

*Monitorer la propreté urbaine
vous permet d'améliorer le niveau de propreté,
l'utilisation efficace des ressources
et l'impact sur l'environnement*



Cortexia SA
Route de Vevey 91,
1618 Châtel St Denis
info@cortexia.ch

Version 5.1

Table des matières

1	Améliorer l'attractivité de votre ville grâce à une propreté urbaine maîtrisée	3
1.1	Objectiver la propreté avec le Clean City Index (CCI)	4
1.2	Gains réalisables par les services de propreté	4
1.2.1	Optimisation des coûts et de la propreté	4
1.2.2	Optimisation de l'utilisation des ressources mécanisées	5
1.2.3	Réduction de l'impact environnemental	6
2	Description de la solution et des prestations	7
2.1	Fonctionnement de la solution	7
2.2	Les systèmes de mesure embarqués	7
2.2.1	Le matériel fonctionne de façon autonome	7
2.2.2	Le système de mesure peut être monté sur tout type de véhicule	8
2.2.3	Montage sous la responsabilité du client	8
2.3	Performances de la mesure automatique	8
2.3.1	Les conditions de détection	8
2.3.2	Transmission des données	8
2.3.3	Amélioration continue pour une détection toujours plus performante	9
2.4	L'application pour smartphones Clean City Check	9
2.5	Visualisation des données	9
2.6	Sécurité et protection des données	10
3	Références documentaires	10

1 Améliorer l'attractivité de votre ville grâce à une propreté urbaine maîtrisée

La propreté urbaine joue un rôle crucial dans l'attractivité des villes et la satisfaction des habitants. Face à l'augmentation constante des attentes et de la pression sur l'espace urbain, les ressources allouées à la gestion de la propreté ne peuvent croître au même rythme. L'enjeu est de faire mieux avec moins.

Les élus et les services municipaux sont pleinement engagés dans cette mission, avec plusieurs leviers d'action à leur disposition :

- Prévention : mobilier urbain, sensibilisation, verbalisation
- Opérations : nettoyage manuel ou mécanique, gestion optimisée
- Investissements : infrastructures durables

Cortexia SA, fondée en 2016, a été créée sur un constat simple : pour obtenir des villes plus propres, il ne suffit pas d'augmenter la fréquence de nettoyage ou les moyens. Il faut pouvoir mesurer le niveau de propreté en temps réel afin d'ajuster efficacement les ressources.

Notre solution d'intelligence artificielle mesure ainsi l'état de propreté de la ville en temps réel, permettant une utilisation optimisée des ressources pour atteindre des résultats inégalés, tant en termes de propreté que de durabilité.

Pourquoi nos clients ont choisi Cortexia ?

- ⇒ **Mesure et cartographie précises** : Nous vous aidons à identifier et quantifier le niveau de propreté de chaque zone.
- ⇒ **Pilotage par les résultats** : Finies les tournées systématiques ! Adaptez vos actions en fonction des besoins réels et des données terrain.
- ⇒ **Décisions éclairées** : Grâce à des diagnostics détaillés sur les types de déchets et l'évolution de la propreté, vous pourrez déployer les moyens adéquats de manière ciblée et efficiente.
- ⇒ **Impact visible** : Réajustez vos actions (réorganisation des tournées, redéploiement des poubelles et cendriers, sensibilisation des citoyens) et intervenez rapidement en cas de déchets critiques.

Rejoignez plus d'une cinquantaine de villes européennes qui pilotent leur propreté par les résultats ! Les prestations sont améliorées, l'utilisation des ressources optimisée et la réponse aux attentes grandissantes des citoyens et élus, maîtrisée.



1.1 Objectiver la propreté avec le Clean City Index (CCI)

L'évaluation de la propreté urbaine passe par l'utilisation d'un indice de propreté fiable, initialement développé en 2000 par la ville de Zurich, et aujourd'hui disponible en accès public [1]. Cet indice, exprimé sur une échelle de 0 (très sale) à 5 (très propre), reflète la perception des usagers sur la propreté des lieux tels que les rues, parcs, ou arrêts de transport public.

L'indice de propreté prend en compte 13 catégories de salissures qui influencent la perception globale de l'état de chaque lieu. Chaque catégorie est évaluée suivant un protocole spécifique qui détaille les niveaux de salissure, avec une pondération adaptée en fonction de l'impact visuel de chaque type de déchet. Cela permet une évaluation fine et pertinente de la propreté. Certaines salissures ne peuvent pas encore être détectées automatiquement par nos algorithmes d'intelligence artificielle. Dans ce cas, elles sont signalées grâce à l'application mobile Clean City Check, utilisée par les équipes sur le terrain.

Catégorie de salissure	Gravité	Relevé	Statut
Feuillages et fleurs	1	Auto	Fonctionnel
Cigarettes, mégots	1	Auto	Fonctionnel
Chewing-gum	1	Manuel	
Corbeilles débordantes	2	Auto	En développement
Affichage sauvage	2	Manuel	
Papier, carton, plastiques	2	Auto	Fonctionnel
Pierre, gravier, sable	2	Manuel	
Bouteilles, boîtes et autres récipients	3	Auto	Fonctionnel
Dépôts sauvages : Sacs poubelle	3	Auto	Fonctionnel
Autres		Manuel	
Tags, graffitis	3	Manuel	
État de propreté des corbeilles	3	Manuel	
Excréments	4	Auto	En développement
Débris de verre et seringues	4	Auto	En développement

Grâce à l'outil de visualisation type « business intelligence », vous pouvez visualiser en temps réel l'état de la propreté dans toute la ville.

- Les zones qui respectent l'objectif fixé apparaissent en vert, indiquant que le niveau de propreté souhaité est atteint.
- Les zones en bleu sont en sur-qualité : elles dépassent l'objectif de propreté, ce qui suggère que les ressources pourraient être redistribuées ailleurs.
- Les zones en rouge, quant à elles, sont en-dessous du niveau attendu, indiquant qu'une intervention prioritaire est nécessaire pour améliorer leur propreté.

1.2 Gains réalisables par les services de propreté

1.2.1 Optimisation des coûts et de la propreté

Le coût de la [propreté par habitant](#) varie d'un facteur de 1 à 4 pour les villes d'un même pays. Cela signifie que l'augmentation des ressources ne conduit pas nécessairement à une ville plus propre et qu'il y a de la place pour des gains d'efficacité grâce à un nettoyage basé sur la demande.

La ville de Zurich enregistre systématiquement la propreté urbaine depuis plus de 20 ans déjà. Ces données sont étroitement intégrées dans les processus de planification et d'exploitation

du service de nettoyage urbain. Le service de nettoyage urbain affirme qu'environ 10 % des ressources peuvent ainsi être économisées année après année.

Une [étude complète des coûts de nettoyage](#) (basée sur les coûts effectifs issus de la comptabilité) compare trois grandes villes de Suisse et s'accorde avec cette affirmation : les deux grandes villes de Suisse romande se situent à environ 150 CHF par habitant par an et ont donc des coûts 3 fois plus élevés que Zurich, qui se situe à environ 50 CHF. Sans cette approche optimisée, la ville de Zurich dépenserait aujourd'hui 45 millions de francs supplémentaires pour le nettoyage.

1.2.2 Optimisation de l'utilisation des ressources mécanisées

Voici quelques exemples de succès avérés de villes qui ont réorganisé leur planification du nettoyage sur la base d'un suivi de la propreté (sur 1 à 3 mois ou 12 mois dans le cas de la ville de Bâle). L'objectif de ces projets était d'affecter les ressources là où elles étaient nécessaires et d'atteindre un objectif défini et important pour la ville :

- **Amélioration du niveau de propreté, économie d'une machine et de 20% d'heures de balayage en adaptant la fréquence et les routes**

Lieu : Clean City Lab (1 des 7 secteurs de la ville de Genève)

Approche et méthode : Ce secteur est divisé en 7 zones qui sont nettoyées par 3 balayeuses.

Des mesures de propreté effectuées sur une période de trois mois ont montré que 5 zones atteignaient le niveau de propreté souhaité (vert), 1 zone était au-dessus (bleu) et 1 zone était en dessous. Avec les mêmes moyens, la fréquence de la zone rouge a été augmentée au détriment de la zone bleue.

A été défini de nouveaux itinéraires de balayage et 3 calendriers par le chef d'équipe responsable sur la base de mesures de propreté et de la charge de travail par itinéraire : normal, vacances d'été (pas de nettoyage des cours d'école) et automne (feuilles tombées).

Résultats : Des niveaux de propreté plus élevés et plus uniformes dans tout le secteur. Réduction à 2 balayeuses (contre 3 à l'origine), diminution effective de 20 % des heures de travail des machines tout en maintenant la propreté.

- **Standardisation et amélioration du niveau de propreté en libérant des ressources**

Lieu : Hyper-centre de la ville d'Utrecht (Pays-Bas).

Approche et méthode : Cette zone était nettoyée par deux balayeuses et dix cantonniers. Cela comprend également le quartier commercial d'Utrecht, où des plaintes ont été déposées concernant la propreté. L'objectif était de réduire les plaintes et d'obtenir une plus grande efficacité du nettoyage par machine afin de soulager le nettoyage manuel. Les zones ont été redéfinies sur la base des mesures de propreté effectuées pendant deux mois : Augmentation des zones bleues, diminution des zones rouges, adaptation des fréquences et des temps de nettoyage par secteur.

Résultats : Indices de propreté plus élevés et uniformes dans tout le secteur, amélioration du niveau de propreté dans la zone commerciale (plus de plaintes), 4 travailleurs de rue ont été affectés à des tâches moins fatigantes.

- **Réduction de 15 % du nombre de balayeuses dans l'ensemble de la ville**

Lieu : Ville de Bâle

Approche et méthode : Sur la base des indices de propreté mesuré et attendu, ainsi que du taux d'utilisation des machines, chaque secteur se voit attribuer les machines dont il a besoin ; mise en commun des machines de réserve de chaque secteur dans un pool commun auquel les secteurs ont recours en cas de besoin.

Résultats : 15 % des véhicules du parc automobile ont été retirés et la disponibilité des ressources existantes a été améliorée. La ville de Bâle s'est fixée pour objectif de passer à 95 % de véhicules électriques d'ici 2025, une stratégie qui n'est devenue abordable qu'en réduisant le nombre de véhicules nécessaires.

1.2.3 Réduction de l'impact environnemental

En collaboration avec l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), nous avons développé une méthode pour soutenir les villes dans leurs efforts pour réduire [l'impact environnemental](#) du nettoyage urbain. Cette méthode est basée sur la quantification des principales contributions du nettoyage urbain à l'environnement :

- **La présence de déchets routiers**

Une partie des petits déchets, comme les mégots de cigarettes et les emballages en plastique, sont emportés par les grilles et finissent dans la nature. Une ville plus propre et des mesures visant à empêcher la propagation de ces petits déchets dans le réseau d'eaux pluviales protègent l'environnement et les cours d'eau avoisinants.

Résultats : 2 % des petits déchets dans la rue (par exemple les mégots de cigarettes) finissent dans la nature. Une diminution du nombre de ces petits déchets (et un indice de propreté correspondant plus élevé), entraîne une diminution des déchets dans les rivières et les lacs.

- **Émissions de bruit, de poussière et de CO2 de la flotte de nettoyage des routes**

Le nettoyage mécanique a un impact sur l'environnement, et une utilisation plus efficace de ces ressources et le passage à des véhicules moins polluants permettront de protéger l'environnement.

Résultats : L'économie d'heures de travail des machines entraîne une réduction de 1:1 des émissions de CO2 dues au nettoyage des rues. L'économie de véhicules permet d'utiliser des véhicules électriques (selon l'exemple de Bâle).

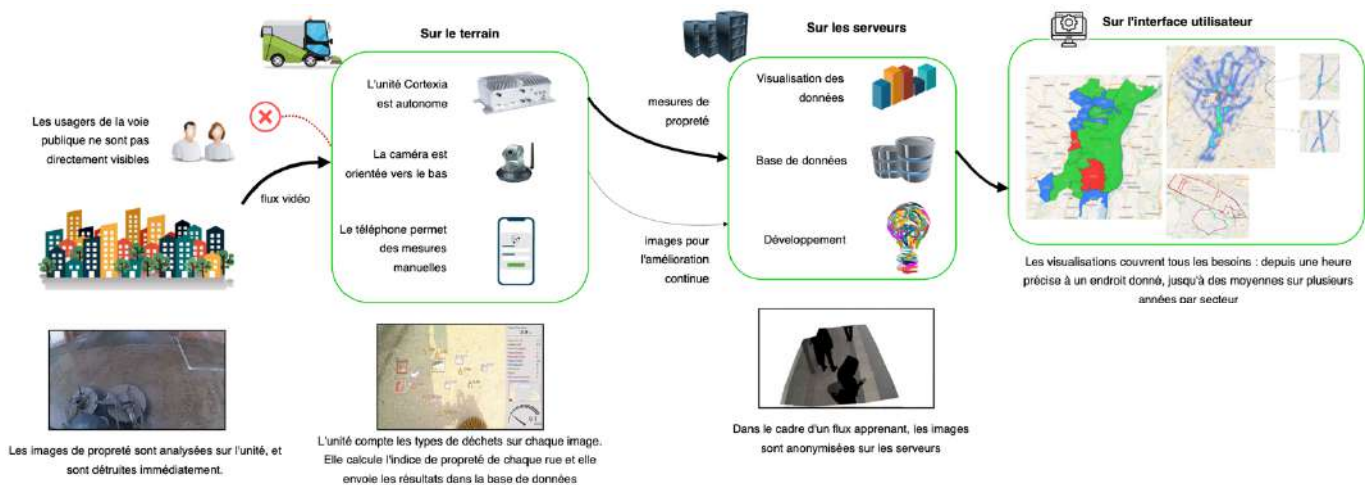
- **Consommation d'eau pour le nettoyage des rues**

Le nettoyage des rues peut nécessiter de grandes quantités d'eau, en général de l'eau potable, qui est rejetée polluée dans l'environnement.

Résultats : Bâle et Zurich, qui utilisent déjà le nettoyage à la demande, utilisent 35 fois moins d'eau par habitant par rapport à Genève.

2 Description de la solution et des prestations

2.1 Fonctionnement de la solution



2.2 Les systèmes de mesure embarqués

2.2.1 Le matériel fonctionne de façon autonome

Le système de mesure automatique permet de détecter les déchets au sol, de déterminer les impacts de chaque catégorie de déchets et de calculer l'indice de propreté Clean City Index. Il est composé :

- d'une caméra IP 67, certifiée pour le matériel roulant
- reliée à une unité de calcul Cortexia-box alimentée par le véhicule
- muni d'une antenne, placée à l'extérieur du véhicule.

Une fois installé, l'équipement est transparent pour le conducteur et ne requiert aucun traitement particulier.



2.2.2 Le système de mesure peut être monté sur tout type de véhicule

Le choix des types de véhicules à équiper dépend des objectifs et de la granularité (espace et temps) visés. La caméra est fixée à l'avant ou sur le côté du véhicule, à une hauteur de 1,80 m au minimum et 2,20 m au maximum, de manière que son champ couvre une partie de la chaussée, le caniveau et le trottoir.



2.2.3 Montage sous la responsabilité du client

Le montage sur place se fait par le service technique du client sous la supervision d'un ingénieur de Cortexia. Cortexia n'intervient pas directement sur le véhicule qui est de responsabilité du client.

Les principales opérations à charge de la ville sont :

- La mise à disposition des véhicules pour l'intervention (compter environ deux heures de montage par véhicule)
- La réalisation éventuelle du passage de câble caméra-Cortexia-box entre l'extérieur et l'intérieur
- La réalisation d'un connecteur électrique pour alimenter la Cortexia-Box par le véhicule.

2.3 Performances de la mesure automatique

2.3.1 Les conditions de détection

La détection de propreté par la Cortexia-Box fonctionne en journée, quelles que soient les conditions météorologiques : pluie ou soleil, et sur tout type de surface routière. Cependant, pour des vitesses supérieures à 30 km/h ou en cas de faible éclairage, la qualité de détection peut être affectée.

2.3.2 Transmission des données

Les données transmises par la Cortexia-box sont :

1. L'indice de propreté (CCI) en temps réel, lié aux types de déchets, leurs impacts de gravité et à une position GPS
2. L'état de santé du système (monitoring)

Les données sont transmises en toute sécurité par le réseau de téléphonie mobile LTE de manière transparente pour l'utilisateur. Une fois les données collectées, elles sont immédiatement disponibles sur la plateforme client. En cas d'indisponibilité du réseau, un système de stockage temporaire intégré garantit la continuité du flux jusqu'à 2 heures.

2.3.3 Amélioration continue pour une détection toujours plus performante

Les performances de détection sont améliorées en continu pour les raisons qui suivent :

- Améliorer la fiabilité de détection des catégories existantes
- Rendre la détection de ces catégories plus robuste vis-à-vis de la diversité des situations rencontrées
- Apprendre des nouvelles catégories.

Un système d'assurance qualité permet de sélectionner des situations ou catégories de salissures avec un taux de confiance moindre afin de réentraîner le modèle. Cette amélioration continue et les mises-à-jour du modèle sont incluses dans les prestations.

Les mises-à-jour de la solution sont comprises dans la licence. Les logiciels embarqués sur la Cortexia-box sont mis-à-jour à distance sans gêner les utilisateurs.

2.4 L'application pour smartphones Clean City Check

L'application Clean City Check complète la mesure automatique et permet à tous les utilisateurs enregistrés d'effectuer :

- Des relevés manuels de l'indice de propreté pour un endroit défini. L'évaluateur choisit le lieu audité parmi la liste des rues et places, à proximité de sa position GPS. Il évalue ensuite la propreté du lieu selon la définition du Clean City Index. Les données sont transmises et intégrées dans l'indice de propreté de la rue.
- Le relevé ponctuel des objets non détectés par l'intelligence artificielle vient compléter la mesure automatique pour le calcul de l'index.



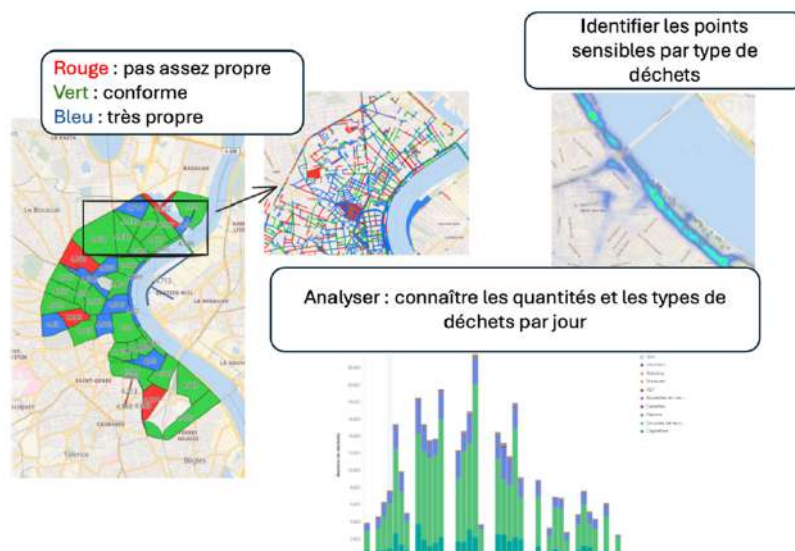
L'application est disponible au téléchargement sur les plateformes iOS et Android. Une authentification est ensuite demandée pour les utilisateurs référencés.

2.5 Visualisation des données

Les données sont accessibles via un accès web sécurisée par l'outil de « business intelligence Kibana ». Il y a deux niveaux d'utilisateurs, standard et administrateur client, ce dernier pouvant modifier les seuils des niveaux de propreté et enregistrer des filtres. Il n'y a pas de limite au nombre d'utilisateurs inscrits.

Les fonctionnalités permettent de :

- Représenter des données sous forme de cartographies interactives ou « dashboards », qui sont des rapports mêlant cartes et courbes liées dynamiquement
- Personnaliser ou créer de nouveaux dashboards avec votre propre choix de couleurs et seuils
- Envoyer par courriel des dashboards automatiquement en format pdf aux personnes concernées par les actions mises en place
- Ajouter des données géographiques : différentes couches géographiques, districts, zones, objets (places, arrêts de transports publics), éléments (corbeilles de rue), etc
- Suivre le statut de fonctionnement de chaque système de mesure.



Vous bénéficierez des améliorations continues des dashboards éprouvés par d'autres villes au fur et à mesure des retours d'expériences.

2.6 Sécurité et protection des données

La protection des données est intégrée dans la solution par design. Pour la mesure du CCI, les informations sont traitées directement par la Cortexia-box sur le véhicule. Les images sont détruites immédiatement. Uniquement un faible nombre (<0,1%) d'images sont utilisées à des fins d'assurance qualité. Un contrôle est fait par un technicien qui va flouter toutes les images pouvant comporter des plaques d'immatriculation ou des personnes.

Les images sont ensuite envoyées dans un processus qualité contrôlé par Cortexia. Pour plus d'informations sur le flux des données, merci de consulter le mémoire de sécurité ou le document RGPD.

Les analyses de risque et la vérification de la conformité par rapport aux lois sur la protection des données ont été effectuées par un cabinet externe. Merci de veiller à ne pas utiliser les données sur la position GPS des véhicules en dehors des besoins opérationnels.

3 Références documentaires

- [1] <https://www.cortexia.ch/description-clean-city-index/>
- [2] <https://www.cortexia.ch/actualites/>
- [3] <https://www.cortexia.ch/quel-est-limpact-de-la-proprete-des-villes-sur-lenvironnement/>