



Consolidation de l'Observatoire de l'environnement

Bilan de la phase pilote et suite

Préavis N° 2025 / 15

Lausanne, le 12 juin 2025

Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs,

1. Résumé

Par le présent Préavis, la Municipalité sollicite l'octroi d'un crédit de CHF 200'000.- pour la consolidation de l'Observatoire de l'environnement, à prélever à hauteur de CHF 100'000.- sur le préavis N° 2019/33 « Assainissement du bruit routier » et de CHF 100'000.- sur le préavis N° 2020/54 « Plan climat ». Ce montant sera réparti sur deux ans (2026-2027). Les résultats de la phase pilote de deux ans, initiée par le rapport-préavis N° 2020/38 « Vers un Observatoire de l'environnement » sont présentés ainsi que les axes de développement concernant son contenu et les ressources nécessaires à son établissement. Cette démarche s'inscrit dans les objectifs de durabilité et de lutte contre les changements climatiques de la Ville de Lausanne.

Le présent préavis participe à la mise en œuvre des objectifs suivants du programme de législature :

12. Soigner l'environnement & la biodiversité

Renforcer le rôle de l'Observatoire de l'environnement dans la récolte, la gestion, l'exploitation et la maîtrise des données, éléments essentiels pour élaborer et conduire l'action publique.

2. Objet du préavis

Pour donner suite au rapport-préavis N°2020/38 « Vers un Observatoire de l'environnement » en réponse aux postulats de M. Rossi et M. Gaillard, une phase pilote de deux ans de mesures environnementales a été réalisée. Le présent préavis présente le bilan de cette phase test, qui est encourageant, et propose de consolider l'Observatoire de l'environnement avec comme but sa pérennisation au sein de l'administration.

Cet observatoire est conçu comme un outil d'aide à la décision pour des politiques publiques locales, un moyen de sensibilisation du public aux questions environnementales importantes et un élément nécessaire au suivi de l'évolution de la qualité environnementale à Lausanne.

L'Observatoire de l'environnement comprend un réseau de micro-capteurs permettant la mesure de paramètres environnementaux (par exemple le bruit, la température et la qualité de l'air) ainsi que la récolte de données existantes. L'interprétation de ces données, leur représentation et, in fine, leur communication doit s'inscrire dans un processus permettant de garantir la cohérence des données, de leur récolte à leur mise à disposition.

3. L'Observatoire de l'environnement

3.1 Bilan de la phase pilote

Le rapport-préavis N°2020/38 « Vers un Observatoire de l'environnement » a initié une phase pilote de deux ans pour la mise en place d'un réseau test de mesures environnementales avec des micro-capteurs.

Cette phase test a permis de répondre aux quatre groupes d'actions prévus dans le rapport-préavis :

- mise en place du réseau de mesure test ;
- mesures d'information, de sensibilisation, de communication au sujet de la pollution de l'air ;
- actions communales « smog hivernal » ;
- évaluation de mesures mises en place.

Un bilan succinct de la mise en place du réseau de mesure est donné dans les paragraphes suivants. Le bilan détaillé, y compris les résultats des autres groupes d'actions, peut être consulté à l'annexe « A1 – Bilan de la phase test de l'Observatoire de l'environnement ».

3.1.1 Réseau de mesure test

Quarante-quatre micro-capteurs ont été déployés sur tout le territoire lausannois pour évaluer leur capacité à mesurer utilement le bruit, la température et la qualité de l'air (polluants gazeux et particules fines). Après deux ans de mesures, le bilan suivant peut être établi :

- les micro-capteurs de bruit mesurent les immissions sonores du trafic routier avec une bonne précision, même si ce ne sont pas des appareils de mesure officiels, il est possible de les exploiter à l'aide d'indicateurs qui quantifient la gêne occasionnée aux riverains. Les capteurs permettent de mettre en évidence les effets de certaines actions mises en place par la Ville ou des nuisances particulières comme le bruit de chantier. Cependant, ils ne permettent pas de mesurer distinctement des bruits forts de courte durée (moins de cinq minutes) comme le passage d'un véhicule particulier ou d'un avion ;
- les micro-capteurs de température de l'air permettent de mettre en évidence des différences locales et de calculer des indicateurs comme le nombre de nuits tropicales¹. La température de l'air est aussi un élément de mesure nécessaire pour quantifier la température ressentie et pour évaluer localement les îlots de chaleur (hotspots) ;
- les micro-capteurs de particules fines, en particulier pour la mesure des PM2.5, suivent bien les tendances des stations de référence. Telles quelles, les données issues de ces capteurs peuvent être utilisées pour de l'information et de la sensibilisation. Une étude en collaboration avec l'EPFL a donné des résultats prometteurs pour augmenter la précision des mesures. Le développement d'un indicateur de qualité de l'air basé sur les données de micro-capteurs est en discussion avec d'autres collectivités et les Hautes écoles ;
- en revanche, la fiabilité des micro-capteurs de polluants gazeux (ozone et oxydes d'azote) s'est révélée insuffisante. En l'état actuel de la technique, ces mesures exigent énormément de ressources pour l'entretien et la maintenance, sans donner des résultats satisfaisants. L'exploitation de ce type de capteurs est donc abandonnée à ce stade.

¹ Nuit tropicale : nuit pendant laquelle la température ne descend pas en dessous de 20°C. « Le nombre de nuits tropicales par an est un indicateur climatique de la chaleur et du stress thermique ». Voir <https://www.nccs.admin.ch/nccs/fr/home/glossaire/tropennacht--klimaindikator-.html>

Cette phase test a ainsi mis en évidence le potentiel des mesures de bruit, de température et des particules fines avec les micro-capteurs choisis. Les défis techniques, tant au niveau du terrain que de la gestion des données, ont aussi pu être mis en évidence et sont à prendre en compte pour la suite du développement du réseau.

En parallèle du réseau de mesure, des actions de communication et de participation ont été entreprises autour de la thématique de la qualité de l'air. Trois fiches d'informations ont été publiées sur le site Internet de la Ville, accompagnées d'une campagne de communication sur les réseaux sociaux, les écrans TL et d'articles dans le journal communal. [Le projet participatif Capt'Air²](#), en collaboration avec l'Université de Lausanne et le FabLab de Renens, a remporté l'appel à projet « Interact 2023 » et a donné lieu, entre autres, à plusieurs ateliers de construction de capteurs de particules fines par la population. Ces actions ont mis en avant l'intérêt de la population sur les questions environnementales.

3.1.2 Résultats de la phase pilote

La phase pilote de deux ans de l'Observatoire de l'environnement a permis notamment de :

- confirmer la pertinence de recueillir des données avec des micro-capteurs pour la mesure du bruit, de la température et de la qualité de l'air (particules fines) ;
- confirmer l'intérêt de la population et de l'administration pour des données et indicateurs environnementaux ;
- confirmer le potentiel pour évaluer les effets des politiques publiques ;
- confirmer la possibilité d'établir un suivi de l'état de l'environnement pour les paramètres mesurés ;
- évaluer les ressources nécessaires pour maintenir un réseau de micro-capteurs ;
- mettre en évidence les défis techniques de terrain (supports, alimentation électrique, etc.) et liés aux données (stockage, infrastructure informatique, partage, sécurité, etc.) ;
- confirmer le caractère transversal de l'observatoire et le besoin de soutien de la part des services partenaires et d'experts externes (Cantons, Confédération, Hautes écoles, mandataires, etc.) ;
- confirmer l'utilité de mesures locales pour informer, sensibiliser et communiquer au sujet de la qualité de l'environnement.

3.2 Stratégie de consolidation de l'Observatoire de l'environnement

Au vu des bons résultats de la phase pilote, il est proposé de consolider l'Observatoire de l'environnement avec comme but sa pérennisation au sein de l'administration.

En continuité avec la phase pilote, l'Observatoire de l'environnement sera porté par le Bureau du climat et de la durabilité au sein du Secrétariat général de la direction du logement, de l'environnement et de l'architecture.

Un groupe interservices³ au sein de l'administration a été créé et validé fin 2023 par la Municipalité, ce qui a déjà permis de cibler les besoins de récolte et de traitement des données environnementales lors d'un premier atelier participatif le 7 mars 2024. Ce groupe de travail assurera le suivi et garantira les synergies internes à la Ville. Il permettra également de renforcer les liens interservices et de mettre en place les collaborations nécessaires à la bonne marche du réseau.

² <https://participer.lausanne.ch/processes/captair/f/167/>

³ Il comprend notamment le Service d'organisation et d'informatique pour la maintenance et le développement l'infrastructure nécessaire, le Service du cadastre pour les systèmes d'information géographique et les Services industriels pour le réseau de transmission de données. Ainsi que les services demandeurs ou fournisseurs de données : le Bureau du climat et de la durabilité, les services des parcs et domaines, de l'urbanisme, de la mobilité et de l'aménagement des espaces publics, d'architecture et du logement, de l'eau et de l'économie

Il est également proposé de poursuivre la collaboration avec le groupe de suivi externe mis sur pied dans le cadre de la phase pilote, intégrant notamment la Direction générale de l'environnement du Canton de Vaud et l'EMPA (Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche). Ce groupe a pour but la validation technique de l'Observatoire. Des contacts avec d'autres collectivités, les cantons de Genève et de Bâle notamment, utilisant des micro-capteurs existent déjà et sont activés de manière ad hoc.

3.2.1 Buts de l'Observatoire de l'environnement

L'Observatoire de l'environnement s'articule autour de trois axes : mesurer, interpréter et communiquer avec les buts suivants :

- suivre localement l'évolution de la qualité de l'environnement sur la commune de Lausanne en temps réel à commencer par le bruit, la température et la qualité de l'air ;
- fournir des informations environnementales utiles à la priorisation d'actions communales (aide à la décision guidées par la donnée « data driven ») ;
- fournir des données de base aux politiques publiques de la Ville traitant de la promotion de la santé, de la durabilité ainsi que de la protection du climat ;
- infléchir les projets et politiques publiques de façon transversale ;
- communiquer régulièrement sur l'état de la qualité de l'air, du bruit et de la température à la population ;
- mettre en évidence ponctuellement des nuisances sonores locales (bruit routier, chantier, terrasse, musique, etc.) ;
- suivre dans le temps l'évolution des îlots de chaleur en ville (hotspots) et l'effet des mesures d'adaptation aux changements climatiques.

Il peut encore être souligné que le développement de réseaux de micro-capteurs s'inscrit dans la tendance actuelle des grandes villes (Zurich, Bâle, Genève, Berne, Lyon, Paris, Londres, etc.) qui se sont dotées de ce type de réseaux.

3.2.2 Mesurer

La stratégie proposée pour le développement du réseau de mesure est de :

- consolider le réseau de mesure fixe afin de permettre un suivi à long terme d'indicateurs environnementaux ;
- avoir un lot de micro-capteurs de réserve pour le suivi ponctuel de projets de la Ville (par exemple pour les grands chantiers ou les aménagements transitoires) ;
- mettre en place un protocole de gestion des données.

Pour consolider le réseau, il est prévu de doubler le nombre de capteurs (soit un total de 80 capteurs). Ce nombre permet de rester dans la limite des ressources humaines à disposition du Bureau du climat et de la durabilité pour l'entretien et la maintenance, qui sont des points essentiels pour le bon fonctionnement d'un tel réseau.

Parmi ces capteurs, il est proposé d'en conserver un lot en réserve à poser temporairement pour l'évaluation de projets ponctuels. Le nombre et les types de capteurs de réserve sont à évaluer et à adapter en fonction des besoins. Il peut s'agir d'évaluer les effets sur la température des aménagements transitoires de rafraîchissement prévus par exemple sur la place des Saugettes. Un accompagnement externe est prévu pour renforcer l'analyse, la neutralité et la fiabilité des données récoltées dans ces contextes particuliers.

Un autre exemple est la possibilité de quantifier ponctuellement la diminution de la gêne obtenue grâce aux nouveaux aménagements routiers. La pose de capteurs de bruit dans les zones bénéficiant de mesures de modération de trafic ou de baisses de vitesse mises en place par le Service de la mobilité et de l'aménagement des espaces publics permet l'évaluation de la baisse des nuisances liées au bruit routier pour le voisinage. Le secteur des micro-capteurs étant en développement constant, une veille technologique est assurée

pour permettre de garder le matériel à jour. En fonction du développement et des besoins, d'autres types de capteurs pourront rejoindre le réseau. La Ville aura ainsi à disposition un réseau robuste et agile doté de micro-capteurs fixes et d'une réserve à placer ponctuellement en fonction des besoins de projets particuliers.

La gestion des données est essentielle au fonctionnement de l'observatoire. Il est donc prioritaire de consolider la base de données qui regroupera notamment les mesures issues du réseau de micro-capteurs. Elle intégrera également un certain nombre de traitements des données qui permettront leur compréhension, leur interprétation et leur vulgarisation.

En plus de ce qui précède, les projets suivants ont été identifiés dans le domaine de la mesure :

- déterminer les besoins à l'interne en données environnementales avec le groupe de travail interservices ;
- ajouter d'autres paramètres environnementaux, par exemple les analyses de pollution des sols à l'observatoire selon le périmètre validé par le groupe de travail;
- assurer la maintenance du réseau de micro-capteurs et la recherche de collaborations pour la suite ;
- développer la mesure de la température ressentie.

3.2.3 Interpréter

L'utilisation des données sera rendue possible par la création d'outils de visualisation pour un usage interne et externe à l'administration. La bonne visualisation des données est une des priorités de l'observatoire, qu'elle soit sous forme de tableau, de carte ou autre forme de représentation.

L'interprétation des données passe également par le développement d'indicateurs permettant une meilleure compréhension de la situation. Ces indicateurs seront aussi développés dans un but de vulgarisation et de sensibilisation à la thématique. Certains indicateurs identifiés lors de la phase pilote pourront être repris, comme le nombre de nuits tropicales⁴ pour la température et l'indice Harmonica⁵ pour le bruit. D'autres viendront les renforcer par la suite. Les données environnementales mesurées par la Ville doivent être mises à disposition du public. La première étape sera de mettre à disposition une carte des emplacements des capteurs et de ce qu'ils mesurent sur le site de la Ville. Des données, issues d'autres services, utiles à la compréhension des indicateurs pourront être utilisées afin d'enrichir les thématiques. Le partage des données à l'interne est un aspect important afin d'éviter des doublons de mesures notamment.

Le soutien d'experts internes, académiques et privés sera nécessaire pour garantir la fiabilité et la neutralité des informations communiquées). Un accompagnement par des mandataires spécialisés peut s'avérer nécessaire pour des projets particuliers, par exemple pour confirmer l'amélioration du confort thermique à la suite d'un projet de réaménagement de l'espace public ou évaluer les effets de la modération du trafic sur les immissions sonores.

Les projets suivants sont ainsi identifiés dans le domaine de l'interprétation des données :

- assurer la qualité de données nécessaire pour répondre aux attentes des parties prenantes internes et externes ;
- définir les indicateurs utiles à l'Observatoire de l'environnement et les construire avec les partenaires internes et externes ;

⁴ Nuit tropicale : nuit pendant laquelle la température ne descend pas en dessous de 20°C. « Le nombre de nuits tropicales par an est un indicateur climatique de la chaleur et du stress thermique ». Voir <https://www.nccs.admin.ch/nccs/fr/home/glossaire/tropennacht--klimaindikator-.html>

⁵ « L'indice Harmonica (pour HARMONised Noise Information for Citizens and Authorities) permet d'informer sur deux composantes majeures qui impactent l'environnement sonore, à savoir le bruit de fond ambiant et les événements sonores qui émergent de ce bruit de fond » selon <https://www.bruitparif.fr/l-indice-harmonica/>

- développer un tableau de bord interne pour la récolte et le partage des données ;
- mettre en place des outils d'aide à la décision.

3.2.4 Communiquer

La communication des résultats a pour but principal de donner accès à la connaissance aux différents publics cibles, en mettant notamment l'accent sur la mise à disposition d'informations claires et suffisamment fiables issues de l'Observatoire de l'environnement. Dans tous les cas, il est nécessaire de préciser que les données issues de micro-capteurs ne peuvent pas être comparées à des valeurs limites légales.

La représentation des données est importante et doit s'adapter à l'usage prévu : niveau technique interne, données publiques, évaluation des tendances, messages politiques, etc. Le soutien du Bureau de la communication sera nécessaire pour les messages destinés au public et la création d'une page dédiée à l'Observatoire de l'environnement sur le site Internet de la Ville.

La valorisation des données sera faite notamment par la mise en place d'un bilan annuel, soit directement sur la page internet de l'Observatoire de l'environnement soit sous un format de brochure numérique. On peut donner comme exemple [l'Observatoire de la mobilité](#)⁶ qui édite une brochure chaque année.

L'Observatoire de l'environnement mène également des projets participatifs pour encourager la population à s'impliquer ainsi que pour augmenter la connaissance des enjeux environnementaux et leurs impacts sur la santé notamment avec le projet Capt'Air. Cet axe fait écho à la stratégie municipale pour la participation qui encourage la mise en place de démarches participatives.

Les projets suivants ont été identifiés dans le domaine de la communication des résultats de l'observatoire :

- mettre en place une infrastructure informatique sécurisée pour la mise à disposition de données au public ;
- mettre en place une campagne de communication sur des thématiques liés à l'observatoire en tenant compte des principes de communication autour des enjeux environnementaux pour encourager des changements de comportements ;
- tester un prototype de totem ou de mobilier urbain pour afficher des données dans une rue ou un quartier ;
- formuler des recommandations pour l'élaboration ou l'évaluation de politiques publiques.

4. Impact sur le climat et le développement durable

La proposition de la mise en place d'un Observatoire de l'environnement et le traitement en particulier de ce thème important de lutte contre la pollution de l'air sont cohérents avec les enjeux et objectifs de durabilité. Ces derniers sont définis dans la stratégie développement durable 2015-2019 (« *pour un environnement préservé et valorisé* » notamment), l'actuel Plan de législature (en termes notamment de politique environnementale exemplaire ou pour favoriser l'innovation), ainsi que dans les objectifs mondiaux de développement durable (ODD) de l'agenda 2030 de l'ONU, notamment l'objectif 3.9 : « *d'ici à 2030, réduire nettement le nombre de décès et de maladies dus à des substances chimiques dangereuses et à la pollution et à la contamination de l'air, de l'eau et du sol* » ou encore l'objectif 11.6 : « *d'ici à 2030, réduire l'impact environnemental négatif des villes par habitant, y compris en accordant une attention particulière à la qualité de l'air et à la gestion, notamment municipale, des déchets* ».

⁶ <https://www.lausanne.ch/officiel/administration/finances-et-mobilite/mobilite-et-amenagements-publics/publications/observatoire-mobilite>

Par ailleurs, en poursuivant son but de suivre les îlots de chaleur en ville et l'effet des mesures mises en œuvre pour lutter contre ce phénomène, l'Observatoire de l'environnement participe à l'adaptation du territoire, afin de préserver, voire améliorer, la qualité de vie en ville dans un contexte de changements climatiques.

5. Impact sur l'accessibilité des personnes en situation de handicap

Ce préavis n'a aucun impact sur l'accessibilité des personnes en situation de handicap.

6. Aspects financiers

6.1 Incidences sur le budget d'investissement

Ce préavis n'a pas d'incidence sur le budget d'investissement de la Ville.

6.2 Incidences sur le budget de fonctionnement

6.2.1 Charges uniques nécessaires à la mise en œuvre de la consolidation de l'Observatoire de l'environnement

Le tableau ci-dessous résume le financement sollicité dans ce préavis pour les différents projets développés à ce stade. Le budget exact nécessaire à chaque étape sera affiné au fur et à mesure de l'avancement des projets. Des demandes de fonds externes (subventions, appels à projets, etc.) sont prévues selon la nature des projets.

Charges uniques 2025-2026	CHF 200'000
Consolidation du réseau de mesure	
- matériel (capteurs, batteries, panneaux photovoltaïques, etc.)	CHF 30'000.-
- infrastructure informatique (data lake, serveurs, sécurité, méthodologie, documentation, partage de données, métadonnées, géolocalisation, etc.) - SOI	CHF 30'000.-
- développement pour la plateforme web (sécurité des données, documentation, référencement, etc.) et l'interface utilisateur UX/UI - SOI	CHF 30'000.-
- développement Front end en collaboration avec le BCOM (mandataire externe BCOM) analyse du besoin, analyse des solutions	CHF 15'000.-
- mandataires externes experts données environnementales (conseils pour la mise en place des capteurs, qualification des données, contrôle qualité, etc.)	CHF 25'000.-
Projet d'affichage domaine public (temporaire)	
- matériel (totem, mobilier urbain, câblage, etc.) & mandataires externes (ingénieur, architecte, chercheur, étudiant, etc.)	CHF 50'000.-
Interprétation des données	
- mandat agence de communication/graphiste pour conception d'un bilan annuel	CHF 20'000.-

Les dépenses (mesures, matériel, analyses etc.) en lien avec le bruit routier seront financées par un prélèvement sur le préavis N° 2019/33 « Assainissement du bruit routier » à hauteur de CHF 100'000.- et dont le solde est suffisant.

Le solde lié aux études et analyses des températures et de la qualité de l'air en ville sera financé par un prélèvement sur le préavis N° 2020/54 « Plan climat » puisque ces données sont nécessaires à l'adaptation aux changements climatiques.

6.2.2 Frais de fonctionnement

La gestion de cet Observatoire de l'environnement va générer les frais de fonctionnement annuels suivants dès 2025 :

Frais de fonctionnement annuel dès 2025 – budget SGLEA	CHF 43'000
Réseau de mesure – entretien, maintenance (remplacement des batteries et des capteurs, maintien de la base de données et des serveurs SOI, etc.) et abonnements (fournisseurs divers)	CHF 28'000.-
Mandataires externes pour la communication, participation et soutien techniques – mandataires externes (agence de communication, graphiste, sondage, cartographie participative, contrôle qualité des données, etc.)	CHF 15'000.-

Ces frais seront absorbés dans le budget de fonctionnement de la Direction du logement, de l'environnement et l'architecture.

6.2.3 Ressources humaines

Pour rappel, la mise en œuvre de ce projet bénéficie déjà d'un ept validé par le Conseil communal dans son amendement au budget 2021, adopté le 8 décembre 2020.

En synthèse l'incidence sur le budget de fonctionnement est la suivante :

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Personnel suppl. (en EPT)							0
(en milliers de CHF)							
Charges de personnel							0
Charges d'exploitation		100	100				200
Charges d'intérêts							0
Amortissements							0
Total charges suppl.	0	100	100	0	0	0	200
Diminution de charges							0
Prélèvement sur le préavis bruit routier		-50	-50				-100
Prélèvement sur Préavis 2020/54		-50	-50				-100
Total net	0	0	0	0	0	0	0

7. Conclusions

Eu égard à ce qui précède, la Municipalité vous prie, Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs, de bien vouloir prendre les résolutions suivantes :

Le Conseil communal de Lausanne,

vu le préavis N°2025 / 15 de la Municipalité, du 12 juin 2025 ;

où le rapport de la commission nommée pour examiner cette affaire ;

considérant que cet objet a été porté à l'ordre du jour,

décide :

1. de confirmer la consolidation de l'Observatoire de l'environnement ;
2. d'allouer à la Municipalité une enveloppe de CHF 200'000.- attribuée au Secrétariat général de la Direction du logement, de l'environnement et de l'architecture, répartie sur deux ans dès 2026, pour la mise en œuvre de la consolidation de l'Observatoire de l'environnement ;

3. d'accepter un prélèvement de CHF 100'000.- sur le Préavis N° 2019/33 « Assainissement du bruit routier » permettant de financer le montant mentionné sous chiffre 2 ;
4. d'accepter un prélèvement de CHF 100'000.- sur le Préavis N° 2020/54 « Plan climat » permettant de financer le solde du montant mentionné sous le chiffre 2

Au nom de la Municipalité

Le syndic
Grégoire Junod

Le secrétaire
Simon Affolter

Annexe : Bilan de la phase pilote de l'Observatoire de l'environnement



Bilan de la phase pilote de l'Observatoire de l'environnement

0 Contexte

Le Rapport-préavis N° 2020/38 « Vers un Observatoire de l'environnement » a été rédigé en réponse notamment au postulat de M. Vincent Rossi « Monitoring environnemental de Lausanne », qui demandait d'étudier l'opportunité de recourir à un système d'essaim d'appareils de prise de mesures des conditions environnementales ayant pour but de mieux connaître notre environnement urbain et in fine d'améliorer la qualité de vie en ville. Le Rapport-préavis mentionne les quatre groupes d'actions suivants :

1. la mise en place du réseau de mesure test ;
2. les mesures d'information, de sensibilisation, de communication au sujet de la pollution de l'air ;
3. les actions communales « smog hivernal » ;
4. l'évaluation de mesures mises en place.

La proposition était de mettre en place un premier réseau test, pour mesurer certains paramètres environnementaux (air, bruit et température) et évaluer la pertinence de l'application d'actions communales. Cette première phase pilote devait servir à orienter, par la suite, la mise en place de l'Observatoire de l'environnement pour suivre l'évolution de la commune par des indicateurs objectifs et pluridisciplinaires et ainsi répondre à une demande de la population et à des objectifs politiques.

Une étude de faisabilité commandée à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) en 2019 a présenté un inventaire critique des micro-capteurs peu coûteux disponibles, ce qui a orienté le développement du réseau pilote de l'Observatoire de l'environnement.

1 Réseau test de mesure des paramètres environnementaux

1.1 Capteurs

Il existe de nombreuses façons de réaliser un réseau de micro-capteurs. En s'appuyant sur la littérature disponible en 2019 et l'étude de faisabilité commandée à l'EPFL, un certain nombre de choix ont été faits au départ du projet qui ont été déterminants pour le réseau de mesure :

- capteurs fixes, i.e. montés sur des supports fixes (mats, réverbères, etc.), par opposition aux capteurs mobiles, montés sur des véhicules. Ils peuvent cependant être déplacés si nécessaire ;
- capteurs autonomes (sans alimentation extérieure) ;
- communication par réseau sans fil LoRa (protocole de communication radio) ;
- mesure des niveaux sonores, de la température et humidité de l'air, de la concentration en particules fines et des concentrations en oxydes d'azote et ozone.

Dans la mesure du possible, une préférence a été donnée aux fournisseurs locaux, notamment dans l'idée de simplifier la communication et le soutien technique. Le réseau a été mis en place par étapes. Il est finalement composé de 44 appareils :



Mesure	Paramètres mesurés	Nombre	Modèle	Fournisseur	Alimentation
Bruit	Leq [dB(A)]	15	Sampols	Orbiwise (Genève)	Piles
Température Humidité	T [°C], H rel. [%]	10	Koala	Koalasense (Fribourg)	Piles
Particules fines	PM2.5, PM10 [mg/m ³]	15	DL-PM	Decentlab (Zürich)	Solaire et batteries
Polluants gazeux	NO, NO ₂ , O ₃ [mg/m ³]	4	DL-AC-001	Decentlab (Zürich)	Piles

1.2 Mise en place du réseau

Les lieux de mesure sont d'abord choisis en fonction de la répartition ou de la densité souhaitée pour le type de capteur, mais finalement, c'est souvent l'existence et la disponibilité d'un site de pose approprié qui dicte la présence ou non d'un capteur localement. La majorité des capteurs sont posés sur des réverbères ou mâts d'éclairage, quelques-uns sur des mâts TL. En l'absence de mâts, quelques capteurs ont pu être posés sur des arbres, mais la croissance des troncs oblige à une surveillance annuelle pour adapter les brides afin de ne pas les abîmer.

Pour les capteurs de particules fines, le site doit en plus être suffisamment ensoleillé, y compris en hiver, pour permettre la recharge des batteries par le panneau solaire.

En juin 2023, un contact a été pris avec le C-FOR ! (centre de formation professionnel des SIL) afin de développer un prototype de boîtier sur mesure pour alimenter nos capteurs depuis les réverbères.

1.3 Validation des données

1.3.1 Bruit

Les résultats de la phase test pour les 15 capteurs de bruit Sampol de l'entreprise Orbiwise SA à Plan-les-Ouates (GE) ont permis de relever plusieurs constats :

- bonne précision pour la mesure des bruits du trafic routier ;
- possibilité de mesurer la baisse de bruit due au 30 km/h de nuit (voir chapitre 4) ;
- possibilité de repérer des bruits de chantiers excessifs (voir ci-après) ;
- possibilité de calculer des indicateurs de confort sonore (comme Harmonica, voir ci-après) ;
- dans la configuration actuelle, impossibilité de repérer des bruits ponctuels comme les avions ou d'identifier un seul véhicule ;
- baisse de précision lors de fortes pluies ;
- remplacement des piles tous les 10 mois.

Le Canton de Genève utilise ces capteurs et prévoit de continuer leur développement ainsi que la collaboration avec Orbiwise pour l'amélioration des outils de visualisation. La Ville de Lausanne pourra profiter de ces développements futurs.

La qualité des données est suffisante et malgré un remplacement de batteries à prévoir régulièrement, il est prévu de conserver ces appareils dans le réseau de mesure. L'analyse des données demande également un travail de traitement pour le nettoyage et la validation des mesures.

On peut encore noter que la configuration des appareils et notamment la prise effective de la mesure du bruit toutes les 15 minutes, ne permet pas de distinguer un bruit tel que le passage d'un avion.

Indice harmonica

L'utilisation d'un indice de bruit pour la publication des mesures permet de simplifier la lecture des niveaux sonores et de s'affranchir de la notion de décibel. L'indice présente les niveaux mesurés sur une échelle de 0 à 10 avec une distinction entre le bruit de fond et les événements sonores ponctuels émergents. La qualité de l'environnement sonore par rapport aux valeurs de référence est indiquée par la couleur de l'indice.

- Test de l'indice européen Harmonica pour représenter la gêne sonore

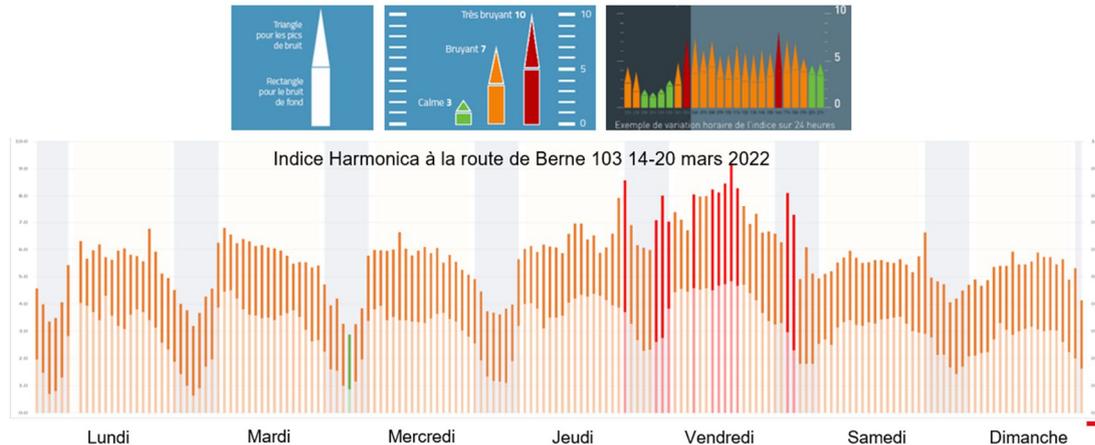


Figure 1 : Indice Harmonica calculé à la rte de Berne à partir des mesures du réseau de la Ville

Bruit de chantier

Fin janvier 2022, le capteur de bruit situé sur le pont Marc-Dufour a enregistré des niveaux sonores très importants durant la nuit (différence de 10 dB par rapport à une nuit « normale »). Ces niveaux sont directement dus aux travaux de piquetage d'une pile de pont liés au chantier de la gare de Lausanne. Cette mesure peut par exemple objectiver la gêne perçue par les voisins et les plaintes exprimées aux CFF et aux services de la Ville.

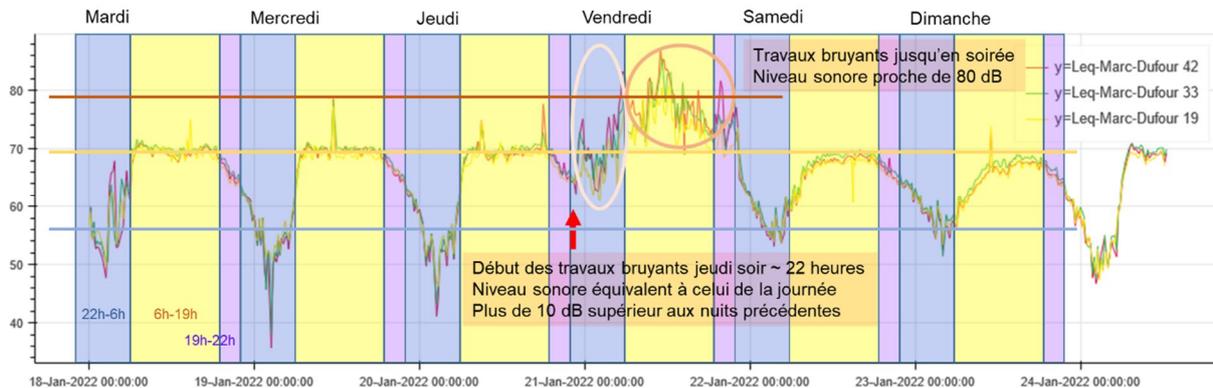


Figure 2 : graphe représentant les mesures des niveaux de bruit en décibels sur 3 points le long de l'avenue Marc-Dufour en janvier 2022

1.3.2 Température

Les 10 capteurs de température Koala de Koalasense Sàrl à La Joux (FR) ont donné des résultats fiables, la technologie de mesure de la température et de l'humidité étant très répandue. Voici les constats :

- bonne qualité des données brutes ;
- possibilité de mettre en évidence des différences selon l'environnement direct des capteurs ;
- ne permet pas à lui seul de quantifier la température ressentie ;
- bonne tenue des batteries, (jusqu'à 2 ans).

Note concernant l'évaluation de la température ressentie

La température ressentie est une notion qui dépend non seulement de la température de l'air, mais également de la vitesse du vent, de l'humidité et du rayonnement thermique. Il existe plusieurs façons de l'évaluer qui dépendent du contexte. Un indicateur de confort thermique couramment utilisé en extérieur est la température physiologique équivalente (PET). Les mesures supplémentaires nécessaires à son évaluation (température radiante et vitesse du vent) sont proposées dans le cadre de la consolidation du réseau.

Effets locaux : altitude et environnement direct

Dans le cadre du réseau test, seules les températures de l'air et de l'humidité relative ont été mesurées, dans le but d'évaluer la capacité des capteurs à fournir des données de qualité suffisante.

Les capteurs ont été répartis du bord du lac au Jorat pour évaluer dans quelle mesure les différences de température dues à l'altitude pouvaient être mesurées. Des variations moyennes de plusieurs degrés ont été mesurées entre Ouchy (375 msm) et les territoires forains (840 msm), ce qui est tout à fait en accord avec l'effet de l'altitude.

D'autre part, cinq capteurs ont été répartis dans des environnements différents aux places de la Riponne et du Tunnel, afin de tester si les capteurs pouvaient détecter des différences de température. En particulier, à la place de la Riponne, trois capteurs sont situés dans des zones minérales, semi-végétalisée ou végétalisée. Ces capteurs ont été capables de mesurer les différences de température liées à l'environnement direct. A la place du Tunnel, les mesures de température ont mis en évidence des déplacements d'air frais en provenance de la forêt de la Borde qui ont ensuite été corroborés par l'étude GeoNET mandatée par l'Unité climat.

Exemple d'indicateur : nuits tropicales

Les nuits tropicales sont définies comme les périodes nocturnes lors desquelles la température ne descend pas en dessous de 20°C. C'est un indicateur classique des effets du réchauffement et/ou de l'îlot de chaleur urbain.

Le test sur les mesures a été fait du 25 mars au 24 août 2022. Les résultats montrent que les capteurs sont capables de montrer l'effet de la végétation (Montoie) et de détecter des différences entre des environnements minéraux exposés au soleil ou ombragés (places de la Riponne et du Tunnel respectivement). Une comparaison avec les mesures à la station MétéoSuisse de Pully montre que les ordres de grandeur mesurés sont corrects.

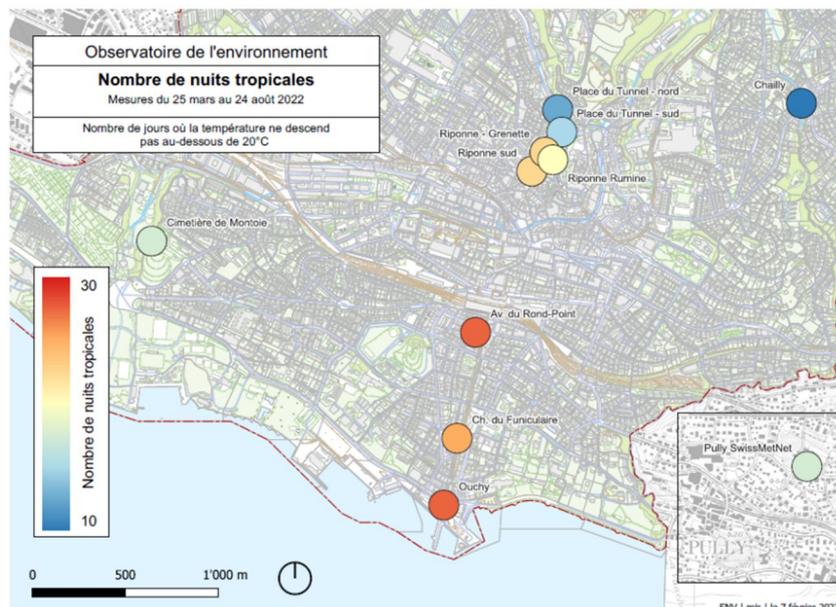


Figure 3: Carte des nuits tropicales basée sur nos données de capteurs



1.3.3 Pollution de l'air - Particules fines

Les données récoltées par les 15 capteurs de particules fines, DL-PM de Decentlab GmbH à Dübendorf (ZH), sont encourageantes :

- bonne adéquation des mesures avec celles des stations de référence (bonne représentation des tendances à la hausse ou à la baisse) ;
- meilleure correspondance en hiver lorsque les concentrations sont plus élevées ;
- influence des conditions météorologiques sur les mesures (par exemple l'humidité relative) ;
- fiabilité proche 90% si on calibre les données selon une étude de l'EPFL ;
- peu de divergence entre capteurs, ce qui montre une bonne robustesse du réseau ;
- importante contrainte due à l'alimentation solaire qui nécessite un site de mesure suffisamment ensoleillé et dont les batteries actuelles ne fonctionnent pas par grand froid.

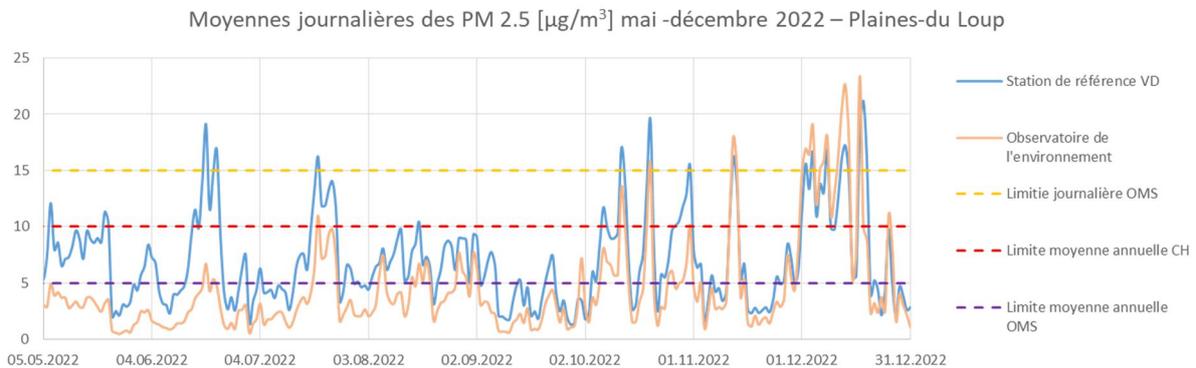


Figure 4 : graphe représentant les données mesurées par notre capteur de particule fine en comparaison avec le capteur officiel du canton

Les Cantons de Bâle et Genève, avec qui des contacts réguliers sont maintenus, reconnaissent également le potentiel de ces micro-capteurs de particules fines surtout dans le cadre d'actions de sensibilisation.

Pour pallier au problème de batterie en hiver, un prototype a été développé avec le C-FOR! qui contient un système automatique qui réchauffe la batterie lorsque la température baisse en dessous d'un seuil critique.

Sciences participatives avec la population :

Le déploiement de ce type de capteur au niveau de la population s'est réalisé et a été appuyé par la Ville de Lausanne via le projet Capt'Air (voir chapitre 2.1) qui réunit, en plus de la Ville, l'UNIL et le FabLab de Renens¹. Ce projet promeut la construction de capteurs à poser au bord de sa fenêtre afin d'impliquer la population sur la thématique de la qualité de l'air extérieur et la sensibiliser sur ses impacts sur la santé.

1.3.4 Pollution de l'air – polluants gazeux

L'analyse des données des 4 capteurs pour les polluants gazeux (NO_2 et O_3) s'est révélée difficile. La qualité de données récoltées est médiocre et donc difficile à exploiter (avec des variations de parfois 100% par rapport à la référence). Selon nos contacts avec d'autres entités utilisant des capteurs similaires (Cantons de Vaud, Bâle et Genève ou l'EMPA), les problèmes rencontrés sont récurrents. De plus, la durée de vie des piles est très limitée (4-6 mois) et les capteurs eux-mêmes seraient à renouveler chaque année entraînant des frais conséquents.

¹ <https://participer.lausanne.ch/processes/captair>



En l'état actuel, les ressources financières et humaines à engager sont disproportionnés par rapport à la qualité et l'utilité des résultats obtenus. De plus :

- le territoire communal abrite déjà 48 capteurs passifs de NO₂ appartenant au réseau cantonal, ce qui permet déjà d'évaluer sa répartition spatiale ;
- la mesure de l'ozone ne nécessite pas une grande résolution spatiale, comme polluant secondaire, ses concentrations sont beaucoup plus homogènes spatialement ;
- la mesure des particules fines montre une bonne représentativité de la pollution locale et les valeurs limites des PM10 et PM2.5 sont moins bien respectées que celles du NO₂ ;
- les émissions de NO₂ des véhicules électriques sont nulles, contrairement à leurs émissions de PM (usure des pneus et des freins).

Ainsi, il est décidé de renoncer à utiliser ce type de capteurs tant que la technologie ne permet pas d'obtenir des résultats suffisamment fiables pour un déploiement satisfaisant en ville.

2 Mesures d'information, de sensibilisation et de communication (pollution de l'air)

2.1 Projet Capt'Air (questionnaire, conférence, ateliers)

Fin 2022, l'Eprovette (UNIL), le FabLab de Renens, Unisanté et le Bureau du climat et de la durabilité ont remporté un appel d'offre Interact pour le projet « Capt'air Lausanne », avec à la clé une enveloppe de CHF 20'000.-. Ce projet propose une démarche participative en plusieurs volets permettant à la population d'enrichir ses connaissances et d'avoir un rôle actif dans la thématique de la qualité de l'air :

- consultation de la population via un questionnaire en ligne du 15 mai au 15 juillet 2023 accompagné d'un plan de communication comprenant plusieurs newsletters, les réseaux sociaux et les pages internet et intranet de la Ville. Le questionnaire de 14 questions été rempli par 292 personnes ;
- workshop de « design thinking » sur une interface de visualisation de données de qualité de l'air avec Unisanté, le FabLab de Renens, l'UNIL, la Ville de Lausanne et la population ;
- conférence « En quête d'air pur » le 13 septembre 2023, pour découvrir les liens entre qualité de l'air et santé, avec les contributions de Mme Natacha Litzistorf, conseillère municipale, Mme Adeline Niquille, cheffe de section à la DGE, M. Jean-Jacques Sauvain, chercheur à Unisanté et Mme Séverine Trouilloud, médiatrice scientifique à l'UNIL. Une soixantaine de personnes se sont déplacées pour assister à cette conférence ;
- ateliers de construction de capteurs de particules fines dans les quartiers et à l'UNIL, avec cinq rencontres pour la mobilisation du public, cinq ateliers de construction de micro-capteurs et autant de séances de suivi pour la sensibilisation aux mesures, ainsi que la participation à la semaine thématique sur l'air au terrain d'aventure de Malley.



Une campagne de communication conjointe avec l'UNIL a également accompagné toutes les phases du projet afin d'assurer la mobilisation de la population.



2.2 Campagne de communication sur la qualité de l'air

En 2023, le Bureau du climat et de la durabilité a donné un mandat de communication dont les principaux objectifs sont de sensibiliser le grand public à la problématique de la qualité de l'air et de mettre en avant les actions entreprises par la Ville pour la préserver et l'améliorer.

Pour atteindre ces objectifs, trois fiches informatives ont été rédigées, chacune portant sur des aspects spécifiques liés à la qualité de l'air. Ces fiches, disponibles sur le site internet de la Ville², ont ensuite été déclinées pour créer des visuels pour les réseaux sociaux et les écrans dans les bus TL.

La première fiche, parue fin 2023, est axée sur la thématique générale de la qualité de l'air, en fournissant des informations essentielles sur les sources de pollution, les effets sur la santé et l'environnement, ainsi que des conseils pratiques pour agir individuellement.

La deuxième fiche, qui se concentre sur la pollution hivernale, est sortie début 2024. Elle est principalement axée sur la question des particules fines, qui sont particulièrement problématiques durant la saison froide. Les risques pour la santé sont présentés et des solutions sont proposées en réduisant les impacts.

Quant à la troisième fiche, elle aborde spécifiquement la pollution estivale, en mettant l'accent sur la pollution à l'ozone ainsi que sur les mesures que la population peut prendre pour s'en protéger et minimiser leur impact environnemental. Elle est parue au printemps 2024.

En adoptant un langage clair et accessible, la stratégie de communication vise à toucher un large public, de manière à permettre à chacun de comprendre l'importance de la qualité de l'air et de son influence sur notre quotidien. Le but est notamment une prise de conscience collective et d'inspirer l'action individuelle et communautaire pour contribuer à préserver notre environnement et la santé de notre population. Cette initiative démontre l'engagement actif de la Ville dans la lutte contre la pollution de l'air et le rôle essentiel que chaque individu peut jouer.

3 Les actions communales « smog hivernal »

La problématique de l'impact sur la santé de la qualité de l'air n'est plus à démontrer. Il s'agit également d'une préoccupation soulevée dans le Rapport-préavis N° 2020/38 « Vers un Observatoire de l'environnement » – pour contribuer à promouvoir la santé de la population et à lutter contre les changements climatiques qui propose un plan d'actions communales en cas de pics de pollution.

Entré en vigueur fin 2023, le plan d'action communal en cas de pics de pollution hivernale défini par la Municipalité s'ajoute aux actions cantonales. Selon le degré de dépassement des deux seuils de concentration de poussières fines définis par l'arrêté cantonal ACEP du 20 décembre 2017³, la Ville entreprend les actions suivantes :

- encouragement au télétravail et limitation de l'utilisation des véhicules à moteur thermique pour le personnel communal ;
- nettoyage intensifié des routes et limitation des travaux émetteurs de poussières sur les chantiers communaux.

4 Evaluation des mesures mises en place

Le réseau de mesures montre un bon potentiel pour évaluer les effets d'actions communales sur la température ou le bruit. L'exemple ci-dessous montre le détail du calcul pour la diminution des nuisances sonores due à la limitation à 30 km/h de nuit.

² <https://www.lausanne.ch/portrait/carte-identite/environnement/qualite-de-l-air.html>

³ [Arrêté 800.01.6 relatif au plan d'action cantonal en cas de concentrations excessives de poussières fines \(PM-10\)](#)

Evaluation de l'effet du 30 km/h de nuit sur le bruit du trafic routier

L'avenue du Léman est limitée à 30 km/h de nuit sur presque toute sa longueur, mais la limitation prend fin avant la limite communale de Pully. Entre l'avenue de Rumine et Pully se trouvent donc deux secteurs de gabarit et conditions de trafic homogènes où seule la vitesse de nuit est différente. En mesurant les niveaux sonores simultanément sur les deux secteurs, il est possible d'estimer le gain apporté par le passage de 50 à 30 km/h de nuit.

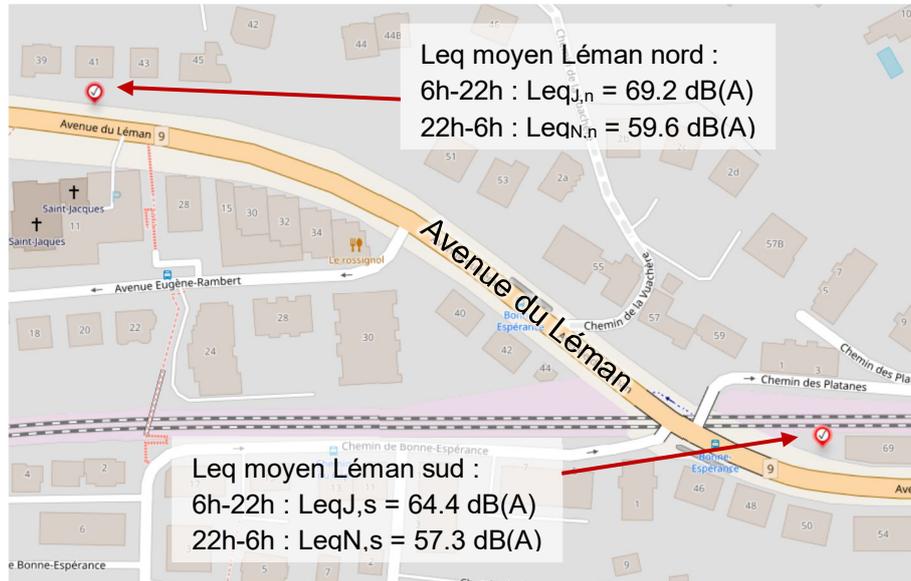


Figure 7 : plan de situation des deux points de mesures des niveaux sonores le long de l'avenue du Léman

Les conditions de mesure étant différentes pour les deux microphones (distance à l'axe de la route, hauteur, réflexions), un calcul est nécessaire pour s'affranchir de cette différence de positionnement.

Pour que l'effet du 30 km/h de nuit puisse être estimé, les conditions de circulation (sauf la vitesse de nuit) sont considérées comme constantes sur tout le tronçon étudié.

Le capteur nord est plus proche de l'axe de la route et la présence d'un important mur de soutènement provoque des réflexions qui augmentent le niveau sonore mesuré. Cet effet de positionnement est identique le jour et la nuit.

De jour, les conditions de circulation étant identiques sur tout le tronçon, on peut estimer l'effet du positionnement des capteurs (E_p) en calculant la différence entre les niveaux sonores mesurés (Leq) :

$$E_p = Leq_{J,n} - Leq_{J,s}$$

De nuit, l'effet de la diminution de vitesse à 30 km/h (E_{30}) s'ajoute à celui du positionnement des capteurs. La différence de niveau sonore est donc :

$$Diff_{Nuit} = Leq_{N,n} - Leq_{N,s} = E_p + E_{30}$$

L'effet de la diminution de la vitesse de 50 à 30 km/h de nuit peut donc être estimé avec :

$$E_{30} = Diff_{Nuit} - E_p = Leq_{N,n} - Leq_{N,s} - (Leq_{J,n} - Leq_{J,s})$$

Avec les niveaux mesurés, l'effet du 30 km/h de nuit à l'avenue du Léman est donc estimé à :

Selon les mesures de l'observatoire à l'avenue du Léman, le gain obtenu grâce à la limitation à 30 km/h de nuit est donc de 2.5 dB. Cette valeur correspond à l'ordre de grandeur mesuré lors du test du 30 km/h de nuit sur les avenues Vinet et Beaulieu en 2017.

Cet exemple démontre que ces capteurs permettent de mesurer l'impact sur le bruit des actions entreprises par la Ville sur le terrain.



5 Perspectives

Les conclusions de la phase pilote de la mise en place d'un Observatoire de l'environnement sont encourageantes et valident la volonté d'établir cet outil. Les prochaines étapes essentielles concernent la visualisation et l'analyse des données récoltées. En effet, actuellement, les données sont réparties chez leurs fournisseurs respectifs, ce qui complique leur analyse et allonge le temps nécessaire à leur traitement. Pour résoudre ce problème, la création d'une base de données agile centralisée avec le soutien d'experts internes et externes est nécessaire. Ce projet est en cours en avec le Service d'organisation et d'informatique (SOI).

Le traitement des données, permettra également d'assurer la qualité des données avant de les mettre à disposition des services et/ou de la population. En parallèle, de nouveaux indicateurs environnementaux devront être créés sur la base des données de l'observatoire et des données existantes. Pour mener à bien ces projets, les partenariats internes et externes doivent être consolidés notamment à travers le groupe de travail interservices.