collectivité et Intercommunalité).

## Un diagnostic rigoureux de l'état initial de la qualité de l'air

Ce diagnostic repose sur la mise en œuvre de moyens métrologiques et numériques permettant de cartographier finement les concentrations des principaux polluants du milieu urbain, afin d'apprécier les spécificités du secteur à aménager en termes de pollution de l'air, telles que :

- Les zones dans lesquelles la qualité de l'air est déjà dégradée à l'état initial,
- La distribution spatiale des niveaux de concentration, au regard de la localisation du bâti et des sources de pollution existantes.

Ce travail d'expertise alimentera les choix de conception. Il s'articule autour des trois étapes suivantes :

### ETAPE 1

#### ANALYSE DES DONNÉES EXISTANTES SUR LES SOURCES ET NIVEAUX DE POLLUTION DE L'AIR SUR LE SECTEUR

Donner un aperçu général de la problématique et des enjeux

### ETAPE 2

#### CAMPAGNE DE MESURES IN-SITU

Affiner la connaissance de la pollution de l'air locale et apporter des données pour le calage du modèle

### ETAPE 3

#### MODÉLISATION ET CARTOGRAPHIE EN 3D DE L'EXISTANT

Objectiver la pollution de l'air initiale sur la base d'une représentation spatiale fine

Afin de fournir un premier aperçu de la situation en matière de pollution de l'air sur le territoire, la première étape de la démarche comprend *a minima* la collecte des éléments suivants :

- **Synthèse des documents de planification en vigueur sur le secteur (PPA, PCAET, PLUi)** : l'examen de ces documents permet d'apprécier les enjeux de qualité de l'air sur le territoire, et de prendre connaissance des actions en cours pour limiter la pollution (cf. p.50 [Les documents cadres pour intégrer la qualité de l'air](#)). En outre, en matière d'aménagement urbain, de nombreux territoires accompagnent leur PLUi de dispositions spécifiques à la qualité de l'air et à la santé, déclinées dans des Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) thématiques. Le cas échéant, il est donc de première importance d'identifier les intentions précises du territoire sur le sujet.

En complément de cette synthèse, il est également conseillé de réaliser un cadrage des études réglementaires qui seront nécessaires au projet sur la thématique « Qualité de l'air et Santé ». En effet, la méthode MODELAIRURBA peut venir alimenter ces études réglementaires selon certaines conditions (cf. p.42 [Articulation avec le volet « Air et Santé » de l'étude d'impact](#)).

- **Analyse des données de l'AASQA locale, disponibles sur le secteur** : l'analyse des données mesurées par les stations fixes et des études conduites par l'AASQA locale permet généralement d'évaluer les principaux enjeux relatifs à la qualité de l'air sur le territoire et d'estimer le niveau de fond de polluants dans l'environnement du projet. Il conviendra en outre de consulter systématiquement les cartes modélisées par les AASQA, pour chaque polluant et pour l'année la plus récente. La Carte Stratégique Air (CSA), lorsque disponible, permet également de cibler rapidement et facilement les zones dans lesquelles la population peut être impactée par des dépassements des valeurs limites réglementaires. C'est en particulier dans ces zones que la mise en application de la méthode MODELAIRURBA prendra tout son sens.

- **Inventaire des sources d'émissions polluantes sur le secteur à aménager** : au-delà de l'inventaire des axes routiers situés à proximité directe du projet, il s'agit d'identifier si d'autres sources de pollutions notables viennent influencer la qualité de l'air autour du projet (industries, aéroport/port, chauffage au bois...). En seconde étape, la réalisation d'une campagne

de mesures sur la zone du projet est essentielle pour affiner la connaissance de la qualité de l'air. Cette campagne apportera des informations nécessaires pour caler le modèle de dispersion atmosphérique utilisé en troisième et dernière étape. Les principales caractéristiques de la campagne à mener sont précisées ci-dessous.

CAMPAGNE DE MESURES	Minimum requis pour la caractérisation fine de la qualité de l'air et le calage du modèle
<b>Polluants à mesurer</b>	<p><b>NO<sub>2</sub></b> Près de la moitié des émissions d'oxydes d'azote (NO + NO<sub>2</sub>) proviennent du transport routier en France.</p> <p><b>PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub></b> En milieu urbain, les émissions de particules proviennent de multiples sources dont le chauffage au bois et le trafic routier (émissions à l'échappement, abrasion des freins, des pneumatiques et des chaussées). En outre, une partie des particules présentes dans l'air ambiant sont des particules secondaires formées à partir de précurseurs tels que les oxydes d'azote.</p> <p><b>Autres polluants</b> Le benzène, le dioxyde de soufre ou le monoxyde de carbone ne font plus partie des polluants à enjeu en milieu urbain. Suivant les cas, il peut toutefois être pertinent de mesurer d'autres polluants, notamment en cas de sources de pollution spécifiques identifiées sur le secteur ou si la démarche doit alimenter d'autres études (étude d'impact par exemple).</p>
<b>Méthodes de mesures</b>	<p><b>Échantillonneurs passifs pour le NO<sub>2</sub></b> Le principe de la mesure par tubes à diffusion passive repose sur le transport de la substance, par diffusion moléculaire, de l'air extérieur vers une zone de piégeage (cartouche absorbante). La substance est ainsi retenue et s'accumule sur cette cartouche envoyée ensuite au laboratoire pour analyse. Cette méthode, facile à déployer sur le terrain, permet de multiplier le nombre de points de mesures et d'obtenir ainsi une bonne représentativité spatiale de la pollution de l'air liée au NO<sub>2</sub>.</p> <p><b>Méthodes de références pour les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub></b> Pour la détermination des concentrations de particules en suspension dans l'air, il convient d'utiliser les méthodes de références citées ci-après. Celles-ci font appel à des appareillages coûteux et encombrants, nécessitant un accès à l'électricité et une installation en zone sécurisée.</p> <p>NF EN 16450 Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) : permet une mesure en continu et en temps réel de différentes fractions particulaires.</p> <p>NFEN 12341 Air ambiant - Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour la détermination de la concentration massique PM<sub>10</sub> ou PM<sub>2.5</sub> de matière particulaire en suspension : permet le prélèvement de poussières sur filtres, à analyser en différé au laboratoire pour obtenir des concentrations atmosphériques.</p> <p><i>Nota : L'usage des micro-capteurs de mesures connaît une expansion rapide. A ce jour, cette technologie ne fait pas partie des méthodes de mesures dites « référencées ». Ainsi, en cas d'utilisation de méthodes non référencées, du type micro-capteurs, les résultats doivent être vérifiés et recalés grâce à la mise en place, sur au moins un des points de mesures de l'environnement de la zone d'étude, d'un doublon « micro-capteur + méthode de référence ».</i></p>

<p><b>Nombre et localisation des sites de mesures</b></p>	<p><b>A dimensionner en fonction de la taille du projet et de sa zone d'influence sur le trafic environnant</b></p> <p>Pour le NO<sub>2</sub>, un jeu de cinq à vingt échantillonneurs passifs est à prévoir, en fonction de la taille du projet et en veillant à répartir l'implantation des sites de mesures entre (1) l'emplacement des futures zones de logement et d'accueil des populations sensibles, (2) les zones supposées les plus exposées à la pollution de l'air (positionnement de transects de mesures autour des voies majeures en particulier) et (3) en situation de fond urbain.</p> <p>Concernant le nombre de sites de mesures des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, les méthodes de mesures citées ci-avant limitent les possibilités de déploiement en nombre. En général de un à cinq sites de mesures sont ainsi installés selon l'emprise du projet.</p>
<p><b>Durée de la campagne</b></p>	<p><b>Deux semaines de mesures a minima sont requises</b> pour apprécier les distributions spatiales de pollution dans la zone et caler le modèle.</p>
<p><b>Période de prélèvement</b></p>	<p>Campagne de mesures à réaliser <b>pendant une période représentative du trafic moyen annuel</b> (éviter les vacances scolaires ou autres événements inhabituels) et hors périodes météorologiques extrêmes.</p>
<p><b>Résultats attendus et interprétation des données</b></p>	<p>Les résultats de la campagne expriment des concentrations moyennes sur l'ensemble de la période de mesures, et pour les PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub> spécifiquement, des concentrations moyennes journalières. L'examen de la variabilité spatiale des concentrations est nécessaire pour le calage du modèle de dispersion atmosphérique.</p> <p>En outre, afin d'apprécier les enjeux du site en matière de pollution de l'air, et bien que la durée de la campagne soit inférieure à une année complète, il est conseillé de comparer les résultats obtenus aux valeurs limites réglementaires. Auparavant la représentativité de la campagne de mesures aura été discutée par rapport aux données sur une année type, notamment en analysant les conditions météorologiques de la campagne par rapport aux normales climatiques, et en confrontant les données de pollution mesurées pendant la campagne au niveau des stations locales de l'AASQA à celles observées durant une année complète. Si la période de mesures a été réalisée dans des conditions atypiques, un facteur de sous-estimation ou de surestimation peut alors être apprécié (à titre indicatif) sur la base de ces données AASQA. Lors de l'étape de calage du modèle, les conditions (notamment météorologiques et de trafic) rencontrées durant la campagne de mesure devront bien être considérées.</p>



Exemples d'échantillonneurs passifs installés sur du mobilier urbain (source : RAMBOLL)

Calibrées sur la base des résultats de la campagne de mesure, des modélisations 3D à haute résolution de la pollution atmosphérique sont ensuite réalisées. La mise en œuvre de l'outil de modélisation nécessite une expertise et des moyens techniques dédiés. Ce travail est généralement confié à un bureau

d'étude ou un organisme expert en la matière, indépendant de l'architecte. Il nécessite une phase amont de recueil des entrants et de validation des hypothèses de travail, qui impliquera un dialogue entre les différents acteurs du projet. Le tableau suivant récapitule les familles d'entrants à considérer.

<p><b>MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE</b></p>	<p><b>Préparation des entrants et définition des hypothèses de travail</b></p>
<p><b>Choix des polluants modélisés</b></p>	<p>A minima NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>.</p>
<p><b>Hypothèses retenues pour le calcul des émissions polluantes</b></p>	<p>Le calcul des émissions routières doit s'appuyer sur une <b>étude de mobilité récente</b>, permettant de distinguer les niveaux de trafic* sur l'ensemble des voiries du secteur à aménager et alentour (données exprimées en Trafic Moyen Journalier Annuel).</p> <p>La composition du parc automobile français pour l'année considérée peut être retenue par défaut (disponible auprès du SDES). Néanmoins, si des données plus locales sont disponibles, ou si une politique de restriction de certains véhicules est en place sur le secteur (type ZFE-m**), la composition du parc est à adapter. Enfin, si d'autres émissions notables ont été inventoriées sur la zone à l'étape 1, elles seront à prendre en compte dans la modélisation.</p>
<p><b>Hypothèses retenues concernant la pollution de fond et le calage du modèle</b></p>	<p>La représentativité du modèle ne sera assurée qu'après un calage rigoureux du modèle et une réflexion sur les teneurs de fond à intégrer à la maquette.</p> <p><u>Calage du modèle</u> : les calculs de dispersion atmosphérique sont lancés dans un premier temps uniquement sur la période météorologique correspondant à celle de la campagne de mesures. La comparaison des données « mesurées » versus « modélisées » offre la possibilité d'adapter les hypothèses et paramètres de calculs pour que les résultats reflètent au mieux la réalité.</p> <p><u>Niveau de fond</u> : La pollution de fond correspond aux niveaux de pollution représentatifs de la qualité de l'air à l'échelle de l'aire urbaine. Les niveaux de fond sont généralement prépondérants dans les résultats des calculs de concentrations moyennes annuelles sur ce type de projet. Ainsi, le choix des concentrations de fond retenues pour l'étude nécessite un travail rigoureux d'analyse des données des AASQA et de la campagne de mesures.</p>

\* Les données minimums à fournir au bureau d'étude en charge de la modélisation sont pour chaque section de route : les Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA), la part des Véhicules Légers et des Poids-Lourds, les vitesses moyennes de circulation.

\*\* Les zones à faibles émissions mobilité (ZFE ou ZFE-m) sont des territoires dans lesquels la circulation de certains véhicules peut être restreinte afin de réduire la pollution de l'air. Les véhicules y circulant doivent disposer d'une vignette Crit'Air attestant qu'ils ont l'autorisation de circuler.

<p><b>Hypothèses retenues et données d'entrée concernant la météorologie du site</b></p>	<p>Des données Météo France sont disponibles sur un grand nombre de villes en France. En l'absence de données météorologiques mesurées, ou si celles-ci sont jugées non représentatives de la zone d'étude*, il convient d'utiliser des données modélisées.</p> <p>Les résultats attendus des calculs de modélisations sont des cartes de pollution exprimées en « moyenne annuelle », indicateur le plus pertinent pour caractériser la qualité de l'air locale pour des projets d'aménagement. Ainsi le jeu de données météorologiques utilisé devra <i>a minima</i> couvrir une année météorologique complète représentative. Les calculs nécessitent des données au pas de temps horaire pour bien appréhender l'ensemble des conditions météorologiques pouvant être rencontrées dans l'année.</p> <p>Modéliser une année complète de données météorologiques horaires peut être très chronophage en temps de calcul pour des modèles 3D de type Computational Fluid Dynamics (CFD). C'est pourquoi certains bureaux d'étude procèdent à l'utilisation d'un jeu de données restreint (échantillon de données météorologiques auxquelles sont attribuées une fréquence). Dans tous les cas, la représentativité du jeu de données météorologiques utilisé est à questionner afin d'obtenir des concentrations représentatives d'une année complète.</p>
<p><b>Recueil des autres entrants nécessaires à la maquette 3D</b></p>	<p>La maquette 3D doit permettre de représenter fidèlement et à haute résolution les éléments du relief, du bâti, de la végétation et de l'occupation du sol. Aujourd'hui, beaucoup de ces données sont disponibles en open-data (données IGN* par exemple), ou peuvent être récupérées à partir de campagnes de mesures LIDAR ou par drone. Le travail de mise en cohérence de ces différentes couches cartographiques** et au format accepté par le modèle est souvent une étape chronophage à ne pas sous-estimer.</p> <p>*BD Alti® IGN (topographie), BD Topo® IGN (bâti, infrastructures) LiDAR HD de l'IGN</p>

Le travail de modélisation doit aboutir à une cartographie de la pollution de l'air, permettant de distinguer les variations de pollution en fonction des éléments physiques composant le domaine d'étude (exemple ci-contre).

Le modèle de dispersion atmosphérique doit permettre de calculer des concentrations atmosphériques sur différentes périodes temporelles en lien avec l'expression des valeurs limites réglementaires (moyennes annuelles, moyennes journalières ou horaires et fréquences de dépassement). La concentration moyenne annuelle reste l'indicateur le plus pertinent pour évaluer la qualité de l'air dans l'environnement d'un projet d'aménagement.

Enfin, un soin particulier doit être apporté au choix des codes couleur et des gammes de concentration de chacune des couleurs. Ces

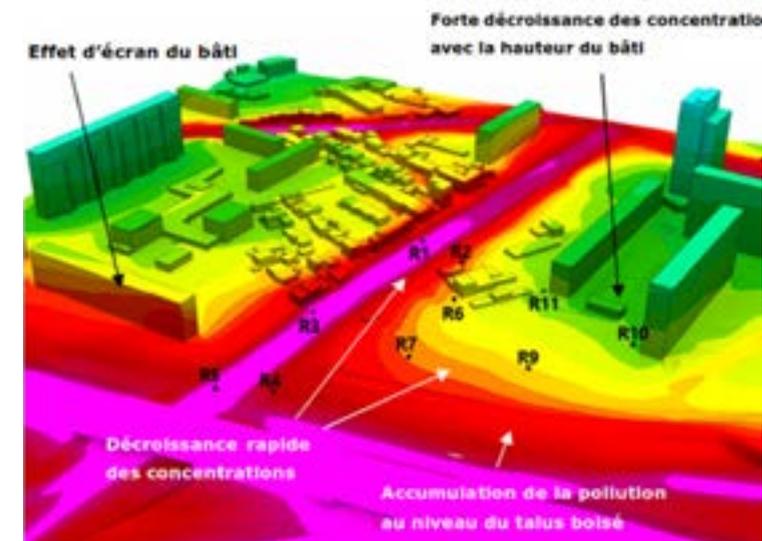
cartographies étant un support fondamental du travail de réflexion de la forme urbaine, commentés et partagés par l'ensemble des acteurs du projet (élus, différents services de la collectivité, architecte), elles se doivent d'être claires et pédagogiques. Doivent être visibles :

- Les zones pour lesquelles les concentrations sont supérieures aux valeurs limites réglementaires (cf. p8 [Des réglementations de plus en plus exigeantes](#)),
- Les zones qui dépassent significativement les niveaux moyens de pollution sur la zone (niveau de fond urbain).

En complément, les résultats seront également mis en perspective avec les valeurs guide de l'OMS.

Ce volet technique nécessite de déployer plusieurs outils de calculs spécifiques, et ainsi de solides compétences associées à leur manipulation (cf. encart ci-dessous).

OUTILS NUMÉRIQUES À MOBILISER	Type d'outil
<p><b>Calcul des émissions</b></p>	<p>Outils de calculs des émissions du transport routier, basés sur les facteurs d'émission européens et français les plus récents.</p> <p>Exemples de logiciels : COPERT, HBEFA pour le trafic routier, basés notamment sur des facteurs d'émission européens (EMEP / EEA emission inventory guidebooks)</p> <p>D'autres outils peuvent également être nécessaire pour caractériser les autres sources d'émissions (chauffage, industries, transport non routier...).</p>
<p><b>Calcul de dispersion atmosphérique</b></p>	<p>Outils de modélisation de mécanique des fluides (ou Computational Fluid Dynamics (CFD)), pour prise en compte fine des écoulements de l'air (approche eulérienne)</p> <p>Exemples de logiciels : Fluent, Code-Saturne, OpenFoam, HELIX ...</p>
<p><b>Visualisation cartographique</b></p>	<p>Outils permettant de visualiser les niveaux de concentrations en trois dimensions et en façade du bâti</p> <p>Exemples de logiciels : Surfer, Paraview Rhino, Sketchup...</p>



Exemple : Modélisations de l'état initial des concentrations moyennes annuelles de NO<sub>2</sub> (source : Étude MODELAIRURBA, 2022)<sup>9</sup>

\* Il est possible qu'une station météorologique proche du site ne reflète pas les conditions de la zone d'intérêt. Cela peut être le cas par exemple en cas de relief marqué : en milieu montagneux, s'il existe une station météorologique proche de la zone d'intérêt, il convient de vérifier avec soin que celle-ci est bien dans la même vallée.

\*\* Les données Open data sont souvent à retravailler ou à compléter pour tenir compte des formes urbaines complexes de bâtiment et des spécificités d'un réseau routier (par exemple : passages en tunnel, dénivelé des routes en cas de passage en passerelle, etc.)



## Phase 2 : Conception du projet urbain

La phase de conception du projet vise ensuite à assurer la traduction des enjeux identifiés en lignes directrices opérationnelles pour la définition du scénario d'aménagement. La programmation et la morphologie urbaine pressenties du point de vue de leur intégration territoriale (programmation, architecture, végétalisation, parcours, usages des espaces libres...) doivent être également analysées et affinées via le prisme de la qualité de l'air. Le travail itératif de scénarios mené par l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine vise à aboutir au scénario intégré le plus protecteur.

### Un scénario d'aménagement urbain adapté

Chaque situation étant très différente, les dispositions les plus pertinentes dépendent fortement du contexte (bâti existant, typologie de projet, orientation des vents...) et doivent ainsi être contextualisées. De grands principes d'aménagement peuvent toutefois être identifiés afin d'illustrer les situations susceptibles d'exercer une influence positive ou négative au regard de la qualité de l'air et de l'exposition des populations. D'après la littérature et les retours d'expériences de l'étude MODELAIRURBA, six grandes familles de dispositions relatives à l'aménagement urbain ayant montré leur efficacité sont présentées ici.



#### AGIR SUR LES SOURCES D'ÉMISSION DE POLLUANTS

**Diminuer les émissions à la source :** en plus de l'évolution du parc automobile, une modification des conditions de circulation (vitesses de circulation, trafic routier...) et un développement de l'offre de mobilité alternative à la voiture, ainsi que des aménagements favorables aux déplacements actifs et partagés (stations de transports en commun, parking de covoiturage, stations d'autopartage, voies dédiées aux bus, réseau cyclable continu et sécurisé, amélioration de la marchabilité du quartier...) permettront de réduire une partie des émissions liées au trafic routier.<sup>10</sup>



#### CONCEVOIR DES FORMES URBAINES DIMINUANT LES NIVEAUX D'EXPOSITION

- **Mettre à distance, créer un effet barrière ou implanter un filtre intermédiaire :** Une construction en retrait par rapport à la voirie, ou bien la mise en place d'écran ou zone tampon densément végétalisée en limite de voirie, permettra de diminuer le niveau d'exposition du front bâti. La présence d'une zone boisée à proximité d'un axe routier majeur sera d'autant plus efficace qu'elle sera épaisse. Elle induira en revanche une concentration accrue de la pollution au sein même de la zone boisée. Pour créer un effet barrière de proximité, un mur ou une haie devra atteindre une hauteur H minimale de deux mètres et permettra ainsi une protection de zones en aval dans le sens du vent jusqu'à environ  $(3 \cdot H - 3)$  mètres de distance.
- **Créer un effet barrière en premier front bâti :** La construction de bâtiments hauts avec des fronts bâtis continus en limite des axes de circulation majeurs et le long des voies secondaires, limitera l'exposition du cœur d'îlot. De telles configurations pouvant engendrer une sur-concentration de polluants en façade du premier front bâti le long de la voie circulée, des études plus approfondies ou dispositions spécifiques peuvent être nécessaires.
- **Assurer la circulation de l'air et permettre la dispersion des polluants :** Afin de préserver une bonne ventilation naturelle, favorable à la dispersion des polluants, les rues canyon (rue longue et étroite ayant un rapport moyen supérieur à 0,5 entre la hauteur des bâtiments de chaque côté de la rue et la largeur de la rue) et les morphologies urbaines limitant la dispersion des polluants seront à éviter au niveau des rues passantes. Une canopée végétale très dense et continue sera également à éviter au niveau des axes routiers à fort trafic, afin de garantir une circulation aérodynamique suffisante pour la dispersion de la pollution.



### RÉDUIRE L'EXPOSITION DES POPULATIONS VULNÉRABLES ET LES EXPOSITIONS PROLONGÉES

- **Préserver les populations vulnérables :** l'éloignement (distance, hauteur) entre les voies les plus passantes et les habitations, les établissements de santé et d'action sociale, les équipements éducatifs et sportifs, sera à privilégier pour diminuer les niveaux d'exposition.
- **Adapter les aménagements extérieurs aux niveaux d'exposition :** une mise à distance entre les voies de circulation et des voies dédiées aux modes actifs
- **Intégrer une signalétique pour les modes actifs de déplacement :** la mise en place d'une signalétique spécifique pour les piétons, les cyclistes et les sportifs encouragera la mobilité active et permettra d'orienter les usagers vers des voies présentant une moindre exposition à la pollution de l'air, en particulier pour les parcours du quotidien.

de déplacement ou des aménagements incitant à la pratique prolongée d'activités (tables, aires de jeux, agrès sportifs...) participera à limiter les risques d'exposition.



### LIMITER LE TRANSFERT DE POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE VERS L'INTÉRIEUR DES BÂTIMENTS

- **Positionner les prises d'air neuf sur les emplacements les moins exposés aux sources de pollution :** afin de limiter les transferts de pollution de l'extérieur vers l'intérieur, les prises d'air neuf seront à placer de préférence au niveau des façades ou toitures les moins exposées.
- **Choix des systèmes de ventilation adapté :** en cas de système de ventilation Mécanique Double Flux, une efficacité de filtration jusqu'aux particules fines  $PM_{2.5}$  et  $PM_{10}$  sera à rechercher (filtre finisseurs de type F9). En cas de ventilation Mécanique Simple Flux, les ouvrants des pièces de vie principales de logements (salon, chambre) seront à privilégier côté cœur d'îlot.
- **Imposer des exigences élevées sur l'étanchéité à l'air de l'enveloppe des bâtiments :** une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment limitera les fuites d'air au niveau des encadrements de portes et fenêtres, coffres de volets roulants, conduits et gaines traversant l'enveloppe.

de filtration jusqu'aux particules fines  $PM_{2.5}$  et  $PM_{10}$  sera à rechercher (filtre finisseurs de type F9). En cas de ventilation Mécanique Simple Flux, les ouvrants des pièces de vie principales de logements (salon, chambre) seront à privilégier côté cœur d'îlot.



### ADAPTER LES CHOIX D'ESSENCES ET LES STRUCTURES DE VÉGÉTALISATION

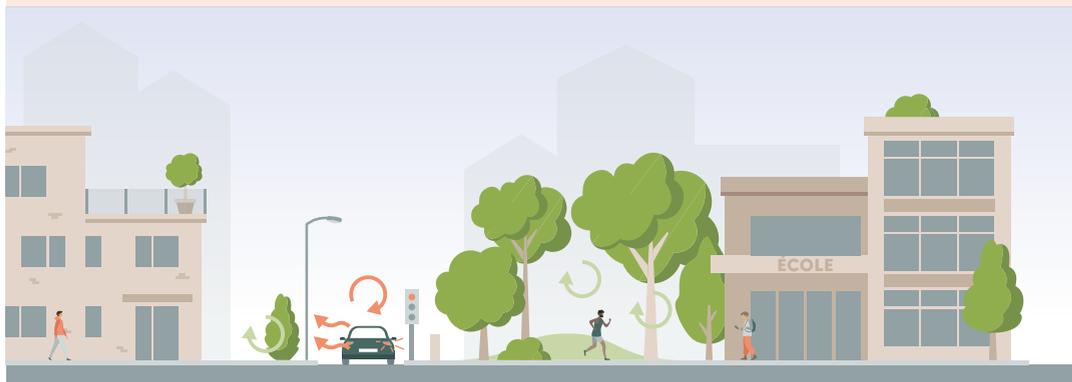
- **Préserver une bonne circulation aéraulique dans les espaces extérieurs :** une végétalisation trop dense dans les espaces extérieurs limitera l'écoulement de l'air et donc la bonne dispersion des polluants.
- **Diversifier les variétés et structures de végétation :** une diversité des espèces
- **Privilégier les essences d'arbres résistantes à la pollution, faiblement émettrices de COV et faiblement allergènes :** un choix d'essence adapté assurera une pérennité des plantations et limitera les effets potentiellement contre-productifs sur la qualité de l'air.

et des structures de végétation agira plus efficacement sur les différents polluants de l'air.



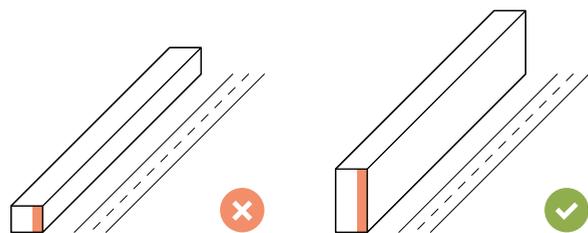
### INFORMER ET SENSIBILISER AUX BONNES PRATIQUES LES HABITANTS OU USAGERS

- **Informez les populations des niveaux de qualité de l'air extérieur :** la diffusion, notamment dans les espaces publics, d'informations concernant les niveaux de pollution de l'air, facilitera une adaptation des usages et/ou des comportements des populations, et incitera à limiter ses propres émissions (recours aux mobilités actives et aux transports en commun par exemple).

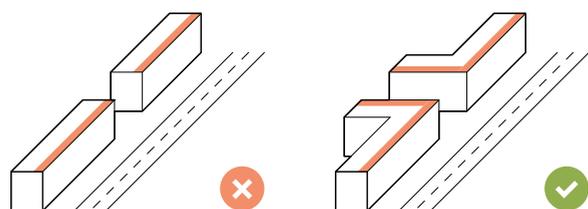


## LES LEVIERS ARCHITECTURAUX POUR LIMITER LES RISQUES D'EXPOSITION

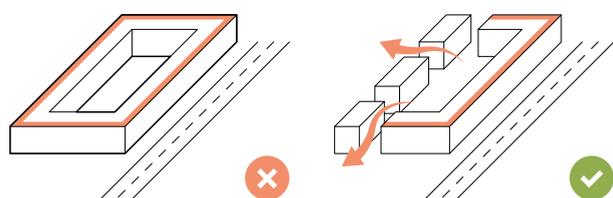
Schémas illustrant les typologies de formes architecturales favorables à une diminution des niveaux d'exposition des populations par effet de distance, d'obstacle ou de dispersion.



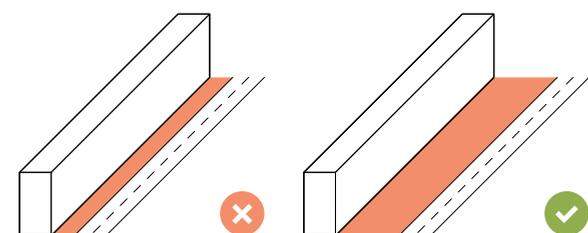
**Hauteur et continuité des fronts bâtis** le long des axes routiers à fort trafic



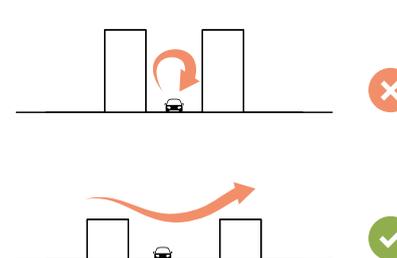
**Retournement des fronts bâtis continus** le long des voiries secondaires pour préserver la qualité de l'air des cœurs d'îlots



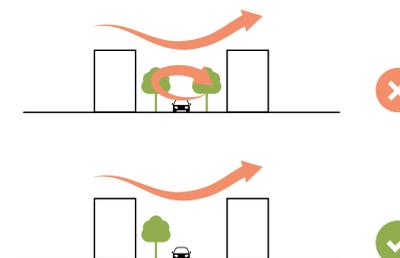
**Discontinuités dans les fronts bâtis et modelage des hauteurs de bâtiments côté cœur d'îlot** permettant de favoriser la circulation de l'air et ainsi la dispersion des polluants



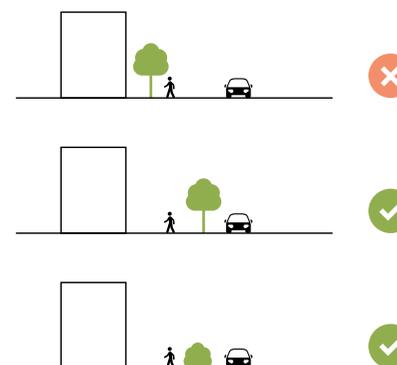
**Distance à la source privilégiée**, la distance d'impact du trafic routier pouvant aller jusqu'à 200m (pour les particules et le NO<sub>2</sub>) et les niveaux de concentration diminuant avec les étages



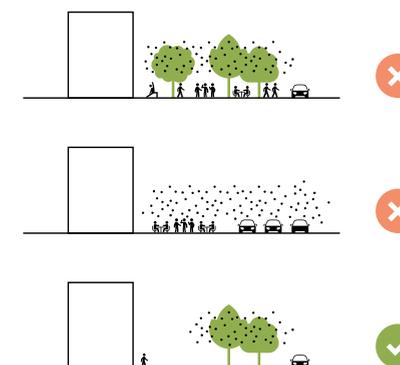
**Limiter la création de rue canyon** pour les nouvelles voiries afin d'éviter l'accumulation de polluants et favoriser la circulation de l'air : rechercher *a minima* un rapport L/H > 1,5 (L = largeur de rue, H = hauteur de bâtiments)



**Favoriser la ventilation naturelle** dans les rues canyon à trafic routier important et préférer une **végétation haute (arbres, arbustes) peu dense** afin d'éviter l'accumulation de polluants et favoriser la circulation de l'air



**Filtres végétaux denses placés à distance des fronts bâtis continus sur route** pour éviter une concentration en polluants atmosphériques plus importante en façade



**Éviter l'accueil d'activités prolongées** au sein même des filtres végétaux denses et épais placés à proximité des axes routiers majeurs, efficaces pour une protection de zones en aval mais induisant une concentration accrue de la pollution au sein même du filtre végétal

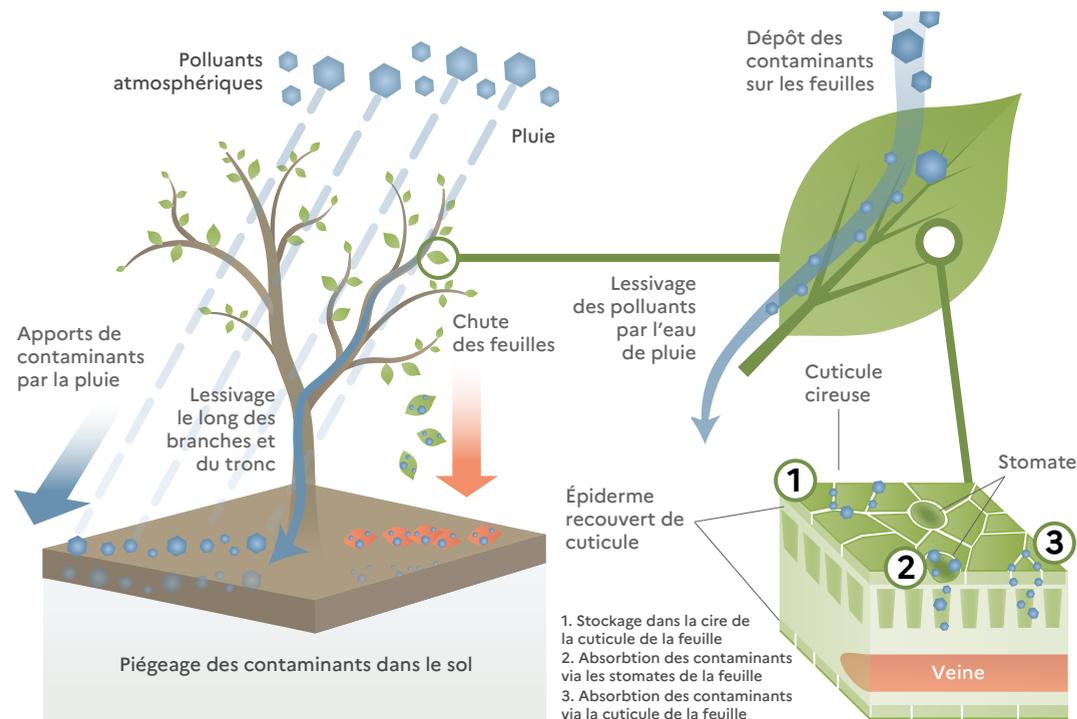
## Un projet d'aménagement paysager adapté

La présence de végétation dans les villes peut contribuer à la diminution locale des concentrations en polluants dans l'air, avec toutefois des effets variables selon les polluants, les saisons, le climat et les espèces végétales. La végétation permet en effet de piéger certains polluants présents dans l'air grâce à trois mécanismes :

- Capture des polluants gazeux par absorption via les stomates des feuilles ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ),
- Captage des polluants particulaires par dépôt en surface des feuilles via les cuticules ou les stomates (particules fines, métaux),
- Dépôt au sol sous l'effet du lessivage des feuilles par la pluie ou lors de la chute des feuilles (particules fines, métaux).

L'élimination effective des polluants par dépôt sur la végétation varie suivant les plantes, leur type de feuilles et la saison. Il est à noter que cette influence est minoritaire en comparaison à l'augmentation ou la diminution de la dispersion des polluants par modification de l'écoulement d'air dû à la présence des arbres et végétaux.

Dans le cas particulier des rues en canyon, les murs végétalisés peuvent contribuer à une dépollution localisée de l'air (notamment pour le  $\text{NO}_2$  et les particules). La végétation peut toutefois aussi avoir des effets négatifs sur la qualité de l'air lorsqu'elle est trop dense car elle limite la ventilation naturelle et donc entrave la bonne dispersion des polluants.



Le piégeage des polluants gazeux et des particules par la végétation et le sol  
(source : Isabelle Feix et Sarah Marquet, d'après Uzu, 2009)<sup>11</sup>

Le choix des essences est également un critère important à prendre en compte pour que la végétalisation ne soit pas contre-productive concernant la qualité de l'air et la préservation des végétaux. Les facteurs suivants doivent notamment être pris en compte :

- Certaines plantes peuvent émettre des COV biogéniques, précurseurs d'ozone ou de particules secondaires au contact des  $\text{NO}_x$ , en particulier en été (exemples : Chêne, Robinier, Platane, Peuplier, Saule...),
- La pollution de l'air peut renforcer le caractère allergène des pollens, émis par certaines espèces végétales, via une modification de leur structure biochimique extérieure et en agissant sur les muqueuses respiratoires humaines, modifiant ainsi la sensibilité immunologique aux grains de pollens<sup>12</sup>,

- Les plantes sensibles à la pollution de l'air peuvent subir un stress oxydatif qui provoque des dégâts au niveau de leurs feuilles, leur physiologie ou leur biochimie (apparition de taches sur les feuilles, modification de la couleur et réduction de la croissance des plantes, production de cires, altération des systèmes de défenses des plantes vis-à-vis des insectes...). L'ozone affectera particulièrement les végétaux les plus sensibles.

La plantation d'espèces très émettrices de COV biogéniques et d'espèces allergènes doit être évitée à proximité des axes routiers.

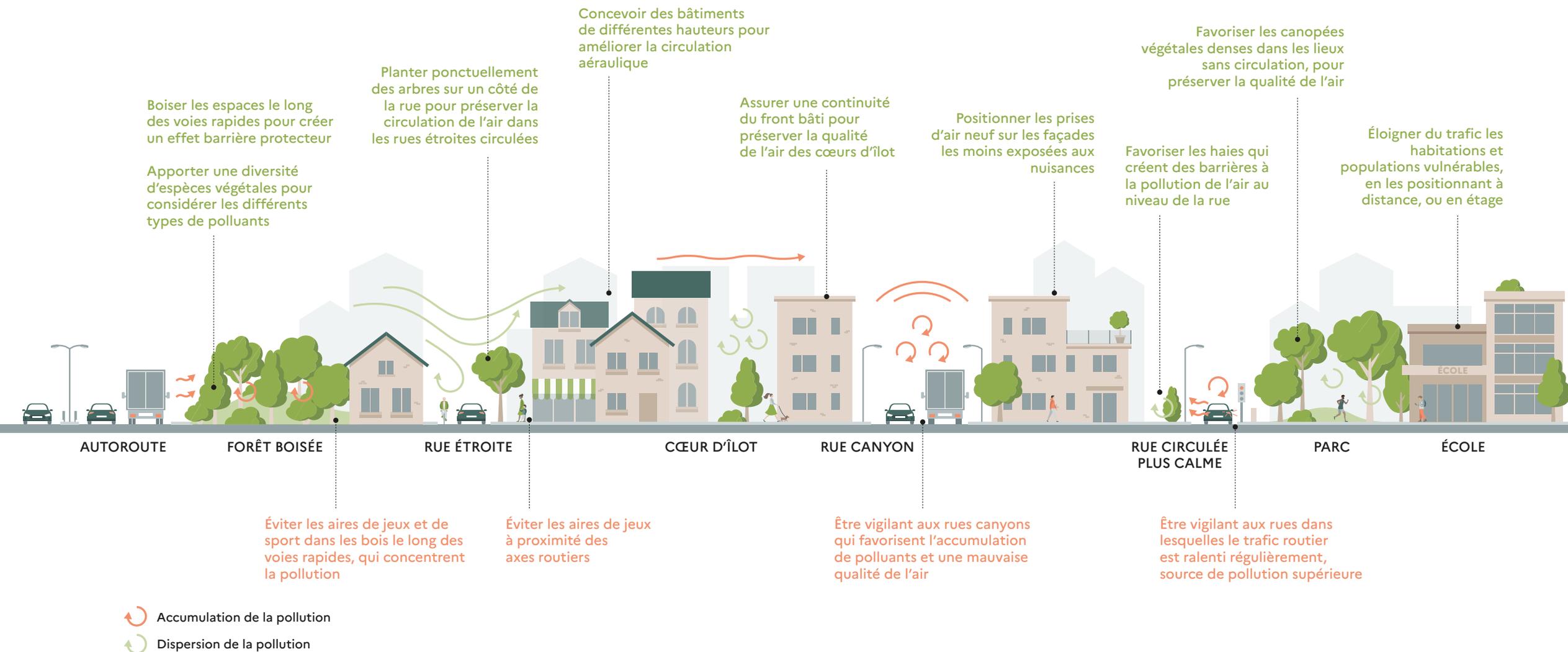
Pour aider les porteurs de projets à faire des choix cohérents et adaptés à leur projet, différents outils et bases de données existent<sup>13</sup> tels que : ARBOClimat de l'ADEME<sup>14</sup>, Sésame du Cerema<sup>15</sup>, SelecTree de l'Urban Forest Ecosystems Institute<sup>16</sup>.

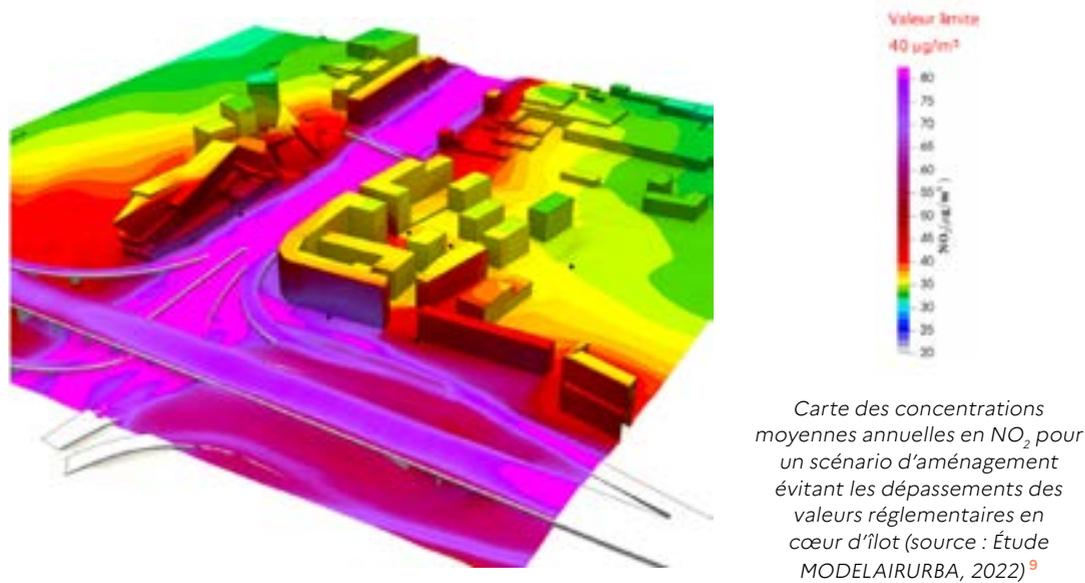
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Régulation de la pollution gazeuse	Régulation de la pollution particulaire	Emission de COV (Composés Organiques Volatils)
Pin noir	Pinus nigra	🌿	🌿🌿🌿	●
Pin sylvestre	Pinus sylvestris	🌿	🌿🌿🌿	●
Erable platane	Acer platanoides	🌿🌿🌿	🌿	
Bouleau verruqueux	Betula pendula	🌿🌿🌿	🌿	●
Frêne à fleurs	Fraxinus ornus	🌿🌿🌿	🌿	
Platane	Platanus x hispanica	🌿🌿🌿	🌿🌿🌿	●●●
Chêne pédonculé	Quercus robur	🌿🌿🌿	🌿🌿	●●●
Saule blanc	Salix alba	🌿🌿🌿	🌿	●●●

Exemple de tableau d'analyse des capacités de régulation de la pollution de l'air par différentes espèces d'arbres (données : Cerema, SESAME. 2018<sup>15</sup>, Hiemstra et al, Une bouffée d'air pur pour la ville. 2008<sup>17</sup>)

# LA FRESQUE DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN VILLE

Exemples de recommandations d'aménagement pour différentes situations urbaines afin de limiter l'exposition des populations à la pollution de l'air.





## Une validation par modélisation tridimensionnelle

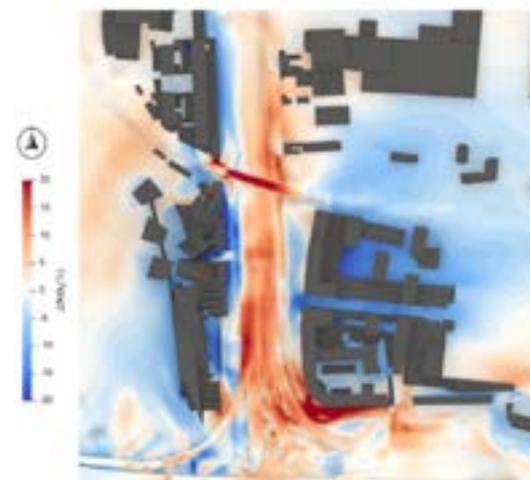
Une fois le travail de conception du projet réalisé, le scénario d'aménagement retenu est à transcrire dans une nouvelle maquette numérique. Il s'agit de refaire des calculs de dispersion atmosphérique, permettant d'évaluer la qualité de l'air, en se projetant dans un état futur tenant compte du projet. En général, on retiendra comme horizon d'étude la date de livraison du projet immobilier.

Les méthodes et outils numériques détaillés précédemment (cf. p.24 [Un diagnostic rigoureux de l'état initial de la qualité de l'air](#)) sont utilisés à nouveau. Par rapport aux calculs précédents caractérisant l'état initial, les éléments suivants sont réactualisés pour refléter la situation projetée (cf. tableau ci-contre).

Lorsque plusieurs scénarios d'aménagement sont à l'étude, l'outil technique déployé ici offre une réelle aide à la décision.

Une visualisation cartographique présentant les différences de concentrations d'un scénario à l'autre (cf. illustration ci-contre) permet de comparer les variantes entre elles et de les hiérarchiser. Cette même approche d'analyse différentielle peut être utilisée pour com-

parer un scénario projeté avec la situation sans réalisation du projet. Dans ce cas une modélisation spécifique doit être réalisée, sans intégration du projet d'aménagement, mais en prenant bien en compte l'évolution de la pollution de fond et des sources d'émission (trafic, parc de véhicules...) à l'horizon de réalisation du projet. En d'autres termes, seuls des scénarios produits aux mêmes horizons temporels peuvent être comparés.



Variation relative (en %) des concentrations en NO<sub>2</sub> : superposition entre un état avec et sans projet (source : Étude MODELAIRURBA, 2022)<sup>9</sup>

Éléments à réactualiser	Points d'attention
<b>Émissions polluantes</b>	<p>A la date de livraison du projet d'aménagement, les émissions polluantes du trafic routier environnant auront changé. Différentes tendances peuvent être étudiées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A la baisse : le renouvellement naturel du parc automobile entraîne globalement une baisse des émissions polluantes, plus ou moins importante selon les polluants. Les éventuelles stratégies de territoire (ZFE) ou nationales (SNBC) viennent également accélérer cette tendance.</li> <li>• A la hausse : la plupart du temps, le projet d'aménagement s'accompagne d'une modification des flux de trafic routier. Les axes et dessertes alentours doivent pouvoir absorber le flux de trafic supplémentaire lié à cet aménagement.</li> </ul> <p>Les calculs d'émission doivent refléter l'ensemble de ces tendances.</p> <p><b>NB : Pour pouvoir comparer les différents scénarios d'aménagement entre eux, toutes les hypothèses non liées au projet (pollution de fond, données météorologiques, composition du parc automobile en particulier) doivent être maintenues constantes.</b></p>
<b>Maquette 3D du bâti</b>	<p>La maquette réalisée en trois dimensions, comprenant l'ensemble des formes urbaines du quartier, est modifiée avec les nouveaux bâtiments et installations du projet.</p> <p>L'architecte doit fournir les fichiers numériques en conséquence, au format attendu par le bureau d'étude en charge de la modélisation de la dispersion atmosphérique (format Sketchup ou Rhino généralement).</p> <p>Le positionnement des nouveaux bâtiments, les hauteurs et formes des bâtiments, mais aussi les éléments de végétalisation ou écrans acoustiques sont autant d'éléments à représenter fidèlement dans la maquette.</p>
<b>Pollution de fond</b>	<p>Les concentrations de fond attendues aux horizons futurs sont également amenées à évoluer.</p> <p>Prédire l'évolution de la pollution de fond, à l'échelle d'une aire urbaine, est un exercice qui peut s'avérer complexe, parfois réalisé par les AASQA dans le cadre de la mise à jour des Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) ou d'études prospectives. Il est ainsi conseillé :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soit de considérer, par défaut, un bruit de fond constant entre l'état actuel et l'état futur. C'est une approche a priori majorante, puisque les divers plans et programmes mis en place sur le territoire (PPA, PCAET...) visent une baisse progressive de la pollution de l'air.</li> <li>• Soit de se baser sur les études de l'AASQA locale. Dans ce cas, une prise de contact et une validation par l'AASQA est recommandée.</li> </ul>
<b>Visualisation et interprétation des résultats</b>	<p>Comme pour l'état initial, les rendus cartographiques mettent en évidence les zones en dépassement des valeurs limites réglementaires, en tenant compte de leur évolution future.</p> <p>Une visualisation précise des concentrations sur les nouvelles zones bâties est nécessaire, en particulier au niveau des logements et établissements recevant du public sensible (écoles, crèches...). L'enjeu est de vérifier si les nouvelles populations ne sont pas surexposées par rapport aux niveaux de fond et par rapport aux valeurs réglementaires et/ou sanitaires à l'horizon du projet, notamment en cas de modification de la réglementation.</p>

## Articulation avec le volet « Air et santé » de l'étude d'impact

Selon les cas, les résultats de la méthode MODELAIRURBA peuvent servir à alimenter l'étude d'impact relative au projet, lorsque celle-ci est réglementaire.

Les exigences relatives aux études réglementaires, nommées communément « Études Air et Santé », peuvent nécessiter des investigations complémentaires qu'il vaut mieux anticiper. Selon le projet, les guides applicables peuvent par exemple demander :

De réaliser des campagnes de mesures plus longues que la durée minimale indiquée au chapitre p.24 [Un diagnostic rigoureux de l'état initial de la qualité de l'air](#),

- De mesurer une liste plus importante de polluants,
- De procéder à des études complémentaires telles qu'une Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires.

Ainsi, si la temporalité du projet implique que l'étude MODELAIRURBA soit faite en parallèle de l'étude d'impact réglementaire, il convient de mutualiser les efforts et de prévoir, dès le démarrage des investigations, une étude complète qui servira à la fois d'aide à la conception et de base à l'étude réglementaire.

## Des prescriptions à l'intention des lots architecturaux

Lorsque le scénario d'aménagement est stabilisé et validé avec les différentes parties prenantes, l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine rédige, en étroite collaboration avec la maîtrise d'ouvrage, un plan guide et des études d'avant-projet (AVP), visant à spatialiser et caractériser plus finement les orientations d'aménagement à l'échelle du périmètre complet de l'opération. Afin de garantir une continuité et une cohérence jusqu'à l'échelle des lots architecturaux, des documents complémentaires sont également élaborés à l'intention des opérateurs et de leur maîtrise d'œuvre.

Le CPAUPE présente les enjeux du projet urbain, et donne des prescriptions architecturales, paysagères et environnementales à respecter à l'échelle de l'ensemble de l'opération. Il précise les exigences du PLUi à l'échelle de l'ensemble du périmètre d'opération.

Les fiches de lots précisent les règles et orientations architecturales, paysagères et environnementales, à l'échelle de chaque lot architectural, à respecter par les futurs acquéreurs et leurs maîtrises d'œuvre.

Ces différents documents permettent d'intégrer des prescriptions spécifiques sur la qualité de l'air cohérentes et complémentaires, de l'échelle de l'opération à l'échelle du lot architectural. Ces prescriptions peuvent concerner l'ensemble des leviers évoqués précédemment. Elles peuvent apporter des précisions suivant le type de programme et le risque d'exposition à la pollution de l'air pour chaque lot.



### Références méthodologiques pour les études réglementaires

Pour la conduite d'une étude d'impact Air et Santé, il n'existe pas de guide méthodologique spécifique aux projets d'aménagement urbain. S'agissant de projets ayant souvent une influence notable sur le trafic routier, il est d'usage de se référer à la note technique du 22 février 2019<sup>19</sup> relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Enfin, en plus des textes normatifs et guides méthodologiques nationaux de référence, certaines collectivités peuvent traduire leurs exigences particulières au sein de chartes ou documents guides. C'est le cas par exemple de la Ville de Paris qui a publié en 2022 un guide environnemental applicable aux projets d'aménagement et de construction, afin d'adapter les études au contexte parisien.



## Phase 3 : Études opérationnelles

L'aménageur procède à la commercialisation de ses lots. Si l'opération contient des lots libres, il consulte des particuliers. Pour les autres lots, il procède à la consultation de constructeurs via un cahier des charges de consultation des promoteurs. Ce document contient notamment le CPAUPE et les fiches de lot qui constituent les cahiers des charges à respecter, notamment sur le volet de la qualité de l'air.

### Une vérification du respect des prescriptions dans les projets architecturaux

Le cahier des charges de consultation transmis aux constructeurs précise les exigences à respecter sur le lot concerné. Il peut également contenir une « clause santé », qui engagera les opérateurs à la bonne prise en compte des enjeux de santé repérés, tel que l'attention portée à la qualité de l'air.

Après sélection des lauréats par la maîtrise d'ouvrage (aménageur et collectivité), les compromis de vente peuvent être signés. Un volet spécifique à la qualité de l'air peut alors être intégré dans le cahier des charges de cession de terrains pour garantir le respect de certaines exigences. Les constructeurs deviendront à leurs tours maîtres d'ouvrage sur les parcelles qu'ils auront acquises.

La vérification de la prise en compte des prescriptions urbaines relatives à la qualité de l'air par les collectivités peut ensuite intervenir via la relecture et la validation des permis d'aménager et de construire, qui sont soumis à visa préalable de l'aménageur et de la maîtrise d'œuvre urbaine. Ces derniers veillent au respect des divers cahiers des charges.



## Phases 4 : Exécution des travaux

### Une limitation des sources de pollution de l'air en phase chantier

Les opérations menées en phase chantier d'un projet d'aménagement peuvent elles-mêmes être à l'origine de nombreuses sources de pollutions atmosphériques<sup>18</sup>, pouvant nuire à la qualité de l'air pour le voisinage, telles que :

- Utilisation de machines et engins de chantier entraînant des émissions de dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, hydrocarbures et particules fines,
- Activités entraînant l'émission de poussières (travaux de terrassement, d'excavation ou de démolition, déplacement et entreposage de matériaux, utilisation des véhicules et machines, opérations de soudage ou découpage de matériaux...),
- Mise en œuvre de bitume entraînant des émissions de particules fines, d'hydrocarbures et de composés organiques volatils,
- Emploi de solvants, source d'émission de composés organiques volatils.

Pour réduire l'impact des travaux d'aménagement, la consultation relative au choix du maître d'œuvre peut ainsi inclure les dispositions contractuelles visant à garantir le respect de l'environnement lors des différentes phases du chantier :

- **Mise en œuvre d'une charte contractuelle de chantier à faibles nuisances** : intégrer une charte de chantier faibles nuisances dans les pièces du dossier marché à l'intention des entreprises, afin d'imposer la mise en place de mesures visant à limiter la pollution de l'air induite par le chantier,
- **Analyse des mémoires techniques des entreprises, en phase de remise des offres, sous le prisme de la qualité de l'air** : vérification de l'existence de mesures proposées pour réduire les émissions polluantes de son activité sur le chantier,
- **Mise en œuvre de dispositifs de monitoring** : pour effectuer un suivi de l'impact du chantier sur la qualité de l'air extérieur pour les riverains, et mettre en place les dispositions adéquates.

La maîtrise d'ouvrage peut se faire aider dans cette démarche par un Assistant à Maîtrise d'Ouvrage (AMO) qui possède la compétence environnementale nécessaire pour le suivi de cette phase d'exécution.

## Un suivi des dispositions mises en œuvre à la livraison

Suivant les contextes et les types de projet, un suivi et une vérification de l'efficacité des dispositions mises en œuvre via une campagne de mesure sur site, ponctuelle ou étendue sur les premières années d'exploitation des projets, pourra s'avérer nécessaire ou pertinente pour capitaliser des données recueillies à titre de retour d'expérience. Deux situations peuvent être envisagées :

- **Réalisation de mesures de qualité de l'air à la livraison des bâtiments du projet** : campagne de mesure ponctuelle sur le site de projet pour vérifier l'atteinte des objectifs fixés en termes de qualité de l'air et l'efficacité des dispositions mises en place.

- **Mise en place d'un dispositif de monitoring dans certains espaces ou locaux sensibles sur les trois premières années d'exploitation** : désignation d'un bureau d'étude en charge de la mise en place d'un dispositif de monitoring en continu de la qualité de l'air en intérieur pour un échantillon représentatif de locaux (cours d'école et/ou salles de classe pour une école, ou cœur d'îlot et/ou appartements pour des logements collectifs par exemple), et de la réalisation d'un bilan annuel sur les trois premières années.

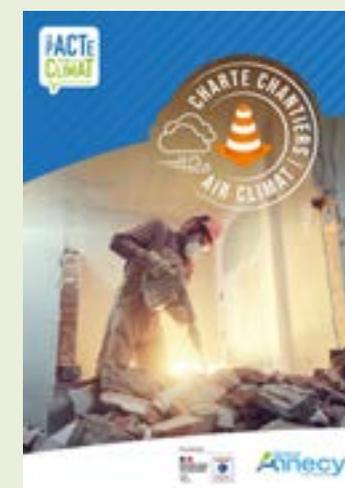


## Retour d'expérience de la Charte « Chantiers Air Climat »

### GRAND ANNECY

Le Programme Local pour la Qualité de l'Air du Grand Anancy a mis en place en 2022 une charte « Chantiers Air Climat »<sup>19</sup> visant à partager des bonnes pratiques afin de limiter l'impact des chantiers sur la qualité de l'air et le climat. Lauréate de l'appel à projets AACT-AIR 2020 de l'ADEME, la collectivité du Grand Anancy présente dans cette charte des actions concrètes à mener par chaque acteur du chantier et à chaque phase de projet suivant les différents types de travaux à mener (voirie, réseaux, construction, réhabilitation, démolition...). Adoptée de façon volontaire par les principaux don-

neurs d'ordres du territoire, la charte sera utilisée notamment dans la commande publique. Comme le précise la charte, la maîtrise d'ouvrage doit rendre ces enjeux contractuels lors de la consultation des entreprises, et se doter de moyens de contrôle afin de faire respecter l'application des mesures.



Charte Chantier Air Climat (source : Communauté d'Agglomération du Grand Anancy, 2022)<sup>20</sup>



## Phase 5 : Exploitation

### Une sensibilisation des habitants et usagers en exploitation

Suivant les contextes et les types de projet, une sensibilisation des usagers principaux des bâtiments (habitants, personnes en charge de l'exploitation et la maintenance...) pourra s'avérer nécessaire ou pertinente. Cette sensibilisation permettra de garantir une bonne compréhension des dispositions en faveur de la qualité de l'air, mises en œuvre dans le cadre du projet pour préserver la qualité de l'air à court, moyen et long terme.

Différentes solutions peuvent être envisagées suivant les situations, telles que :

- **A l'intention des usagers principaux des bâtiments** : mettre à disposition un livret d'accueil avec un volet santé, en particulier pour les projets de logements, permettant d'explicitier les spécificités du projet, de sensibiliser et de partager des bonnes pratiques pour une préservation de la qualité de l'air à moyen et long terme. Celui-ci peut comprendre des recommandations sur l'aération (adapter les horaires et

durées d'aération au trafic routier, privilégier l'ouverture des fenêtres sur cour...), sur l'usage des espaces extérieurs (potagers, aires de jeux ou de sport, espaces à occupation prolongée...), sur l'entretien et la maintenance (dépoussiérer fréquemment les entrées d'air au niveau des fenêtres ou volets roulants, nettoyer à l'eau savonneuse les bouches d'extractions une à deux fois par an), ainsi que des recommandations relatives à la qualité de l'air intérieur.

- **Pour les personnes en charge de l'exploitation/maintenance des bâtiments** : donner des recommandations sur les besoins éventuellement renforcés d'entretien et de maintenance des systèmes de ventilation. Il peut s'agir par exemple des préconisations suivantes :
  - Nettoyer régulièrement les bouches d'extraction,
  - Nettoyer régulièrement et renouveler tous les six mois à un an les filtres pour la ventilation mécanique double flux,
  - Dépoussiérer la turbine du ventilateur via le caisson moteur,
  - Entretien du réseau de ventilation une fois par an.



## Retour d'expérience de la ZAC de la Constance

### AIX EN PROVENCE

Dans le cadre du projet de la ZAC de la Constance, la SEMEPA d'Aix-en-Provence a mené une étude du type MODELAIRURBA, conjointement avec l'agence d'architecture D&A et le bureau d'étude Egis.

Cette étude a dans un premier temps permis de valider la forme urbaine au stade des études de conception.

Dans un second temps, pour appuyer les exigences de la SEMEPA envers le futur promoteur immobilier jusqu'au stade de l'exploitation des bâtiments, un volet spécifique à la qualité de l'air a été rédigé dans le cahier des charges de cession de terrains, incluant un Plan de Management de la Qualité de l'Air Intérieur. Ce document mentionnait en particulier une obligation de monitoring à mettre en place, par le promoteur immobilier, dès la livraison des bâtiments avec des indications précises sur les polluants à mesurer (en air intérieur et en air extérieur), la fréquence et l'utilisation des données ainsi recueillies.



Plan masse du projet de la ZAC de la Constance, Aix-en-Provence  
(source : agence D&A)

# DES RETOURS D'EXPÉRIENCE EN FRANCE



## Eurométropole de Strasbourg

Deux projets pionniers ayant contribué à l'évolution des politiques publiques de l'Eurométropole de Strasbourg sur la qualité de l'air

### INFOS CLÉS

**Projets :** Ecole Solange-Fernex dans l'Ecoquartier Danube - Bâtiments des Compagnons du devoir

**Enjeu :** Proximité avec la N4 - l'A35

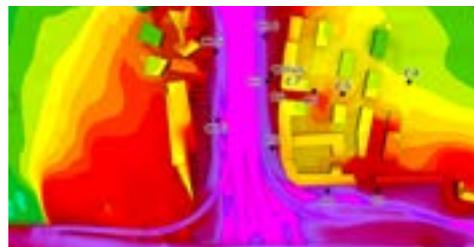
**Programme :** Ecole maternelle - Centre de formation et logements étudiants

**Dates des études :** 2012 et 2019

### DESCRIPTION

En 2012 et 2019, deux projets d'aménagement ont contribué à faire progresser les pratiques et à mieux intégrer la qualité de l'air dans les documents cadres de la métropole. Sur ces deux établissements recevant du public, situés à proximité d'axes routiers structurants, des études techniques fines sont venues appuyer les choix de conception pour limiter l'exposition des futurs usagers à la pollution de l'air.

[Lien vers la fiche Retour d'expérience](#)



## EPT Plaine Commune

Étude expérimentale MODELAIRURBA menée sur deux secteurs d'aménagement et proposant une stratégie d'évolution de ses documents cadres pour mieux intégrer la qualité de l'air.

### INFOS CLÉS

**Projets :** Porte-de-la-Chapelle à Saint-Denis - Six-Routes à La Courneuve

**Enjeu :** Proximité avec l'A1 et le boulevard périphérique de Paris

**Programme :** Activités et Tertiaire (Porte-de-la-Chapelle) - Logements (Six-Routes)

**Dates de l'étude :** 2020-2022

### DESCRIPTION

Dans la poursuite des ambitions portées par son premier PLUi, l'EPT Plaine Commune a lancé en 2020 l'étude expérimentale « MODELAIRURBA » visant à intégrer la pollution de l'air comme une donnée d'entrée de la conception de projets urbains. Une généralisation de la méthode mise en œuvre a été décidée suite à cette étude, avec la volonté de l'inscrire au prochain PLUi révisé.

[Lien vers la fiche Retour d'expérience](#)



## Métropole du Grand Paris

Étude de qualité de l'air sur un quartier mixte à proximité d'un axe routier majeur ayant une programmation sensible et visant à affiner le projet d'aménagement.

### INFOS CLÉS

**Projet :** ZAC Plaine Saulnier

**Enjeu :** 12,5 ha de ZAC sur la commune de Seine Saint-Denis, au croisement de l'A86 et l'A1

**Programme :** Tertiaire à dominante sportive, logements, parc

**Dates de l'étude :** 2023-2024

### DESCRIPTION

L'orientation sportive du projet a suscité des interrogations auprès des élus du fait de sa proximité avec l'autoroute. La démarche MODELAIRURBA a été retenue par la Métropole du Grand Paris comme outil d'aide à la conception du projet. Le scénario le plus protecteur en termes de densité bâtie a été retenu, intégrant un corridor végétal le long de l'A86 et une adaptation de la morphologie urbaine.

[Lien vers la fiche Retour d'expérience](#)



## EPT Est Ensemble Ville de Paris

Étude urbaine visant à diminuer l'exposition des habitants d'un quartier situé au croisement de deux grandes infrastructures routières.

### INFOS CLÉS

**Projet :** Porte de Bagnolett

**Enjeu :** Echangeur entre l'A3 et le boulevard périphérique de Paris

**Programme :** Enfouissement ou évolution des bretelles de l'échangeur

**Dates de l'étude :** 2021-2022

### DESCRIPTION

À l'occasion des protocoles de préfiguration des deux quartiers limitrophes, une étude urbaine a été lancée sur la porte de Bagnolett en 2021 pour diminuer l'exposition à la pollution de l'air des habitants et usagers du quartier. Sans possibilité à court terme de réduire fortement le trafic, une étude de qualité de l'air comparant différents scénarios de transformation de l'échangeur a été réalisée.

[Lien vers la fiche Retour d'expérience](#)

# 4

## VERS UNE DÉCLINAISON DANS LES DOCUMENTS CADRES

### Les documents cadres pour intégrer la qualité de l'air

La qualité de l'air étant une thématique transversale, les politiques visant son amélioration sont conduites par une pluralité d'acteurs à différentes échelles du territoire. Trois échelles de documents cadres intègrent la qualité de l'air : nationale, régionale ou départementale, locale. Éminemment complémentaires, ces documents constituent d'importants leviers pour améliorer la qualité de l'air et réduire l'exposition des populations à court, moyen et long terme :

- **Les documents stratégiques** définissent les démarches en faveur de la qualité de l'air,
- **Les documents de planification et d'aménagement** précisent la mise en œuvre opérationnelle sur le territoire.

Les interactions entre ces documents est régie par :

- **La compatibilité** : ne pas être en contradiction avec les options fondamentales,
- **La prise en compte** : ne pas ignorer ni s'éloigner des objectifs et des orientations fondamentales.

La méthode MODELAIRURBA étant focalisée sur les marges de manœuvre à l'échelle urbaine, elle peut se décliner plus particulièrement dans les documents cadres d'aménagement à échelle locale.

#### ÉCHELLE NATIONALE

Le Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) détermine la stratégie nationale sur les émissions polluantes. Réévalué tous les quatre ans, il établit les actions à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques anthropiques et respecter les exigences de la directive européenne sur les plafonds d'émissions.

#### ÉCHELLE RÉGIONALE OU DÉPARTEMENTALE

Le Conseil régional est chargé d'organiser les modalités de l'action commune des collectivités territoriales relative « au climat, à la qualité de l'air et à l'énergie » (loi MAPTAM, 2014). Deux principaux documents cadres intègrent les enjeux de qualité de l'air :

**Le Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire (SRADDET) (ou le Schéma directeur de la région pour l'Île-de-France (SDRIF))**, document stratégique et prospectif d'aménagement du territoire à l'échelle régionale, définit notamment des objectifs de maîtrise de la croissance urbaine, des moyens de protection et de mise en valeur de l'environnement, la localisation préférentielle des grands équipements et des infrastructures de transport.

...

**Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)** est destiné aux agglomérations de plus de 250 000 habitants et aux zones dans lesquelles les concentrations en polluants atmosphériques dépassent ou risquent de dépasser les seuils réglementaires de qualité de l'air.

Il définit des objectifs et des mesures pour ramener les niveaux de concentrations sous les valeurs réglementaires. Il établit des prescriptions de réduction des émissions polluantes et est complété par une « feuille de route » à l'intention des collectivités.

#### ÉCHELLE LOCALE

La Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) de 2015 impose un renforcement significatif de la prise en compte de la qualité de l'air dans les outils de planification, les plans et schémas territoriaux locaux. Le principal document définissant la stratégie à adopter est :

**Le Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET)**, qui définit une stratégie et un plan d'action en faveur de la qualité de l'air, adaptés aux enjeux du territoire local<sup>21</sup>. Les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) de plus de 100 000 habitants, ou ceux de plus de 20 000 habitants couverts par un PPA, sont tenus d'intégrer en annexe un Plan d'Actions Qualité de l'Air (PAQA) afin de rejoindre les objectifs du PPA. Celui-ci doit inclure notamment une étude d'opportunité pour l'instauration d'une zone à faible émission dite ZFE (Code de l'environnement Art.L. 229-26).<sup>22</sup>

Chargés d'intégrer les enjeux de qualité de l'air dans la planification urbaine, trois documents de planification précisent ensuite les mesures à mettre en œuvre de façon opérationnelle :

**Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT)**, instrument de mise en cohérence des politiques publiques d'aménagement et de développement, comporte un volet déplacements et qualité de l'air, et peut tenir lieu dans certains cas de PCAET (article 46 loi ELAN du 17 juin 2020).

**Le Plan Local d'Urbanisme (PLU/PLUi)** établit un projet global d'urbanisme à l'échelle de la commune et/ou des intercommunalités. Déclinant de façon opérationnelle les règles d'urbanisme à mettre en œuvre, le PLUi est un document de planification locale permettant d'agir concrètement sur les projets. Susceptible d'établir des prescriptions urbaines jusqu'à l'échelle de la parcelle, le PLUi permet d'établir des règles d'urbanisation opérationnelles contraignantes et circonstanciées (via le règlement d'urbanisme et les OAP), pouvant s'adapter suivant les enjeux locaux de pollution de l'air.

**Le Plan De Mobilité (PDM)** définit la stratégie de mobilité territoriale (déplacements des personnes et des marchandises). Obligatoire pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, il présente un plan d'actions qui s'articule avec les différentes démarches stratégiques régionales et métropolitaines. Volet essentiel et prioritaire de la séquence ERP2I, la réduction à la source des émissions dépasse toutefois l'objet de la méthode MODELAIRURBA, centrée sur le projet urbain.

Comme évoqué dans la partie précédente, des exigences complémentaires peuvent être imposées dans le cadre de projets urbains comme les zones d'aménagement concertées (ZAC) ou les zones de renouvellement urbain (RU) (plan guide, CPAUPE, Fiches de lots...). Les porteurs de projets doivent *in fine* établir une demande de permis de construire ou d'aménager auprès de la collectivité pour obtenir leur autorisation d'urbanisme.

## À retenir

# LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LES PRINCIPAUX DOCUMENTS CADRES POUR LA COLLECTIVITÉ

Ce schéma présente les principaux documents cadres concernant le sujet de la qualité de l'air et illustre leurs liaisons/leurs liens. Il met en évidence les documents sur lesquels les collectivités territoriales exercent une influence directe.

### Le PCAET

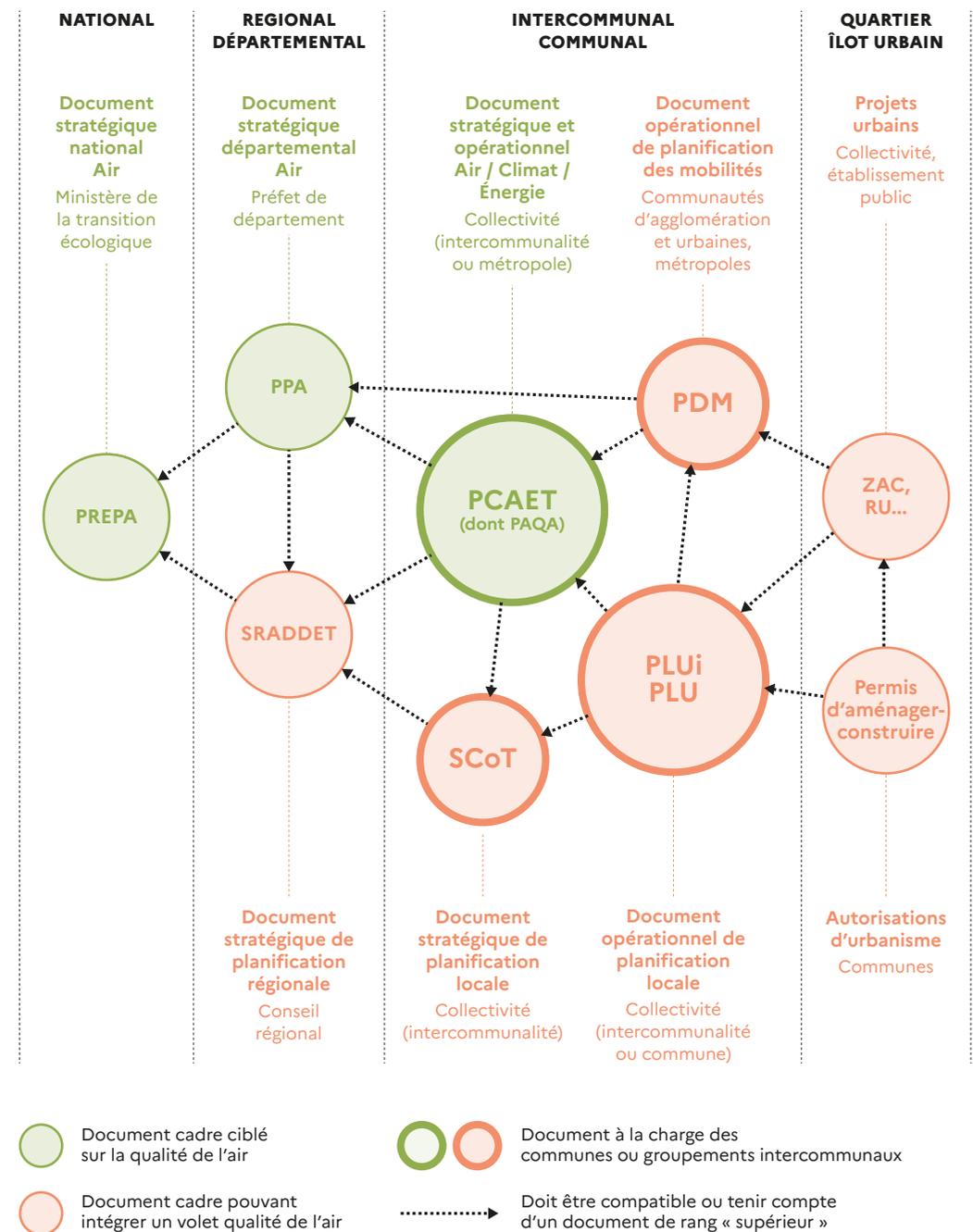
Associant les enjeux climat-air-énergie, le PCAET définit une stratégie et un plan d'action en faveur de la qualité de l'air adaptés aux enjeux locaux. Les EPCI de plus de 100 000 habitants ou ceux de plus de 20 000 habitants couverts par un PPA sont tenus d'intégrer en annexe un Plan d'actions qualité de l'air (PAQA) afin de rejoindre les objectifs du PPA.

### Le PLUi

Déclinant de façon opérationnelle les règles d'urbanisme à mettre en œuvre, le PLUi est un document opérationnel de planification local permettant d'agir concrètement sur les projets. Susceptible d'établir des prescriptions urbaines jusqu'à l'échelle de la parcelle, le PLUi permet d'établir des règles d'urbanisation opérationnelles contraignantes et circonstanciées (via le règlement d'urbanisme et les OAP), pouvant s'adapter suivant les enjeux locaux de pollution de l'air.

### LEXIQUE

<b>PREPA</b>	Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques
<b>PPA</b>	Plan de Protection de l'Atmosphère
<b>SRADDET</b>	Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire
<b>PCAET</b>	Plan Climat Air Énergie Territorial
<b>PAQA</b>	Plans d'action de réduction des polluants atmosphériques (annexe du PCAET)
<b>SCoT</b>	Schéma de Cohérence Territorial
<b>PLU/PLUi</b>	Plan Local d'Urbanisme
<b>OAP</b>	Orientations d'Aménagement et de Programmation
<b>PDM</b>	Plan de mobilités
<b>ZAC</b>	Zone d'Aménagement Concertée
<b>RU</b>	Renouvellement Urbain



## Une stratégie d'ensemble portée par le PCAET

Déclinant les objectifs internationaux, européens et nationaux d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, de résilience et de qualité de l'air, le PCAET établit un diagnostic précis des enjeux territoriaux, puis définit une stratégie, un programme d'actions et un dispositif de suivi garantissant l'atteinte des objectifs visés. Intégrant les enjeux de qualité de l'air depuis 2016, il place les collectivités territoriales en coordinateurs de la stratégie qualité de l'air sur leur territoire.

## La séquence ERP2I, garante de la cohérence des actions

Chargé de définir une stratégie et un plan d'action pour la qualité de l'air pour l'ensemble des communes du territoire, le PCAET est le document le plus pertinent pour présenter l'approche territoriale souhaitée. La méthode MODELAIRURBA suggère ainsi d'introduire la séquence ERP2I (« Éviter – Réduire – Protéger – Inciter – Informer ») dans le PCAET, de sorte que le plan d'action proposé soit cohérent avec la hiérarchisation des actions définie par cette séquence, et adapté aux enjeux locaux.



### OAP Qualité de l'air

#### PLUi DE GRENOBLE ALPES MÉTROPOLE

Lors de l'élaboration de son premier PLUi, la Métropole grenobloise a créé une OAP thématique sur la qualité de l'air en 2015<sup>23</sup>. Son objectif est de réduire l'exposition des habitants, en réglementant les lieux d'implantation et la forme des pro-

## Une déclinaison opérationnelle dans les documents cadres

Une déclinaison opérationnelle de la séquence ERP2I dans les documents cadres du territoire est ensuite nécessaire afin de mettre en œuvre la méthode MODELAIRURBA. Les principaux documents opérationnels de planification à l'échelle intercommunale et communale concernés sont :

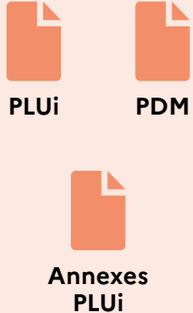
**Le plan de mobilités (PDM) :** pour réduire les émissions à la source, une intégration explicite de la qualité de l'air est nécessaire afin d'agir sur les modes de déplacements.

**Le plan local d'urbanisme (PLUi) :** pour favoriser une réelle prise en compte généralisée de la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire, et permettre une adaptation des dispositions à la diversité des projets et des situations, un travail est suggéré sur trois types de pièces fondamentales du PLUi : les règlements écrit et graphique, ainsi que les OAP thématiques.

**Les annexes du PLUi :** variant suivant les territoires, les annexes du PLUi peuvent également être un vecteur pertinent et complémentaire au PLUi pour sensibiliser les acteurs du territoire aux enjeux de qualité de l'air et aux bonnes pratiques à mettre en œuvre.

jets urbains accueillant des habitations ainsi que des établissements recevant des publics sensibles. Afin de délimiter les secteurs à enjeux et les seuils, un travail a été mené avec l'AASQA locale sur la base de la Carte Stratégique Air élaborée par celle-ci.

Le règlement du PLUi mentionne que les projets doivent être compatibles avec les OAP. Les préconisations ont ensuite été adaptées en fonction du niveau de pollution de deux types de secteurs (proximité avec le boulevard périphérique ou des axes urbains structurants) et un travail de zonage a été réalisé afin d'éviter l'implantation d'établissements sensibles aux abords des grands axes routiers de la Métropole.

 <b>PCAET</b>	<b>STRATÉGIE GLOBALE : ERP2I</b> <b>« ÉVITER, RÉDUIRE, PROTÉGER, INCITER, INFORMER »</b>
 <b>PDM</b>	<b>ÉVITER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Suppression des émissions à la source</li> <li>– Développement des modes de déplacement non polluants</li> <li>– Développement de la mobilité active</li> </ul>
 <b>PCAET    PLUi</b>	<b>RÉDUIRE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Réduction des émissions à la source</li> <li>– Recul et mise à distance des récepteurs vis-à-vis de la source</li> <li>– Programmation des bâtiments</li> <li>– Morphologie urbaine</li> <li>– Effet d'obstacle</li> <li>– Végétalisation adaptée</li> </ul>
 <b>PCAET    Annexes PLUi</b>	<b>PROTÉGER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Répartition des programmes sensibles et organisation des espaces</li> <li>– Étanchéité de l'enveloppe des constructions</li> <li>– Position des ouvertures et prises d'air neuf</li> <li>– Choix des systèmes de ventilation</li> </ul>
 <b>PLUi    PDM</b>  <b>Annexes PLUi</b>	<b>INCITER ET INFORMER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Opportunités d'usages proposées dans les espaces extérieurs</li> <li>– Signalétique urbaine informative et incitative</li> <li>– Dispositifs de suivi et monitoring de qualité de l'air</li> <li>– Livrets d'accueil usagers, intégrant un volet « qualité de l'air »</li> </ul>

Déclinaison type de la stratégie ERPI dans les documents cadres

## Des exigences et des prescriptions opérationnelles intégrées dans le PLUi

Chargé de définir et coordonner un projet d'aménagement et de développement durable sur l'ensemble du périmètre intercommunal, le PLUi décline de façon opérationnelle les règles d'urbanisme à mettre en œuvre et énonce des principes issus de bonnes pratiques à généraliser à travers :

- **Un règlement écrit et graphique**, définissant de manière précise les règles techniques, programmatiques, urbaines et architecturales à respecter sur certains secteurs ou parcelles,
- **Des orientations d'aménagement et programmation**, exprimant de manière qualitative les ambitions et la stratégie d'aménagement sur un secteur donné (OAP sectorielle) ou enjeu spécifique (OAP thématique).

A travers ces deux principales pièces constitutives, il peut favoriser la mise en place de règles d'urbanisation prenant en compte les enjeux locaux de pollution.

### Règlements graphique et écrit

L'article R.151-9 du Code de l'urbanisme, rappelle que « seule la partie écrite et le (ou les) document(s) composant la partie graphique du règlement peuvent être opposés au titre de l'obligation de conformité définie par l'article L.152-1 ». Ces pièces sont donc opposables lors de la délivrance d'une autorisation du droit des sols (permis d'aménager, permis de construire, déclaration préalable...). Les prescriptions souhaitées obligatoires doivent être inscrites dans le règlement écrit. Tel que l'indique le « Guide sur les dispositions opposables du PLU » du Ministère de la cohésion des Territoires, une attention fine est à porter sur la rédaction des règles envisagées. Un test préalable, sur une sélection de parcelles représentatives du secteur dans lequel elles vont s'appliquer, est recommandé afin de vérifier que leurs effets sont bien ceux

recherchés, et de les confronter aux autres enjeux territoriaux.

Dans une optique d'intégration des enjeux de pollution de l'air dans le PLUi, il est suggéré de réglementer en particulier les projets de construction ou de changement de destination accueillant un public ou un usage vulnérable selon les principes suivants :

- Interdiction stricte de construction ou installation dans les secteurs à enjeux les plus critiques, telles que les zones en dépassement des valeurs limites réglementaires,
- Autorisation, sous condition de prise en compte des enjeux de qualité de l'air dans la programmation et la conception du projet (étude type MODELAIRURBA) pour les autres zones à enjeux.

Les lieux accueillant un public ou un usage vulnérable sont en particulier les habitations, établissements de santé et d'action sociale, établissements scolaires et d'accueil de la petite enfance, équipements sportifs et aménagements de plein air ludiques ou sportifs.

Il est conseillé de compléter le règlement écrit avec une cartographie, inscrite au règlement graphique, identifiant les zones à enjeux sur le territoire qui sont soumises à des exigences dans le PLUi (voir exemple ci-contre pour l'Eurométropole de Strasbourg). La réalisation préalable d'un bilan territorialisé de la qualité de l'air à l'aide de l'AASQA locale est alors nécessaire. En croisant avec la localisation des populations sensibles, cette cartographie permet de distinguer différents niveaux d'enjeux (exemples : dépassements réglementaires, dépassements réglementaires potentiels, surveillance aux abords des axes routiers majeurs).

### OAP thématiques

Applicables à l'ensemble du territoire, les orientations transversales relatives à la qualité de l'air visent à rappeler les bonnes pratiques permettant de diminuer le niveau d'exposition des populations, et d'améliorer localement la qualité de l'air. Donnant un cadre d'élaboration et d'instruction plus souple que le règlement, les OAP doivent être conçues pour permettre une instruction des demandes d'urbanisme dans un rap-

port de compatibilité avec leurs dispositions. Une plus grande liberté est ainsi offerte aux auteurs de PLUi par le Code de l'urbanisme pour la rédaction des OAP, qui peuvent alors revêtir différentes formes. Du point de vue de la qualité de l'air, elles permettent :

- La diffusion de recommandations et le partage de bonnes pratiques relatives à l'aménagement urbain,

- L'intégration de visuels permettant de faciliter la compréhension des grands principes recommandés par les porteurs de projets.

Elles peuvent également distinguer des orientations générales, applicables à l'ensemble du territoire, et des orientations localisées, applicables dans des zones et espaces stratégiques.



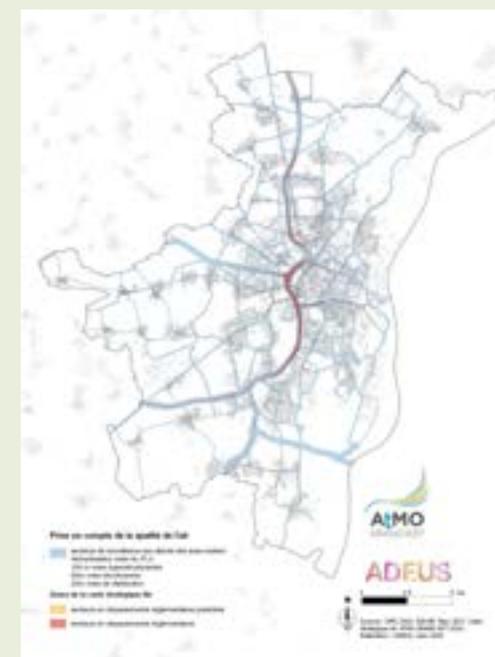
### Plan local d'urbanisme intercommunal

#### EUROMÉTROPOLE DE STRASBOURG

Pionnière en matière d'intégration des enjeux de qualité de l'air dans ses documents cadres d'urbanisme, l'Eurométropole de Strasbourg fait partie des rares métropoles ayant intégré des exigences dans le règlement de son PLUi. Dans le cadre de l'élaboration de son Plan climat 2030, l'Eurométropole de Strasbourg a souhaité renforcer le volet Air-Climat-Energie de son PLUi<sup>24</sup>. La collectivité a ainsi commencé par travailler sur l'élaboration d'une OAP axée sur la qualité de l'air. Elle a ensuite souhaité renforcer sa démarche en intégrant des exigences opposables dans le règlement de son PLUi. Rédigées en coopération avec des bureaux d'étude et ATMO Grand Est, ces dispositions réglementaires se fondent sur une carte stratégique Air élaborée et mise à jour par ATMO Grand-Est. Cette carte stratégique définit trois secteurs à enjeux (voir ci-contre):

- Zones en dépassement réglementaire : secteurs soumis à un dépassement des valeurs limites pour le NO<sub>2</sub>, les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub> impliquant des interdictions et des contraintes d'aménagement.

- Zones en dépassement réglementaire potentiel : secteurs soumis à des niveaux d'exposition proches des valeurs limites pour le NO<sub>2</sub>, les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub> impliquant également des interdictions et des contraintes d'aménagement.
- Secteurs de surveillance aux abords des axes routiers : zones tampons autour des infrastructures non nécessairement concernées par les dépassements de seuils réglementaires mais dans laquelle l'importance du trafic routier implique l'application de certains principes d'aménagement.



Plan vigilance air et extrait de l'OAP « Air Climat Energie » (source : Eurométropole de Strasbourg. 2021)<sup>24</sup>

## Plan De Mobilité

Le Plan De Mobilité précise la politique de mobilités du territoire et définit un programme d'actions prioritaires dans le temps. Il peut intégrer notamment un Plan vélo et/ou un Plan marchabilité.

La réduction à la source des émissions polluantes dépassant l'objet de ce guide, les solutions correspondantes ne seront pas détaillées ici. Le Plan de Mobilité constitue toutefois un outil de planification pertinent pour intégrer des dispositions d'aménagement visant à limiter les risques d'exposition en ville :

- **Prioritairement par un développement et une valorisation, sous l'angle de la qualité de l'air, des actions permettant d'abaisser les émissions à la source** (développement de l'offre alternative à la voiture, déploiement et contrôle de la zone à faible émission, diminution des vitesses de circulation, apaisement du trafic routier, aménagements routiers...),
- **Par une prise en compte des niveaux de risque d'exposition à la pollution de l'air** dans l'élaboration du plan vélo et du plan piéton,
- **Par la mise en place d'une signalétique dédiée aux piétons et aux vélos**, informative et incitative, pour encourager une adaptation des comportements suivant les lieux et les niveaux d'exposition actuels.

acteurs concernés, la création d'un **poste de chargé de mission spécialisé** au sein de la collectivité peut s'avérer pertinent.

Mettant au service du territoire son expérience et son expertise sur la qualité de l'air, ses missions peuvent concerner notamment :

- **L'expertise technique** : veille scientifique et méthodologique, appui des élus et services de la collectivité sur les sujets complexes, participation à la mise en place d'actions concrètes et à la mise à jour des documents cadres...
- **La coordination** : mise en relation des différents services, échanges réguliers avec l'AASQA locale...
- **La sensibilisation** : acculturation des services techniques et des élus, animations et communication auprès du grand public...
- **Le suivi** : vérification de la mise en œuvre des politiques publiques sur le volet air, capitalisation et partage de retours d'expériences...

Jouant un rôle de conseil et de coordination dans la gestion de la qualité de l'air sur le territoire, le chargé de mission peut faciliter l'appropriation et la généralisation de la méthode MODELAIRURBA en accompagnant notamment les acteurs non-initiés dans sa mise en œuvre.

## Une acculturation des élus et des porteurs de projet

Afin de faciliter l'appropriation et la mise en œuvre opérationnelle de la méthode MODELAIRURBA, une acculturation des acteurs impliqués dans les projets d'aménagement est recommandée. Suivant l'importance des enjeux à l'échelle locale, l'ampleur des projets et le besoin d'acculturation des



### Chargé de mission qualité de l'air

#### MÉTROPOLE DE MONTPELLIER

Afin d'accélérer la mise en œuvre des actions du PPA et de systématiser la prise en compte des enjeux de qualité de l'air dans les projets du territoire, la Métropole de Montpellier a créé en 2021 un poste de chargé de mission qualité de l'air, avec le soutien de l'ADEME<sup>25/26</sup>. Intégré au pôle mobilités des services métropolitains, cet ingénieur se voit confier différentes missions :

- L'animation, la sensibilisation et la communication : organisation d'événements lors des journées nationales de la qualité de l'air, création de supports de sensibilisation,
- L'appui aux services techniques et aux élus de la métropole : rédaction de supports techniques ou notes thématiques destinés à sensibiliser, acculturer ou partager des actualités,

– Participation à des projets : Projets d'Évaluation Quantitative des Impacts sur la Santé (EQIS), Projet d'instrumentation des cours d'école avec des micro-capteurs pour assurer un suivi et sensibiliser les usagers,

– Collaboration avec ATMO Occitanie : échange de données, réunions mensuelles, implication dans la mise à jour des documents cadres liés à la qualité de l'air,

– Participation à la mise à jour des documents cadres d'urbanisme du territoire en lien avec la qualité de l'air, tels que le PCAET, le PLUi ou le PDM, en lien avec la mise à jour du PPA.

L'expertise du chargé de mission air constitue une aide précieuse pour sensibiliser tous les acteurs, coordonner les actions mises en œuvre sur le territoire et apporter un appui technique aux élus et aux services de la Métropole sur certains enjeux spécifiques.

## RÉSUMÉ

L'exposition chronique des populations à la pollution atmosphérique est un risque sanitaire majeur. L'abaissement des valeurs guides en matière de qualité de l'air de l'OMS en 2021 et la refonte de la directive européenne relative à la qualité de l'air, adoptée le 24 octobre 2024, soulignent l'importance de renforcer les actions de lutte contre la pollution de l'air afin de protéger la santé des populations. En particulier, la baisse de plus de 50% des valeurs limites de certains polluants, imposée par la directive européenne à partir de 2030, doit inciter les pouvoirs publics, dont les collectivités, à agir dès maintenant afin d'éviter une forte augmentation des zones en dépassement réglementaire.

L'aménagement urbain constitue un levier d'action à fort potentiel pour limiter les niveaux d'exposition des populations à la pollution de l'air locale liée au trafic routier. La méthode MODELAIRURBA, développée et expérimentée par l'EPT Plaine Commune sur son territoire, a montré que la mise en œuvre d'une méthode robuste constitue un outil précieux d'aide à la conception et à la décision pour aménager des sites localisés à proximité d'axes routiers à fort trafic en veillant à préserver la santé des habitants.

Socle théorique fondateur de la méthode MODELAIRURBA, la séquence « Éviter – Réduire – Protéger – Inciter – Informer » (ERP2I) est inspirée de l'approche préventive « Éviter – Réduire – Compenser » imposée dans les évaluations environnementales réglementaires. Adaptée aux enjeux de pollution de l'air, cette séquence priorise des actions à mettre en place afin de limiter l'exposition des populations, en tenant compte de l'influence de la morphologie urbaine et des usages.

La méthode MODELAIRURBA, objet de ce guide, propose une approche rigoureuse et répliquable de prise en compte de la pollution de l'air dans les projets d'aménagement urbain. Elle objective les enjeux afin d'identifier les leviers et d'évaluer l'efficacité des actions à mettre en place aux différentes étapes d'un projet urbain. Idéalement mise en œuvre dès la programmation, elle s'appuie sur un diagnostic rigoureux de l'état initial de la pollution de l'air et sur des modélisations 3D d'états futurs. Elle permet d'affiner le scénario d'aménagement et d'intégrer des prescriptions détaillées dans les documents encadrant les études opérationnelles (plan guide, CPAUPE, fiches de lots...). Suivant le contexte et le projet, certaines préconisations peuvent également impliquer des dispositions à suivre en phase de travaux ou d'exploitation des bâtiments.

Afin de coordonner les actions sur le territoire et réduire efficacement l'exposition des populations à court, moyen et long terme, l'intégration d'exigences spécifiques à la qualité de l'air dans les documents cadre d'urbanisme est fondamentale. La méthode MODELAIRURBA étant focalisée sur les marges de manœuvre à l'échelle urbaine, elle pourra être déclinée dans les documents cadres d'aménagement à échelle locale. Définissant la stratégie à adopter sur le territoire, le Plan Climat - Air - Énergie Territorial permettra ainsi de proposer un plan d'action cohérent avec la hiérarchisation des dispositions à mettre en œuvre, définie par la séquence ERP2I. Le plan local d'urbanisme, qui définit les règles d'urbanisation à l'échelle de la parcelle à travers son règlement écrit et graphique, permettra d'inscrire des exigences concernant la qualité de l'air.

# SIGLES ET ACRONYMES

<b>AASQA</b>	Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air	<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Particules fines de diamètre inférieur à 2,5 µm
<b>AEE</b>	Agence Européenne de l'Environnement	<b>PM<sub>10</sub></b>	Particules fines de diamètre inférieur à 10 µm
<b>CCCT</b>	Cahier des Charges de Cession de Terrain	<b>PPA</b>	Plan de Protection de l'Atmosphère
<b>CFD</b>	Computational Fluid Dynamics	<b>PREPA</b>	Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques
<b>COV</b>	Composés Organiques Volatils	<b>SCoT</b>	Schéma de Cohérence Territoriale
<b>CPAUPÉ</b>	Cahier des Prescriptions Architecturales, Urbaines, Paysagères et Environnementales	<b>SDES</b>	Service des données et études statistiques
<b>EPCI</b>	Établissement Public de Coopération Intercommunale	<b>SDRIF</b>	Schéma Directeur de la Région pour l'Île-de-France
<b>EPT</b>	Etablissement Public Territorial	<b>Séquence ERC</b>	Séquence « Éviter Réduire Compenser »
<b>LCSQA</b>	Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air	<b>Séquence ERP2I</b>	Séquence « Éviter – Réduire – Protéger – Inciter – Informer »
<b>NH<sub>3</sub></b>	Ammoniac	<b>SIG</b>	Système d'Information Géographique
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dioxyde d'azote	<b>SNBC</b>	Stratégie nationale bas-carbone
<b>NOx</b>	Oxydes d'azote	<b>SO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de soufre
<b>NPNRU</b>	Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain	<b>SRADDET</b>	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
<b>O<sub>3</sub></b>	Ozone	<b>TMJA</b>	Traffic Moyens Journaliers Annuels
<b>OAP</b>	Orientations d'Aménagement et de Programmation	<b>ZAC</b>	Zones d'Aménagement concertées
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé	<b>ZFE ou ZFE-m</b>	Zone à faibles émissions mobilité
<b>PAQA</b>	Plan d'Actions Qualité de l'Air		
<b>PCAET</b>	Plan Climat-Air-Energie Territorial		
<b>PDM</b>	Plan De Mobilité		
<b>PLU</b>	Plan Local d'Urbanisme		
<b>PLUi</b>	Plan Local d'Urbanisme intercommunal		

# NOTES

- Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires.** Service des données et études statistiques. *Bilan de la qualité de l'air extérieur en France en 2023*. Octobre 2024
- WHO.** *Economic cost of the health impact of air pollution in Europe*. 2015
- Santé Publique France.** *Impact de pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitain. Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019*. Avril 2021
- OMS.** *Les nouvelles lignes directrices mondiales de l'OMS sur la qualité de l'air visent à éviter des millions de décès dus à la pollution atmosphérique. Communiqué de presse 22 septembre 2021*. En ligne. <https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>
- AEE.** *Air quality in Europe — 2017 report*. 2017
- ADEME.** *La pollution de l'air en 10 questions*. <https://librairie.ademe.fr/5879-pollution-de-l-air-en-10-questions-la.html>
- Union Européenne.** *Directive du parlement européen et du conseil concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe (refonte) PE-CONS 88/24*. 2 octobre 2024.
- ADEME.** *ECRAINS® Engagement à Construire Responsable pour un Air Intérieur Sain*. 2021. <https://librairie.ademe.fr/urbanisme/5649-ecrains-engagement-a-construire-pour-un-air-interieur-sain.html>
- ROUSSEAU Olivia, AIA Life Designers, PRADELLE Frédéric, Ramboll France, Vincent JACOB, AIA Life Designers, DEQUIEDT Frédérique, Plaine Commune, ECK Mélanie, Plaine Commune.** *Modéliser la qualité de l'air dans un secteur d'urbanisation contraint, Recommandations d'aménagement pour minimiser les impacts de la pollution de l'air sur la population de Plaine Commune*. 2022. <https://librairie.ademe.fr/6026-modeliser-la-qualite-de-l-air-dans-un-secteur-d-urbanisation-constraint.html>
- ADEME.** *Agir sur la mobilité pour améliorer la qualité de l'air des territoires*. 2024. <https://librairie.ademe.fr/air/7112-solutions-mobilite-pour-ameliorer-la-qualite-de-l-air.html>
- ADEME.** *Aménager avec la Nature en ville*. Octobre 2018. <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-territoires-et-sols/1170-amenager-avec-la-nature-en-ville.html>
- Réseau National de Surveillance Aérobiologique.** En ligne. <https://www.pollens.fr/>
- ADEME.** *L'arbre en milieu urbain*. 2021. <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-territoires-et-sols/4198-l-arbre-en-milieu-urbain.html>
- ADEME.** *ARBOClimat : un outil pour faciliter la nature en ville*. En ligne. <https://infos.ademe.fr/>
- CEREMA.** *L'arbre, l'essence de la ville*. 2022. <https://sesame.cerema.fr>
- Selectree.** En ligne. <https://selectree.calpoly.edu/tree-detail/1609>
- Hiemstra et al.** *Les arbres : une bouffée d'air pur pour la ville*. 2008
- ADEME, SETEC Energie Environnement, BIO by Deloitte – Marion THILL, Arianna de TONI.** *Qualité de l'air et émissions polluantes des chantiers du BTP : Etat des connaissances et mesures d'atténuation dans le bâtiment et les travaux publics en faveur de la qualité de l'air*. <https://librairie.ademe.fr/urbanisme/1522-qualite-de-l-air-et-emissions-polluantes-des-chantiers-du-btp.html>
- LEGIFRANCE.** *Note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières*. <https://www.legifrance.gouv.fr/circulaire/id/44436>
- JOUANNEAU Romain (Grand Annecy), CHATEL Nicolas (Durabilis).** *Mobiliser les acteurs du BTP sur la qualité de l'air - Chantiers Air Climat Grand Annecy, Elaboration d'une charte de réduction des émissions de polluants sur les chantiers du BTP*. 2022. <https://librairie.ademe.fr/5707-mobiliser-les-acteurs-du-btp-sur-la-qualite-de-l-air.html>
- Atmo France.** *Intégration de la qualité de l'air dans les PCAET. PLAN'AIR, Retours d'expérience, évaluation sur 30 territoires et recommandations*. 2022. <https://librairie.ademe.fr/societe-et-politiques-publiques/5467-integration-de-la-qualite-de-l-air-dans-les-pcaet.html>
- ADEME, Algoé, Pianu B.** *Guide d'aide à l'élaboration et la mise en oeuvre des ZFE-m*. 2022. <https://librairie.ademe.fr/5786-guide-d-aide-a-l-elaboration-et-la-mise-en-oeuvre-des-zfe-m.html>
- Grenoble Alpes Métropole.** *OAP Qualité de l'air. Plan Local d'Urbanisme Intercommunal*. 2019. [https://sitdl.lametro.fr/urba\\_posplu/PLUI\\_GAM\\_20191220/4\\_1\\_OAP\\_thematiques/08\\_OAP\\_Air.pdf](https://sitdl.lametro.fr/urba_posplu/PLUI_GAM_20191220/4_1_OAP_thematiques/08_OAP_Air.pdf)
- Eurométropole de Strasbourg.** *Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de l'Eurométropole de Strasbourg*. 2024. <https://www.strasbourg.eu/plan-local-urbanisme-eurometropole-strasbourg>
- ADEME.** *Mise en œuvre d'actions sur la qualité de l'air grâce à une ingénierie dédiée*. Ils l'ont fait. Avril 2024. <https://librairie.ademe.fr/7114-mise-en-oeuvre-d-actions-sur-la-qualite-de-l-air-grace-a-une-ingenierie-dediee.html>
- Hélène MERLET, Chargée de mission qualité de l'air de la Métropole de Montpellier Pôle Mobilités depuis 2024.** Entretien téléphonique par les auteurs. 02 Juillet 2024.

## Ramboll

Ramboll est une société d'ingénierie et de conseil fondée il y a 80 ans au Danemark. Sa division Santé et Environnement compte plus de 400 experts qualifiés de l'air dans le monde et un centre de calcul et de simulation numérique basé à Copenhague. En France, une vingtaine d'experts accompagnent les industriels, opérateurs d'infrastructures, aménageurs et collectivités dans l'évaluation et l'atténuation des émissions atmosphériques et des impacts liés à la pollution de l'air.

## AIA Environnement

Implantée à Paris, Nantes, Lyon et Bordeaux, AIA Environnement est la structure dédiée aux projets à haute valeur environnementale ajoutée du groupe de maîtrise d'œuvre pluridisciplinaire français AIA Life Designers. Créé pour accompagner les villes dans leurs transitions environnementales et socio-sanitaires, elle regroupe des Ingénieurs et Architectes couvrant les champs d'expertises de l'environnement, du développement durable et de l'urbanisme favorable à la santé.

## L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

**Sur tous les fronts**, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

**Dans tous les domaines** - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

**À tous les niveaux**, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère nouveau ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

### Les collections de l'ADEME



#### ILS L'ONT FAIT

##### L'ADEME catalyseur :

Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### EXPERTISES

##### L'ADEME expert :

Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



#### FAITS ET CHIFFRES

##### L'ADEME référent :

Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### CLÉS POUR AGIR

##### L'ADEME facilitateur :

Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



#### HORIZONS

##### L'ADEME tournée vers l'avenir :

Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.