

LES ESPACES VERTS URBAINS EN FRANCE : UNE CRÉATION DE VALEUR *VIA* LES BIENFAITS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX



Étude économique

Avril 2024

A S T E R *è* S
études, recherche & conseil économique



SOMMAIRE

1. REVUE DE LITTÉRATURE : LES ESPACES VERTS ONT DE MULTIPLES EFFETS BÉNÉFIQUES SUR LA SANTÉ, L'ENVIRONNEMENT ET LA SOCIÉTÉ.....	8
1.1 Méthode : revue de plus de 70 papiers académiques, rapports internationaux et études.....	9
1.2 Santé : amélioration des fonctions cognitives, du bien-être, et de la santé physique.....	12
1.3 Environnement : baisse de température, du niveau sonore, absorption de carbone et polluants atmosphériques.....	17
1.4 Société : une amélioration de sécurité et du lien social	21
2. BÉNÉFICES ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES : VIES SAUVÉES, PATHOLOGIES ÉVITÉES, STOCKAGE DU CARBONE, BAISSÉ DE LA POLLUTION ET DE LA TEMPÉRATURE ESTIVALE.....	23
2.1 Périmètre : 72 zones urbaines couvrant un tiers de la population française	24
2.2 Méthode : quantifier les services sanitaires et environnementaux rendus par les espaces verts	27
2.3 Résultats : des bénéfices non négligeables en termes de santé publique, de qualité de l'air et d'atténuation du changement climatique.....	30
3. MONÉTARISATION DES EFFETS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX : LES ESPACES VERTS ONT CRÉÉ AU MOINS 2,3 MDS€ DE VALEUR TANGIBLE EN 2023.....	34
3.1 Méthode : traduire les effets sanitaires et environnementaux en unités monétaires	35
3.2 Résultats : un minimum de 2,3 Mds€ de valeur créée par les espaces verts.....	38
4. VERS UN OBJECTIF CRÉDIBLE : DES MILLIERS DE VIES SUPPLÉMENTAIRES SAUVÉES AINSI QUE 313 M€ DE VALEUR.....	41
4.1 Méthode : construire un scénario crédible de hausse des espaces verts dans les villes en retard	42
4.2 Résultats : d'avantage de bienfaits sanitaires et environnementaux, pour une valeur supplémentaire créée de plus de 310 M€	44
5. CONCLUSION : VERS UNE IMBRICATION DE L'ÉCONOMIE, DE LA SANTÉ, ET DE L'ENVIRONNEMENT	46
5.1 Décalage entre payeurs et bénéficiaires : vers des mécanismes d'internalisation des externalités ?.....	47
5.2 Attractivité : vers un chiffrage des retombées à l'échelle de la ville, de l'entreprise ou du ménage ?.....	48

5.3	Considérations sur la méthode : vers une prise en compte des impacts extra-financiers dans les études économiques ?	48
6.	ANNEXE.....	49

RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Cette étude adopte une approche unique en économie en proposant une première évaluation du volume et de la valeur des services sanitaires et environnementaux rendus par les espaces verts, qui englobent dans cette étude toutes les surfaces et éléments naturels en milieu urbain, publics et privés, à l'exception des points d'eau. Ainsi, en France, en 2023, Asterès a quantifié les bienfaits des espaces verts urbains à 22 000 vies sauvées, 275 000 pathologies évitées, 20 Mt de CO₂ stocké ou encore 1,4°C de moins en moyenne en été, correspondant à 2,3 Md€ de valeur tangible créée pour la société. En intégrant l'activité directe générée par les entreprises du paysage et des végétaux, l'empreinte économique totale des espaces verts en milieu urbain est estimée à 5,6 Mds€ en 2023.

REVUE DE LITTÉRATURE : ANALYSE DE PLUS DE 70 PUBLICATIONS ACADÉMIQUES ET RAPPORTS INTERNATIONAUX

L'exposition aux espaces verts en milieu urbain présente de multiples bénéfices sanitaires, environnementaux et sociaux. Asterès a examiné plus de 70 publications académiques et rapports internationaux pour évaluer l'effet des espaces verts sur la santé, l'environnement et les relations sociales. Sur le plan sanitaire, il semble se dégager un consensus sur les effets positifs des espaces verts sur la mortalité, la prévalence de certaines maladies chroniques telles que le diabète de type 2, ainsi que le développement cognitif, le bien-être et la santé mentale, le poids des nouveau-nés, et certains facteurs non médicaux influant sur la santé comme la qualité du sommeil, même si les mécanismes exacts restent complexes et parfois difficiles à déterminer. En outre, les espaces verts pourraient potentiellement avoir des effets bénéfiques sur le risque d'obésité, de démence et de maladies cardio-vasculaires mais les preuves sont à l'état actuel des connaissances fragiles ou ambiguës. Sur le plan environnemental, les mécanismes d'action sont bien connus : les espaces verts jouent un rôle clé dans la diminution des températures urbaines en période estivale, la réduction des émissions de CO₂, l'amélioration de la qualité de l'air, l'atténuation des nuisances sonores et l'augmentation de la capacité d'absorption des eaux pluviales. Concernant les aspects sociaux, il est établi que des espaces verts bien conçus (notamment une conception qui favorise la surveillance naturelle et garantit une bonne illumination des espaces) et bien entretenus (maintenance des lieux et gestion des espaces verts) favorisent la sécurité perçue et réelle et renforcent les liens communautaires. À l'inverse, les espaces verts mal conçus et mal entretenus peuvent attirer les activités criminelles, le vandalisme et le trafic de drogue.

RÉSULTATS EN VOLUME : 275 000 PATHOLOGIES ET TRAITEMENTS ÉVITÉS, 22 000 VIES SAUVÉES, 20 MT DE CO₂ STOCKÉ, 11 000 TONNES DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES ABSORBÉS EN 2023 ET UNE TEMPÉRATURE LOCALE EN ÉTÉ ABAISSÉE DE - 1,4°C EN MOYENNE

En s'appuyant sur cette revue de littérature, Asterès estime que les espaces verts ont un impact significatif sur la santé et l'environnement, notamment sur la prévalence du diabète chez les personnes âgées, la santé mentale, la mortalité la température locale, et un impact non négligeable sur d'autres pathologies chroniques et les puits de carbone. Dans un premier temps, Asterès a collecté auprès de l'Agence européenne de l'environnement (AEE) des données sur la superficie couverte par des espaces verts dans 72 zones urbaines françaises, englobant ainsi plus d'un tiers de la

population française. Dans un deuxième temps, Asterès a appliqué les effets sanitaires et environnementaux des espaces verts identifiés par la littérature à ce périmètre pour évaluer l'impact des espaces verts en 2023, et dans un scénario crédible de progrès des villes les moins vertueuses en les alignant sur la moyenne, corrigée de la surface et de la population – Asterès a en effet remarqué, à l'aide d'un modèle de régression linéaire multiple, que 43 villes présentaient des surfaces d'espaces verts relativement faibles compte tenu de leur surface et de leur population.

- **Sur le plan sanitaire, Asterès estime que les espaces verts ont évité en 2023 le traitement de plus de 275 000 pathologies chroniques et problèmes de santé mentale ainsi que plus de 22 000 décès.** L'impact sur les cas de diabète de type 2 représente 6% de la prévalence chez les seniors, l'impact sur les prescriptions d'anti-dépresseurs 8% des traitements chez la même classe d'âge, et l'impact sur la mortalité 3% des décès en 2023. L'impact sur les autres pathologies chroniques est plus mesuré. Asterès estime que plus de 22 000 pathologies chroniques et troubles mentaux et plus de 2 000 décès supplémentaires pourraient être évités dans un scénario de progrès des villes les moins vertueuses. Notons que certains effets avérés des espaces verts n'ont pu être pris en compte faute de méthode, notamment les effets sur la durée du sommeil, le risque de TDAH ou encore le poids des nouveau-nés.
- **Sur le plan environnemental, Asterès estime que les espaces verts stockaient en 2023 20 Mt de CO₂, ont absorbé 11 000 tonnes de polluants, évitant 1 500 cas d'asthme, et abaissé la température locale de 1,4°C en moyenne en été, évitant plus de 800 visites à l'hôpital en période de vague de chaleur.** Le volume de CO₂ stocké par les arbres urbains équivaut à 3% des émissions absorbées par les forêts françaises sur 25 ans, en maintenant la performance des forêts actuelles constante. Les arbres ont également absorbé 2,0% des émissions PM₁₀, 0,6% des émissions de NO₂, et moins de 0,5% des émissions pour les autres polluants. Asterès estime que 3 Mt de CO₂ supplémentaires pourraient être stockées, 1 700 t de polluants supplémentaires pourraient être absorbés et que la température locale pourrait être abaissée de 0,2°C supplémentaire en été, dans un scénario de progrès des villes les moins vertueuses. Notons que certains effets n'ont pu être pris en compte faute de méthode ou donnée, notamment les effets de la qualité de l'air sur d'autres pathologies chroniques que l'asthme, ou encore les effets de la température locale la consommation d'énergie, la productivité ou le retrait-gonflement des argiles.

RÉSULTATS EN VALEUR : AU MOINS 2,3 MDS€ DE VALEUR CRÉÉE EN FRANCE EN 2023 ET 310 M€ SUPPLÉMENTAIRES DANS LE SCÉNARIO D'AMÉLIORATION

Asterès estime que les espaces verts ont créé au moins 2,3 Mds€ de valeur en 2023 et pourraient en créer 310 M€ supplémentaire dans le scénario d'amélioration. Dans le détail, la valeur créée par les effets sanitaires s'élève à 525 M€ en 2023 et pourrait augmenter de 45 M€ si les villes les moins vertueuses s'alignaient sur la moyenne à taille et population égale, et la valeur créée par les effets environnementaux s'élève à 1 800 M€ et pourrait augmenter de 270 M€ dans le scénario d'amélioration. Pour des dépenses publiques et privées dans les espaces verts estimées à 3,3 Mds€ en 2023, cela signifie que chaque euro d'activité dans les espaces verts génère 0,7€ supplémentaire de valeur sanitaire et environnementale pour la collectivité.

Ce chiffrage est conservateur à plusieurs égards. Premièrement, il n'inclut que des flux monétaires tangibles : pour la santé, les dépenses de santé évitées pour l'Assurance maladie et les organismes complémentaires ainsi que les pertes de production évitées pour les entreprises, et pour l'environnement, les dommages futurs évités via la séquestrations de CO₂. Deuxièmement, les pertes

de production ont été chiffrés à l'aide de la méthode des coûts de friction, qui se place du point de vue de l'employeur et ne prend en compte que la production non compensée par les collègues. Troisièmement, le coût des décès n'est pas compatibilisé, le manque d'information sur leur répartition par âge empêchant dans la plupart des cas d'estimer les pertes de production. Quatrièmement, le coût social du carbone retenu correspond à la fourchette basse des estimations trouvées dans la littérature.

CONCLUSION : CETTE ÉTUDE NOUS INVITE À QUESTIONNER NOS POLITIQUES PUBLIQUES ET NOS MÉTHODES D'ÉVALUATION

En ayant à la fois des effets environnementaux et sanitaires, et à la fois des impacts locaux et globaux, les espaces verts questionnent nos politiques publiques et nos méthodes d'évaluation économique. Cette étude économique adopte une approche unique pour mettre en lumière deux phénomènes : premièrement l'imbrication des effets environnementaux et sanitaires des espaces verts et deuxièmement le décalage entre les payeurs et bénéficiaires des espaces verts. Ces phénomènes ne sont en réalité pas propres aux espaces verts : rares sont les activités économiques neutres pour la santé et l'environnement et rares sont les politiques publiques qui permettent de comptabiliser ces effets. L'impact sanitaire et environnemental des activités économiques a longtemps été considéré comme ne faisant pas partie du champ de l'analyse économique. Au-delà de l'intérêt pour l'analyse de l'impact des espaces verts, cette étude fournit un premier cadre pour analyser les effets sanitaires et environnementaux conjointement, qui pourrait être ensuite appliqué à de nombreux secteurs d'activité, sortant l'économie de son isolement en offrant une vision élargie de la valeur créée (ou détruite) par les activités humaines.

PRÉAMBULE

Le cabinet ASTERES a été mandaté par l'Union nationale des entreprises du paysage pour travailler sur l'impact socio-économique des espaces verts urbains en France

Les économistes d'ASTERES ont bénéficié d'une totale indépendance dans la conduite de cette étude. Les sources de l'ensemble des données utilisées sont disponibles dans l'étude.

Les propos tenus ici n'engagent que leurs auteurs. Le document a été rédigé par Guillaume Moukala Same et Charles-Antoine Schwerer, économistes chez ASTERES.

1. REVUE DE LITTÉRATURE :
LES ESPACES VERTS ONT
DE MULTIPLES EFFETS
BÉNÉFIQUES SUR LA
SANTÉ,
L'ENVIRONNEMENT ET
LA SOCIÉTÉ



Asterès a réalisé une analyse approfondie de la littérature existante sur les bienfaits des espaces verts pour en retirer des données applicables aux villes françaises. Asterès a examiné plus de 70 documents académiques et rapports internationaux pour évaluer leurs liens avec divers indicateurs sanitaires, environnementaux et sociaux. Sur le plan sanitaire, les espaces verts sont reconnus pour leur impact positif sur la santé, améliorant le bien-être et la santé mentale (avec notamment une baisse de 0,12% des prescriptions d'anti-dépresseurs par tranche de 13 600 arbres), réduisant la prévalence de certaines maladies chroniques (avec, pour chaque hausse de 0,1 point de l'indice de végétation par différence normalisée ou « NDVI », une baisse de la prévalence du DT2 chez les séniors de 8% et une baisse de 3% de la prévalence des autres maladies chroniques chez les patients déjà atteints d'une maladie chronique), le risque de mortalité (avec une baisse du risque de 4% pour chaque hausse de 0,1 point du NDVI), et influant positivement sur le poids des nouveau-nés, la qualité du sommeil ou encore le développement cognitif, bien que les mécanismes précis restent complexes. Sur le plan environnemental, il est avéré que les espaces verts jouent un rôle clé dans la diminution des températures urbaines (une couverture d'arbre de 16% permet une réduction de la température estivale moyenne de 1°C), la réduction des émissions de CO₂ (avec un taux net de 14 kg de CO₂ par arbre et par an), l'amélioration de la qualité de l'air (avec des taux d'absorptions qui vont de moins de 1% à 6% des émissions selon les polluants), l'atténuation des nuisances sonores et l'augmentation de la capacité d'absorption des eaux pluviales, avec des mécanismes d'action bien compris à l'inverse des impacts sur la santé. Concernant les aspects sociaux, il est établi que des espaces verts bien conçus et entretenus favorisent la sécurité et renforcent les liens communautaires, bien qu'aucune donnée n'a été retenue pour cette thématique, en raison de la difficulté à quantifier le « lien social » et du manque de données extrapolables en matière de sécurité.

1.1 MÉTHODE : REVUE DE PLUS DE 70 PAPIERS ACADÉMIQUES, RAPPORTS INTERNATIONAUX ET ÉTUDES

1.1.1 DÉFINITION : LES ESPACES VERTS ENGLOBENT TOUTES LES SURFACES ET ÉLÉMENTS NATURELS EN MILIEU URBAIN ET EXCLUENT LES ESPACES BLEUS

Les espaces verts englobent dans cette étude toutes les surfaces et éléments naturels en milieu urbain, publics et privés, à l'exception des points d'eau. Il n'existe pas de définition universellement acceptée des « espaces verts urbains » (« *urban green space* » dans la littérature anglophone)(1). Selon les définitions, les espaces verts que l'on retrouve en milieu urbain peuvent inclure les espaces publics (parcs, arbres de rue, forêts naturelles ou semi-naturelles, infrastructures sportives, aires de jeux et autres surfaces enherbées ou strates arbustives) et privés (jardins, toitures et façades végétalisées). Certaines définitions incluent également les « espaces bleus » (lacs, étangs). La présente étude vise à prendre en compte le mieux possible les espaces verts de tous types, publics et privés, à l'exception des espaces bleus qui sortent du cadre de l'étude.

1.1.2 INDICATEURS : LE VOLUME ET L'ACCESSIBILITÉ DES ESPACES VERTS PEUVENT ÊTRE MESURÉS DE DIFFÉRENTES MANIÈRES, TOUTES JUGÉES PERTINENTES

Dans cette phase de revue de littérature, tous les indicateurs visant à mesurer le volume ou l'accessibilités des espaces verts sont considérés. Les indicateurs dans la littérature portant sur les espaces verts sont nombreux Asterès distingue les indicateurs généraux et les indicateurs spécifiques d'une part, et les indicateurs de volume et d'accessibilité d'autre part. La typologie d'indicateurs qui en est déduite est présentée dans le *tableau* ci-dessous (la liste d'exemples présentées est non-exhaustive). Dans la littérature consultée par Asterès, les indicateurs généraux mesurant l'accessibilité des espaces verts étaient les plus fréquents.

- **D'une part, Asterès distingue les indicateurs généraux des indicateurs spécifiques.** Les deux principaux indicateurs généraux sont la surface de la ville couverte par des espaces verts (en % ou m²) et l'indice de végétation par différence normalisée ou « NDVI » (voir *encadré* ci-dessous). Les indicateurs spécifiques s'intéressent à un seul type d'espace vert, comme le nombre d'arbres, le nombre de toits végétalisés ou autre.
- **D'autre part, Asterès distingue les indicateurs de volume des indicateurs d'accessibilité.** Les premiers mesurent un volume ou une densité d'espaces verts, c'est-à-dire le nombre et la surface d'espaces verts (rapporté ou non à une valeur de référence comme le nombre d'habitants). Les deuxièmes mesurent l'accessibilité des espaces verts en intégrant en complément une notion de distance – par exemple, la superficie moyenne d'espace verts accessible en 10 min de marche. Cette distinction est importante, une étude européenne ayant montré qu'une ville pouvait présenter une surface d'espaces verts relativement modeste et dans le même temps en garantir une bonne accessibilité(2).

Tableau. Exemples des indicateurs utilisés dans la littérature sur les espaces verts selon le type d'indicateur et ce qui est mesuré (non-exhaustif).

	Indicateurs généraux	Indicateurs spécifiques
Volume / densité	Surface de la ville couverte par des espaces verts, indice de végétation par différence normalisée (NDVI)	Densité d'arbres par habitant, Surface de toitures végétalisées en m ²
Accessibilité	Superficie moyenne d'espaces verts accessible en 10 min de marche, NDVI dans un rayon de 100m	Nombre de parcs accessibles dans un rayon de 1 km,

Encadré. L'indice de végétation par différence normalisée. (NDVI)

L'indice de végétation par différence normalisée (NDVI, de l'anglais *Normalized Difference Vegetation Index*) est un indicateur qui permet d'évaluer si la zone observée contient de la végétation vivante et dans quel état elle se trouve. Cet indice se base sur le fait que les plantes saines réfléchissent la lumière dans le proche infrarouge (NIR) et absorbent la lumière dans le spectre visible, principalement le rouge.

Le NDVI est calculé à partir de ces deux longueurs d'onde (rouge et proche infrarouge) capturées par des satellites ou des capteurs satellites. La formule pour calculer le NDVI est la suivante :

$$NDVI = \frac{NIR - Rouge}{NIR + Rouge}$$

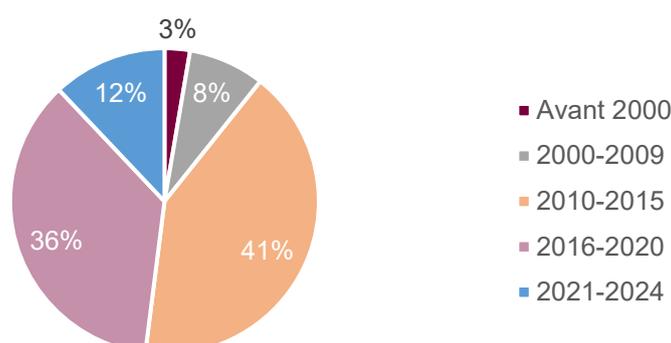
Où NIR est la lumière proche infrarouge réflétée et Rouge la lumière rouge réflétée.

Les valeurs de NDVI varient de -1 à 1. Une valeur proche de 1 indique une forte présence de végétation saine, tandis qu'une valeur proche de 0 (ou négative) indique l'absence de végétation ou de la végétation morte ou stressée. En-dessous de 0,1 il s'agit généralement de surfaces vides de roches, de sable ou de neige(3). Cet indicateur est régulièrement utilisé dans la littérature sur les espaces verts urbains.

1.1.3 REVUE DE LITTÉRATURE : ANALYSE DE PLUS DE 70 PUBLICATIONS, ESSENTIELLEMENT RÉCENTES

Une vaste revue de littérature a été menée sur la relation entre les espaces verts urbains et des indicateurs sanitaires, sociaux et environnementaux. Trois grandes thématiques ont été prises en compte : la santé (santé physique, bien-être, développement cognitif), l'environnement (qualité de l'air, séquestration de carbone, niveau sonore et rétention d'eau) et les relations sociales (sécurité, lien social). Au total, plus de 70 papiers académiques, rapports internationaux et études ont été analysés. Des travaux portant sur des villes du monde entier ont été considérés, avec une attention particulière portée sur les villes d'Europe et d'Amérique du Nord. Les publications consultées ont été publiées sur une période qui s'étale de 1990 à 2024 pour capturer les derniers enseignements de la recherche, sans passer à côté des papiers de référence. *In fine*, près de 90% des publications consultées ont été publiées entre 2010 et début 2024 (voir *graphique* ci-dessous). Les papiers retenus pour les phases suivantes de l'étude, qui consisteront en une modélisation sanitaire, environnementale et économique des effets des espaces verts en France, sont précisés à chaque étape de cette revue de littérature et dépendent essentiellement du caractère extrapolable des données qui en sont issues. Enfin, bien que cette revue de littérature soit organisée par thème, les différents effets sont en réalité interconnectés, notamment les impacts sur l'environnement et la santé.

Graphique. Ventilation des études analysées selon la date de publication.



1.2 SANTÉ : AMÉLIORATION DES FONCTIONS COGNITIVES, DU BIEN-ÊTRE, ET DE LA SANTÉ PHYSIQUE

1.2.1 MORTALITÉ : UN RISQUE RÉDUIT GRÂCE AUX ESPACES VERTS

L'exposition aux espaces verts réduit le risque de mortalité. Toutes les méta-analyses consultées sur le sujet trouvent une relation inverse significative entre l'exposition aux espaces verts et le risque de mortalité toutes cause(4,5) ou cardiovasculaire(4,6). La méta-analyse la plus récente trouve notamment que le risque de mortalité diminue de 4% quand le NDVI augmente de 0,1 point(5). Ces résultats s'expliquent par le risque réduit de développer certaines pathologies chroniques comme expliqué plus bas, mais aussi probablement par d'autres facteurs, par exemple l'atténuation des vagues de chaleur – un sujet qui sera abordé plus en détail dans la suite de l'étude(7).

1.2.2 PATHOLOGIES CHRONIQUES : DES BÉNÉFICES DES ESPACES VERTS PRINCIPALEMENT CONCENTRÉS SUR LE DIABÈTE ET L'ASTHME

L'exposition aux espaces verts réduit le risque de plusieurs pathologies chroniques. La relation inverse entre l'exposition aux espaces verts et le risque de diabète de type 2 semble la plus consensuelle. Les espaces verts semblent également avoir des effets bénéfiques sur l'asthme à travers les facteurs environnementaux. Les espaces verts agissent probablement sur d'autres pathologies et les relations sont souvent complexes à établir. Les mécanismes qui sous-tendent ces effets sur la santé sont rarement mentionnés dans les études et particulièrement difficiles à identifier, la qualité de l'air, les comportements, la santé mentale et le bien-être étant autant de facteurs qui peuvent influencer sur la santé physique des individus.

- **L'exposition aux espaces verts réduit les risques de développer un diabète de type 2 (DT2).** Plusieurs études ont mis en lumière une relation inverse significative entre l'exposition aux espaces verts et le risque de DT2(4,8,9). Une étude menée aux Etats-Unis sur 250 000 bénéficiaires du programme Medicare âgés de 65 ans et plus observe notamment une baisse de 8% du risque de diabète pour chaque hausse de 0,1 point du NDVI moyenne.
- **L'exposition aux espaces verts semble réduire indirectement le risque de développer de l'asthme pour les personnes particulièrement exposées aux facteurs de risque de la maladie.** La littérature sur le sujet est, à première vue, ambiguë voire contradictoire. Les méta-analyses et revues de littérature consultées ne trouvent aucun lien direct entre les espaces verts et l'asthme(4,10). Une étude de cohorte au Danemark trouve même une relation positive entre l'asthme et les espaces verts, ce qui peut paraître contre-intuitif (11). À l'inverse, une étude conduite à New York trouve une relation inverse entre la densité d'arbres et la prévalence de l'asthme chez les enfants(12). Ces résultats apparemment contradictoires s'éclaircissent au vu d'études qui révèlent que les espaces verts n'ont un effet bénéfique significatif que sur les individus fortement exposés aux facteurs de risque de l'asthme, notamment en réduisant

l'exposition aux polluants atmosphériques et au trafic routier, rendant la corrélation moins évidente à l'échelle globale(13,14).

- **L'exposition aux espaces verts semble réduire le risque de développement d'autres pathologies chroniques, dont le détail reste incertain.** Une étude suggère une possible relation inverse entre l'exposition aux arbres et le risque de démence(15), mais le sujet reste peu exploré par la littérature à la connaissance d'Asterès. Concernant d'autres maladies comme les AVC, les maladies coronaires, l'hypertension ou encore la dyslipidémie, une méta-analyse d'ampleur ne trouve pas de relation significative avec les espaces verts(4). Plusieurs études s'intéressent à la relation entre l'exposition aux espaces verts et les maladies chroniques en général et trouvent une relation inverse négative(9,16). Notamment, l'étude menée auprès de bénéficiaires du programme Medicare a observé que pour chaque hausse de 0,1 point du NDVI moyen, le nombre de maladies chroniques chez les patients déjà atteints d'une pathologie diminue de 28 maladies pour 1 000 individus(9).

1.2.3 SANTÉ MENTALE ET BIEN-ÊTRE : DES EFFETS POSITIFS DES ESPACES VERTS

L'exposition aux espaces verts est corrélée avec une meilleure santé mentale et un meilleur sentiment de bien-être. Toutes les publications consultées ont conclu à une association positive significative entre les espaces verts et la santé mentale ou le bien-être. Les mécanismes qui sous-tendent cette relation ne sont pas connus dans le détail. Une étude précise que le lien serait indirect et s'expliquerait notamment par l'activité physique et les qualités restauratrices de la nature (voir *encadré* ci-dessous sur la théorie de la restauration)(17) :

- **Plusieurs études trouvent une association significative entre la présence d'espaces verts et une meilleure santé mentale, ou une baisse des symptômes dépressifs.** Les personnes vivant à proximité des espaces verts présentent notamment moins de risque de développer des symptômes de détresse psychologique ou de dépression(18,19) et affichent de meilleurs scores de santé mentale, mesurée ou auto-déclarée(17,20). Les femmes enceintes des quartiles inférieurs de revenu bénéficient particulièrement de la proximité des espaces verts, suggérant une réduction des inégalités de santé(21). Une étude montre que le verdissement des cours d'école permet de réduire le niveau de stress des élèves(22). Plusieurs publications trouvent également une relation inverse entre la présence d'espace verts et la prescription d'anti-dépresseurs(23,24). Notamment, d'après une étude menée sur la population londonienne, une hausse de la densité d'arbres de 1 arbre par kilomètre est associée avec une baisse de prescriptions d'antidépresseurs de 1,18 prescription pour 1 000 personnes(23).
- **La majorité des études concluent également à un effet positif et significatif des espaces verts sur le bien-être.** Il existe une abondance d'études qualitatives sur le sujet, bien que les essais randomisés et les études utilisant des méthodes mixtes soient rares(25). Dans une revue de littérature portant sur plus de 260 études, des chercheurs trouvent dans 70% des papiers examinés une association positive entre certains types d'espaces verts et le bien-être(25). Le bien-être serait positivement associé à la diversité des espaces verts, et non à un type d'espaces verts en particulier d'après une autre étude(26). L'accès aux espaces verts réduit également significativement les inégalités socio-économiques en matière de bien-être psychologique

d'après une enquête européenne(27). Enfin, l'expérience consistant à verdir une cour d'école a également conduit à une amélioration du bien-être psychologique des élèves(22).

Encadré. La théorie de la restauration attentionnelle

La théorie de la restauration, aussi connue sous le nom de « théorie de la restauration attentionnelle », a été développée par les psychologues Rachel et Stephen Kaplan(28). Elle suggère que la nature possède des propriétés uniques qui nous permettent de nous reposer mentalement et de restaurer notre capacité d'attention. Selon cette théorie, la vie moderne requiert souvent une attention directe soutenue, ce qui peut mener à la fatigue mentale. En revanche, les environnements naturels, avec leurs stimuli doux et intrinsèquement « fascinants », permettent à notre esprit de se reposer et de récupérer.

Cette théorie repose sur quatre concepts clés : la fascination, l'être à part, l'extension et la compatibilité. La fascination fait référence à la capacité de la nature à captiver notre attention de manière douce et sans effort. L'être à part signifie qu'un environnement peut nous fournir une pause par rapport à nos routines quotidiennes. L'extension implique que la nature nous donne des choses intéressantes à voir et à explorer, qui étendent nos expériences et nos pensées au-delà de nos préoccupations personnelles. La compatibilité, enfin, se réfère à la façon dont un environnement naturel soutient nos intentions et désirs sans imposer de contraintes ou d'efforts supplémentaires.

La théorie de la restauration attentionnelle soutient que passer du temps dans la nature, ou même observer des scènes naturelles, peut non seulement diminuer la fatigue mentale et améliorer l'attention, mais aussi contribuer au bien-être général.

1.2.4 FONCTIONS ET DÉVELOPPEMENT COGNITIF : DES EFFETS BÉNÉFIQUES DES ESPACES VERTS SUR L'ATTENTION ET LA MÉMOIRE

L'exposition aux espaces verts est corrélée à une meilleure mémoire et une meilleure capacité d'attention. Sur l'intelligence au sens large (mesurée par le Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence)¹. Les espaces verts agissent notamment à travers la capacité restauratrice de la nature (voir *encadré* ci-dessous sur la théorie de la restauration de l'attention) et la réduction de la pollution de l'air :

- **L'exposition aux espaces verts est associée à une meilleure capacité de concentration.** La théorie de la restauration de l'attention avance que les individus peuvent mieux se concentrer après avoir passé du temps dans la nature, voire après avoir regardé des scènes de la nature sur un écran(28). Plusieurs études aboutissent à des résultats confortant cette théorie. Une étude a montré une amélioration de la capacité de concentration chez les enfants atteints de trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) après s'être promenés dans un parc, comparé à ceux qui se sont baladés en ville ou dans leur quartier(30). D'après une autre étude, les individus vivant dans les quartiers les plus végétalisés ont un risque réduit de TDAH(31). Enfin, une étude a trouvé association inverse entre l'exposition aux espaces verts et les difficultés

¹ Les différences observées dans cette étude s'expliquent « probablement » par les facteurs socio-économiques et le contexte familial : (29)

rencontrées pour répondre au SDQ – un questionnaire visant à déceler des problèmes d'attention(32).

- **L'exposition aux espaces verts est associée à une meilleure mémoire.** Dans une étude de cohorte, les enfants habitant dans des quartiers mieux fournis en espaces verts présentaient une meilleure mémoire spatiale, de la même manière dans les quartiers défavorisés et non défavorisés(33). D'après une méta-analyse, l'exposition aux espaces verts a des effets bénéfiques significatifs sur trois tests d'aptitude qui permettent de mesurer la mémoire verbales de court terme et la mémoire de travail(34). Enfin, des chercheurs ont observé une amélioration de la mémoire de travail sur 12 mois chez des écoliers grâce à l'exposition aux espaces verts, effet partiellement médié par une diminution de l'exposition à la pollution atmosphérique(35).

1.2.5 ISSUES DE GROSSESSE : DES EFFETS BÉNÉFIQUES DES ESPACES VERTS NOTAMMENT SUR LE POIDS DE NAISSANCE

L'exposition aux espaces verts est associée à de meilleures issues de grossesse, notamment en ce qui concerne le poids à la naissance. Une méta-analyse conclue que la hausse de la verdure résidentielle est associée de manière statistiquement significative à un poids de naissance plus élevé et un risque moins élevé de petits poids pour l'âge gestationnel(36). De même, d'après une étude allemande, une hausse de la verdure environnante dans un rayon de 500m est associée à une hausse du poids moyen à la naissance (37). L'impact sur les naissances prématurées est moins évident, une méta-analyse trouvant une association significative et une, plus récente, concluant à une association non significative(4,36).

1.2.6 DÉTERMINANTS NON-MÉDICAUX DE LA SANTÉ : DES EFFETS BÉNÉFIQUES DES ESPACES VERTS SUR LE SOMMEIL ET POTENTIELLEMENT SUR L'IMC ET L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

Les espaces verts agissent sur certains déterminants non-médicaux de la santé, ce qui pourrait expliquer en partie leurs effets sur la santé. Trois déterminants non-médicaux de la santé ont été pris en compte : le surpoids et l'obésité (considérés comme tel par l'OCDE), l'activité physique et le sommeil.

- **Les espaces verts ont potentiellement un effet sur le risque de surpoids et d'obésité.** Une méta-analyse suggère un lien potentiel entre l'accès accru aux espaces verts et une réduction du risque de surpoids ou d'obésité. Les résultats varient toutefois selon l'indicateur d'espaces verts utilisé et les auteurs concluent que des études supplémentaires de bonne qualité sont nécessaires pour confirmer cette association(38).
- **Les espaces verts peuvent favoriser une augmentation de l'activité physique, bien que l'impact varie selon les individus et les contextes locaux.** Une études récente menée sur 12 villes dans 8 pays a trouvé que les personnes vivant dans les quartiers avec le plus de parcs dans un rayon de 1 km font en moyenne 24 minutes d'activité physique modérée à vigoureuse en plus(39). D'après une revue de littérature, les enfants qui pratiquent des activités physiques en plein air dès leur plus jeune âge ont plus de chances de conserver de tels modes de vie à l'âge adulte, suggérant un potentiel effet à long terme(40). À l'échelle de la population cependant, une étude menée à Norwich n'avait pas trouvé en 2006 d'association entre l'accès aux espaces verts

et le niveau d'activité physique à l'échelle de la population, suggérant que d'autres facteurs peuvent influencer cette relation(41).

- **Les espaces verts ont un effet bénéfique sur le sommeil.** Dans une étude longitudinale dont les résultats ont été publiés en 2020, les personnes les plus exposées aux espaces verts ou aux arbres avaient moins de chance de souffrir de manque de sommeil comparé aux personnes les moins exposées(42). D'après les auteurs, ces résultats confirment les résultats des quatre autres études sur le même sujet.

1.2.7 EFFETS RETENUS : LES DONNÉES COUVRENT LA SANTÉ MENTALE, LA MORTALITÉ ET LES PATHOLOGIES CHRONIQUES

Parmi les 6 effets bien établis par la littérature académique, Asterès en a retenu 3 pour la suite de l'étude. Les études académiques convergent sans ambiguïté vers un impact bénéfique des espaces verts sur la mortalité toute cause, la capacité de concentration et la mémoire, le bien-être et la santé mentale, le risque de pathologies chroniques comme le diabète de type 2, le poids des nouveau-nés, et certains déterminants non-médicaux de la santé comme le sommeil. Dans le cas de l'asthme, l'effet à l'échelle globale est difficile à établir car les espaces verts semblent bénéficier uniquement aux personnes particulièrement exposées aux facteurs de risque de la maladie. Concernant les maladies cardiovasculaires, l'effet des espaces verts est ambigu étant donné que les études sur la mortalité et les études sur la prévalence divergent. D'autres impacts potentiels sur l'obésité, l'activité physique, les naissances prématurées ou encore la démence méritent d'être étudiés davantage.

- **Les effets des espaces verts sur la mortalité, les pathologies chroniques et la santé mentale ont été retenus pour la suite de l'étude.** Pour la mortalité, Asterès retient la méta-analyse qui conclut que le risque de mortalité diminue de 4% quand le NDVI augmente de 0,1 point(5). Pour les pathologies chroniques, Asterès retient l'étude menée auprès de bénéficiaires du programme Medicare âgés de 65 ans et plus qui a observé que pour chaque hausse de 0,1 point du NDVI moyen, le risque de DT2 diminue de 8% et le nombre de maladies chroniques chez les patients déjà atteints d'une pathologie diminue de 3% (9). Dans cette étude, les « maladies chroniques » sont entendues comme les 27 maladies ouvrant des droits aux seniors dans le cadre du programme Medicare, détaillées en *annexe 1* (43). Pour la santé mentale, Asterès retient l'étude menée sur la population londonienne selon laquelle une hausse de la densité d'arbres de 1 arbre par kilomètre est associée à une baisse de prescriptions d'antidépresseurs de 1,18 prescription pour 1 000 personnes(23). Le réseau routier de Londres s'étendant sur 13 600 km(44), Asterès considère que les prescriptions d'anti-dépresseurs diminuent de 1,18 prescription pour 1 000 personne par tranche de 13 600 arbres.
- **Les effets des espaces verts sur le développement cognitif, les issues de grossesse et le sommeil n'ont pu être pris en compte pour la suite de l'étude.** Globalement, la problématique rencontrée est la même pour les trois effets : les études comparent généralement le risque des individus les plus exposés aux espaces verts au risque des individus les moins exposés et Asterès n'a pas trouvé de résultats applicables à des données moyennes sur les espaces verts.

Tableau. Synthèse des données retenues pour la quantification des externalités sanitaires des espaces verts.

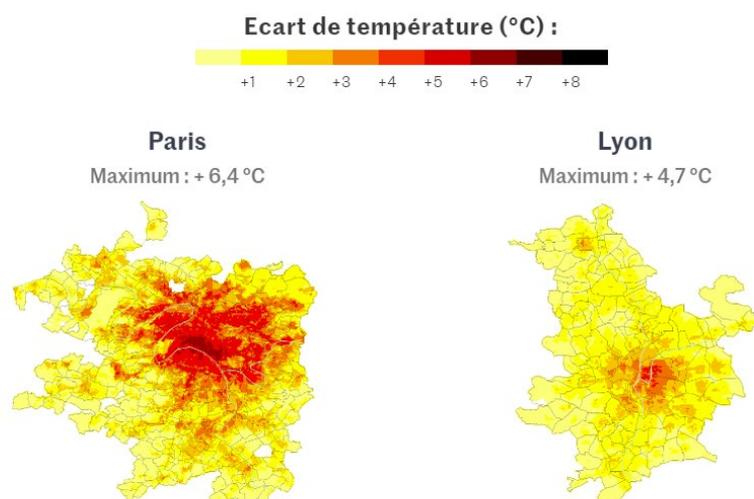
Pathologie	Impact	Source
Diabète de type 2 (65 ans et +)	-8% sur la prévalence, pour chaque hausse de 0,1 point du NDVI	Brown <i>et al.</i> (2016)
Autres pathologies chroniques (65 ans et +)	-3% sur la prévalence, parmi les patients déjà atteint d'une pathologie chronique, pour une hausse de 0,1 point du NDVI	Brown <i>et al.</i> (2016)
Traitements anti-dépresseurs	-0,12% de prescriptions pour chaque tranche de 13 600 arbres	Taylor <i>et al.</i> (2015)
Mortalité toutes causes	-4% pour une hausse de 0,1 point du NDVI	Rojas-Rueda <i>et al.</i> (2019)

1.3 ENVIRONNEMENT : BAISSÉ DE TEMPÉRATURE, DU NIVEAU SONORE, ABSORPTION DE CARBONE ET POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

1.3.1 L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN : UN EFFET ATTÉNUÉ PAR LES ESPACES VERTS

Les espaces verts atténuent l'effet d'îlot de chaleur urbain. L'effet d'îlot de chaleur urbain désigne l'augmentation de température dans les zones urbaines par rapport aux zones rurales environnantes, principalement due à l'absorption et à la rétention de chaleur par les infrastructures en béton (bâtiments, routes et autres) et qui peut atteindre jusqu'à +7°C la nuit dans les plus grandes métropoles françaises (voir *cartographie* ci-dessous). Les espaces verts atténuent l'effet d'îlot de chaleur urbain principalement par l'évapotranspiration (le processus par lequel l'eau s'évapore de la surface du sol et des plantes – évaporation – et est libérée dans l'atmosphère par les plantes lorsqu'elles transpirent – transpiration) et l'ombre qu'elles fournissent. Selon le type et la taille des espaces verts, la baisse de température aux alentours varie de près de 1°C à plus de 3°C selon des études menées dans différents coins du monde(45–47). À l'échelle de la ville, une étude portant sur plus de 600 villes européennes a montré que la température en été est réduite de 1,1°C en moyenne grâce aux espaces verts, et jusqu'à 2,9°C pour les villes les plus vertes(48). D'après cette étude, la couverture d'arbres est l'indicateur le plus déterminant : une couverture de 16% est nécessaire pour obtenir une baisse de 1°C.

Cartographie. Effet des îlots de chaleur sur la température nocturne à Paris et à Lyon (en °C).



Sources : données MApUCE (CNRM), cartes Le Monde(49).

1.3.2 QUALITÉ DE L'AIR : UNE AMÉLIORATION GRÂCE À L'ABSORPTION DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES PAR LES ARBRES

Les espaces verts, et notamment les arbres, absorbent une part significative des particules en suspension, ainsi que d'autres polluants dans une moindre mesure. Les arbres absorbent les polluants atmosphériques en capturant les particules dans leurs feuilles, branches et écorces, en absorbant les gaz nocifs à travers les stomates de leurs feuilles, et en réduisant les concentrations de polluants *via* l'évapotranspiration. Le modèle i-Tree Eco, conçu par le Service forestier des États-Unis pour évaluer les services écosystémiques fournis par les arbres urbains, est bien établi et a été utilisé pour la première fois à Strasbourg en 2016 pour quantifier ces avantages(50). D'après cette étude, les taux d'absorption annuels de polluants par les arbres à Strasbourg vont de 0,07 g/m² par an pour le dioxyde de soufre (SO₂) à 3,7 g/m² par an pour l'ozone (O₃). Bien que les arbres réduisent les émissions de PM₁₀ d'environ 7 % et les émissions de PM_{2,5} de près de 2%, leur impact sur les autres polluants est inférieur à 1%.

1.3.3 CARBONE : LES ARBRES URBAINS CONSTITUENT DES PUITTS DE CARBONE

Les arbres urbains constituent des puits de carbone. Les arbres séquestrent du carbone grâce à la photosynthèse, un processus par lequel ils absorbent le dioxyde de carbone (CO₂) de l'air en utilisant la lumière du soleil. Le carbone est stocké dans le tronc, les branches, les racines et les feuilles de l'arbre. Au fur et à mesure que l'arbre grandit, il continue d'absorber et de stocker du carbone, ce qui contribue à réduire la quantité de CO₂ dans l'atmosphère. Des chercheurs ont appliqué le modèle i-Tree Eco à une « *green belt* » située dans la ville de Leipzig pour évaluer l'impact des espaces verts, et notamment des arbres urbains, sur le cycle du carbone en utilisant une approche cycle de vie(51). L'étude explore différentes conceptions et scénarios de maintenance pour optimiser le bilan carbone et montre que la conception et l'entretien des espaces verts ont un impact significatif sur leur empreinte carbone. *In fine*, la séquestration nette par les arbres sur 50 ans est évaluée entre 137 et 162 tonnes de CO₂ par hectare,

soit 323 tonnes de CO₂ au total et 6,5 tonnes de CO₂ par an². Rapporté au nombre d'arbres, cela revient à un taux de 14 kg de CO₂ par arbre et par an³.

1.3.4 NUISANCE SONORE : UNE ATTÉNUATION GRÂCE À LA VÉGÉTATION URBAINE

La végétation urbaine réduit le niveau sonore perçu et mesuré dans les villes. La végétation peut réduire le niveau sonore d'une ville en l'absorbant ou la redistribuant(52). L'absorption consiste en un transfert de l'énergie sonore en chaleur⁴, la végétation remplit alors un rôle d'isolant naturel. La redistribution s'explique par la réflexion, la diffraction et le dispersement de l'onde sonore lorsqu'elle rencontre un obstacle végétal, par exemple un tronc d'arbre(52). Les études évaluent de 5 à 27 dB l'atténuation du niveau sonore de la ville par la végétation urbaine (53). Plusieurs études identifient également un effet des espaces verts sur le niveau sonore perçu ou les nuisances sonores (52,54).

1.3.5 RÉTENTION DE L'EAU : UNE AMÉLIORATION GRÂCE AUX ESPACES VERTS, DIFFICILE À QUANTIFIER

Les espaces verts améliorent la capacité de rétention des eaux pluviales, réduisant les risques d'inondation et leurs effets. Contrairement au béton qui est complètement imperméable, les espaces verts retiennent une partie de l'eau qui s'écoule sur les sols. Une étude menée à Manchester a par exemple montré qu'un toit végétalisé pouvait retenir jusqu'à deux fois plus d'eau qu'un toit non végétalisé, bien que le taux de rétention baisse lors des forts épisodes de pluie(55). D'après les auteurs, le taux de rétention de la ville augmenterait de 2,3% si la construction de toits verts intensifs augmentait de 10%. Une étude portant sur la ville de Rosario en Argentine a également montré que les espaces verts pouvaient constituer une stratégie efficace pour s'adapter aux effets du changement climatique, notamment la hausse des précipitations(56). De même, une étude conduite à Ulsan en Corée du sud a montré que les espaces verts pouvaient atténuer le coût des inondations pour les assurances – voir *encadré* ci-dessous(57).

Encadré. Les espaces verts atténuent les dégâts des inondations à Ulsan, en Corée du Sud.

Un chercheur a examiné l'impact des espaces verts sur la réduction des dégâts d'inondation dans la ville d'Ulsan en Corée du Sud, qui a été gravement touchée par la tempête tropicale Chaba en 2016(57). En analysant les données de quatre districts et 46 sous-districts à l'aide du NDVI, l'auteur constate que les espaces verts ont significativement diminué les dégâts des inondations : une augmentation de 1 km² dans les espaces verts réduit le coût des inondations pour les assurances de 44 000 \$. À l'inverse, une augmentation des espaces non verts ou « gris » augmente ces coûts de 691 000 \$. Les espaces verts situés dans une plaine inondable sont particulièrement efficaces, réduisant les dommages environ 21 fois plus que les espaces verts situés en dehors. Ces preuves soutiennent l'idée que l'intégration des espaces verts dans la planification urbaine peut atténuer les impacts des inondations, fournissant une base pour les politiques municipales de catastrophe naturelle et les réclamations d'assurance.

² La surface de la « green belt » étudiée est de 2,16 hectares.

³ “We accounted only for carbon in trees because the other above-ground carbon pools, such as grass, ivy and bushes, are small compared to trees and after a short time, growth will balance die back and cut back” (p. 222)(51)

⁴ Le son est une onde mécanique et est donc caractérisée par une énergie cinétique et une énergie potentielle.

1.3.6 EFFETS RETENUS : LES DONNÉES COUVRENT LA BAISSÉ DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE, DE LA TEMPÉRATURE LOCALE ET DES ÉMISSIONS DE DE CO₂

Parmi les 5 effets établis par la littérature, Asterès en retient 3 pour la suite de l'étude. Sur le plan théorique, l'impact bénéfique des espaces verts sur la qualité de l'air, la température locale, la séquestration de carbone, l'atténuation des nuisances sonores et la rétention des eaux de pluie ne fait pas débat, les mécanismes à l'œuvre étant bien connus. Sur le plan empirique, l'impact des espaces verts n'est pas toujours simple à quantifier, notamment en ce qui concerne les effets sur la rétention des eaux de pluie.

- **Les effets des espaces verts sur la température locale, la qualité de l'air et la séquestration de carbone ont été retenus pour la suite de l'étude.** Pour la température locale, Asterès retient l'étude européenne selon laquelle une couverture de 16% est nécessaire pour obtenir une baisse de 1°C(48). Pour la qualité de l'air, Asterès retient les taux d'absorption annuels de polluants par les arbres à Strasbourg, qui vont de 0,07 g/m² par an pour le dioxyde de soufre à 3,7 g/m² par an pour l'ozone(50). Enfin pour le carbone, Asterès retient le taux de 14 kg net de CO₂ séquestré par arbre et par an, issu de l'étude sur la *greenbelt* de Leipzig(51).
- **Les effets sur la nuisance sonore et la rétention des eaux de pluie n'ont pu être retenus pour la suite de l'étude.** Concernant les nuisances sonores, aucune relation sous une forme claire et exploitable n'a été trouvée dans les études consultées. Concernant la rétention des eaux de pluie et le risque d'inondation, aucune donnée sur l'Europe n'est disponible et Asterès préfère ne pas extrapoler aux villes françaises de relations observées dans des régions éloignées.

Tableau. Synthèse des effets retenus pour la quantification des effets environnementaux des espaces verts.

Objet	Taux d'absorption / diminution de la température	Source
Monoxyde de carbone (CO)	0,08 g/m ² d'arbres	Selmi <i>et al.</i> (2016)
Dioxyde d'azote (NO₂)	0,92 g/m ² d'arbres	
Ozone (O₃)	3,73 g/m ² d'arbres	
Particules en suspension (PM₁₀)	0,79 g/m ² d'arbres	
Particules fines (PM_{2,5})	0,30 g/m ² d'arbres	
Dioxyde de soufre (SO₂)	0,07 g/m ² d'arbres	
Dioxyde de carbone (CO₂)	14 kg de CO ₂ / arbre / an	Strohbach <i>et al.</i> (2012)
Température estivale locale	-1°C pour 16% d'arbres	Marando <i>et al.</i> (2022)

1.4 SOCIÉTÉ : UNE AMÉLIORATION DE SÉCURITÉ ET DU LIEN SOCIAL

1.4.1 SÉCURITÉ : UN EFFET BÉNÉFIQUE LORSQUE LES ESPACES VERTS SONT BIEN CONÇUS ET ENTRETENUS

Les espaces verts bien conçus et entretenus renforcent le sentiment de sécurité et réduisent la criminalité en ville. Les espaces verts peuvent influencer la sécurité en ville de manière directe (*via* la surveillance naturelle, en augmentant la visibilité dans les zones urbaines et donc en dissuadant les comportements criminels) ou indirecte (*via* le renforcement de la cohésion sociale, la réduction du stress, ou en augmentant l'activité dans les espaces publics et donc en réduisant les opportunités de criminalité et délinquance). Le design et l'entretien des espaces verts jouent un rôle crucial dans leur effet sur la criminalité et le sentiment de sécurité et ne doivent donc pas être négligés :

- **Les espaces verts bien conçus et entretenus réduisent la criminalité en ville.** Plusieurs études trouvent une association négative entre la présence d'espaces verts et la criminalité et la délinquance urbaines(58–62). Notamment, d'après une étude observationnelle menée en Indonésie, la création de nouveaux espaces verts ouverts réduirait de 13% la probabilité d'actes criminels, et de 16% les vols(60). Le relation est toutefois complexe. Une revue de littérature récente montre notamment que la bonne conception (notamment une conception qui favorise la surveillance naturelle et garantit une bonne illumination des espaces), et le bon entretien des espaces verts (maintenance des lieux et gestion des espaces verts) constituent des facteurs déterminants pour en retirer les bénéfices escomptés, les espaces verts mal conçus et entretenus pouvant, à l'inverse, attirer les activités criminelles, le vandalisme et le trafic de drogue (58).
- **Les espaces verts bien conçus et entretenus renforcent le sentiment de sécurité en ville, sauf dans les zones urbaines très denses.** Plusieurs études trouvent une association forte entre l'exposition aux espaces verts et le sentiment de sécurité(63–65). Comme pour la criminalité, le sentiment de sécurité est soutenu par la qualité, l'accessibilité et les dimensions esthétiques des espaces verts(63). Selon une étude menée aux Pays-Bas, il pourrait exister une exception pour les zones très urbanisées où les espaces verts sont associés à une baisse du sentiment de sécurité(65). Notons que le sentiment de sécurité ne reflète pas toujours le taux de criminalité réelle(63).

1.4.2 LIEN SOCIAL : UN RENFORCEMENT DES INTERACTIONS

Les espaces verts favorisent les interactions sociales au sein d'un quartier. Chez les personnes âgées notamment, les contacts sociaux entre voisins sont principalement influencés par la disponibilité d'espaces verts aux alentours, ainsi que le niveau de verdure perçu, d'après une enquête menée au Pays-Bas(66). Comme pour la sécurité, le bon entretien et la bonne conception des parcs jouent un rôle déterminant en matière de soutien aux interactions sociales et au développement de liens sociaux, d'après une enquête menée à Manchester(67).

1.4.3 EFFETS RETENUS : L'IMPACT DES ESPACES VERTS SUR LA SÉCURITÉ ET LES INTERACTIONS SOCIALES N'EST PAS PRIS EN COMPTE DANS LA SUITE DE L'ÉTUDE

Malgré des preuves qui convergent vers un impact bénéfique des espaces verts de bonne qualité sur la sécurité urbaine et le lien social, aucune donnée n'a été retenue pour la suite de l'étude.

Premièrement, la seule étude établissant une relation entre les espaces verts et les actes criminels sous une forme exploitable porte sur l'Indonésie et Asterès a préféré ne pas extrapoler ces résultats à la société française, très éloignée culturellement de la société indonésienne. Deuxièmement, le « lien social » est un phénomène difficilement quantifiable, dont les effets économiques sont difficiles à établir. Asterès s'en tient donc à une description de l'effet des espaces verts sur ces deux variables.

2. BÉNÉFICES
ENVIRONNEMENTAUX ET
SANITAIRES : VIES
SAUVÉES, PATHOLOGIES
ÉVITÉES, STOCKAGE DU
CARBONE, BAISSÉ DE LA
POLLUTION ET DE LA
TEMPÉRATURE ESTIVALE



L'estimation Asterès montre qu'en France, en 2023, les espaces verts urbains ont eu un impact non négligeable sur la prévalence des pathologies chroniques et troubles dépressifs, la mortalité, les émissions de carbone, la pollution atmosphérique locale et la température estivale locale. Asterès a appliqué à un périmètre de 72 villes françaises les impacts identifiés par la littérature. Sur le plan sanitaire, les espaces verts ont évité en 2023 plus de 275 000 pathologies chroniques ou traitements et plus de 22 000 décès. L'impact sur les cas de diabète de type 2 représente 6% de la prévalence chez les seniors, l'impact sur les prescriptions d'anti-dépresseurs 8% des traitements chez les moins de 65 ans, et l'impact sur la mortalité 3% des décès en 2023. L'impact sur les autres pathologies chroniques est plus marginal au regard de leur prévalence. En matière environnementale, le volume de CO₂ stocké par les arbres urbains est estimé à 20 Mt, ce qui équivaut à 3% des émissions absorbées par les forêts françaises sur 25 ans, en maintenant la performance des forêts actuelles constante. Le total de polluants absorbés en 2023 s'élève à 11 000 tonnes, avec notamment 2,0% des émissions PM₁₀ absorbées et 0,6% des émissions de NO₂, évitant entre autres 1 500 cas d'asthme infantile. Enfin, les arbres réduisent la température locale en période estivale de -1,4°C en moyenne, permettant de sauver plusieurs centaines de vies (qui ne se cumulent pas avec les décès toutes causes évités) et d'éviter plus de 800 visites à l'hôpital. Les bienfaits sanitaires et environnementaux des espaces verts sont donc intimement liés.

2.1 PÉRIMÈTRE : 72 ZONES URBAINES COUVRANT UN TIERS DE LA POPULATION FRANÇAISE

2.1.1 DONNÉES : UTILISATION DES BASES EUROPÉENNES POUR GARANTIR UN SEUL ET UNIQUE PÉRIMÈTRE

Les données sur les villes françaises retenues proviennent des statistiques européennes. Deux types de données sont nécessaires pour établir le périmètre de l'étude : des données sur les espaces verts dans les villes et des données sur les caractéristiques démographiques et géographiques de ces mêmes villes. Comme les données sur les espaces verts proviennent de bases de données européennes, les données démographiques et géographiques ont également été collectées auprès des statistiques européennes afin de garantir une cohérence dans la définition de la « ville ». L'étude portant sur l'année 2023, les données ont été actualisées par Asterès lorsque nécessaire.

- **Les données sur les espaces verts proviennent de l'Agence européenne de l'environnement (AEE).** Deux bases sont utilisées : celle sur les infrastructures urbaines vertes en 2018 (« *green urban infrastructure* »)(68) et celle sur la couverture d'arbres urbains en 2018, (« *urban tree cover* »)(69). Les infrastructures urbaines vertes englobent à la fois les surfaces vertes végétalisées telles que les parcs, les arbres, les forêts, les infrastructures sportives ou les aires des jeux, et les jardins privés ou les cimetières. La couverture d'arbres correspond à la surface de la ville couverte par les couronnes d'arbres vues du haut. Ces bases de données ont comme source commune l'Urban Atlas, un produit fourni par le Copernicus Land Monitoring Service qui fait partie du programme européen d'observation de la Terre Copernicus et offre une

description détaillée de l'utilisation des sols publics et privés. Les données ont été actualisées en se basant sur l'évolution structurelle des espaces verts dans les villes de l'Observatoire des villes vertes (voir *annexe 2*)(70).

- **Les données sur la superficie et la démographie des villes proviennent respectivement de l'Agence européenne de l'environnement et d'Eurostat.** Les données sur la superficie ont été collectées en même temps que celles sur la couverture d'arbres auprès de l'AEE et les données sur la population des villes proviennent d'Eurostat. Notons que la définition statistique d'une « ville » pour Eurostat est basée sur la densité de population, en contraste avec la définition de purement administrative de l'Insee(71) et s'étend donc au-delà de sa frontière administrative. Les termes « villes » et « zones urbaines » sont donc utilisés de manière interchangeable dans cette étude. Les données démographiques ont été actualisées par Asterès en appliquant le taux croissance annuel moyen sur la période 2013 – 2020.

2.1.2 MÉTHODE : DÉLIMITATION DU PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE SELON LA DISPONIBILITÉ DES DONNÉES INDISPENSABLES

Le périmètre est défini par la disponibilité, pour chaque ville, des quatre données indispensables. Les villes retenues sont celles disposant d'au moins une donnée sur deux relative aux espaces verts et d'au moins une donnée sur deux relative aux caractéristiques démographiques et géographiques. Les données manquantes sont estimées par Asterès à partir de l'autre donnée de la même catégorie (par exemple, la surface d'espaces vert et déduite à partir de la couverture d'arbres, les deux étant fortement corrélés) et en croisant avec les données de l'Insee (notamment pour la densité de population). Il existe deux exceptions à cette règle : Hénin – Carvin et Mantes en Yvelines, pour lesquelles plus de la moitié des données sont manquantes. Asterès considère que le périmètre de ces deux villes au sens d'Eurostat correspond aux deux communautés d'agglomération du même nom au sens de l'Insee, et que les données démographiques et de surface peuvent donc être exceptionnellement collectées *via* le comparateur de territoire de l'Insee.

2.1.3 RÉSULTAT : UN PÉRIMÈTRE QUI COMPREND 72 VILLES ET COUVRE UN TIERS DE LA POPULATION FRANÇAISE

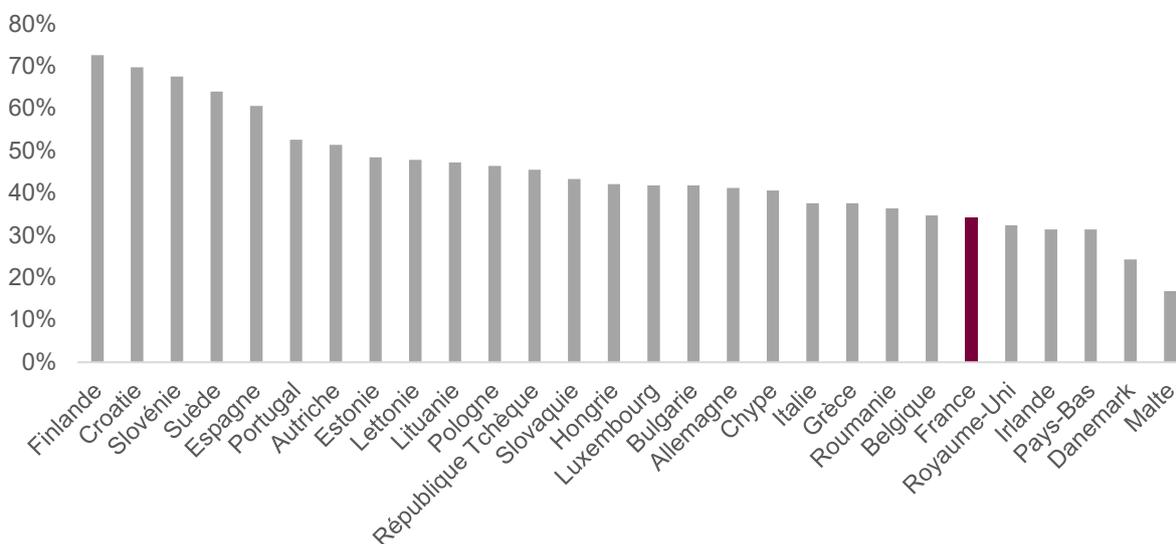
Au total, le périmètre de l'étude englobe 72 villes françaises et couvre une population de près de 26 millions d'habitants. En termes de surface, le périmètre représente 7 135 km² de zones densément peuplées (voir *annexe 3*). Parmi les 72 villes composant le périmètre, 61 n'ont pas nécessité d'estimation de la part d'Asterès, 4 ont nécessité l'estimation d'une donnée sur quatre, 5 de deux données sur quatre, et 2 de trois données sur quatre. Les infrastructures vertes couvrent 34% du périmètre et les arbres 27% – ces deux indicateurs se recouvrant partiellement ou en totalité, les deux chiffres ne peuvent pas être additionnés. Notons que les dépenses publiques et privées dans les espaces verts sont estimées à 3,1 Mds€ au sein de ce périmètre (voir encadré *ci-dessous*)

- **La surface couverte par des infrastructure vertes s'élève à 2 447 km², ce qui représente 34% de la surface totale du périmètre.** Ce résultat classe la France parmi les mauvais élèves d'Europe si l'on se fie à cet indicateur, la moyenne européenne étant de 44% (voir graphique *ci-dessous*). Les pays les plus vertueux comme la Finlande, la Croatie ou encore l'Espagne atteignent des taux supérieurs à 60%. Seuls quelques pays font moins bien que la France,

notamment le Royaume-Uni, l'Irlande, le Danemark et les Pays-Bas. Concernant la densité, celle-ci s'élève à 96 m² d'infrastructures vertes par habitant. La densité n'est pas connue pour les autres pays d'Europe.

- **La surface couverte par des arbres s'élève à 1 931 km², ce qui représente 27% de la surface totale du périmètre.** Les données comparatives ne sont pas directement disponibles pour cet indicateur mais la couverture d'arbres et les infrastructures vertes étant fortement corrélées (voir *annexe 4*), la France devrait se classer dans une position similaire à celle qu'elle occupe pour les infrastructures vertes. La densité est de 75 m² de couronnes d'arbres par habitant. Le nombre total d'arbres urbains peut être estimé à 58 millions, soit un ratio de 2,3 arbres par habitant, en faisant l'hypothèse que la couronne d'un arbre est en moyenne de 6,5 mètres de diamètre (Source : Nature Québec(72)).

Part de la surface urbaine couverte par des infrastructures vertes, par pays.



Source : Agence européenne de l'environnement

Encadré. Les dépenses publiques et privées dans les espaces verts urbains en France.

Les dépenses publiques et privées dans les espaces verts urbains en France sont estimées à 3,3 Mds€ en 2023, soit environ 1 540€ par habitant. Ces dépenses comprennent à la fois les dépenses dans les services de paysagiste (création, aménagement, entretien) et les dépenses de particuliers dans les végétaux d'extérieur (ornements et potagers, hors cimetières). La valeur non marchande créée par les particuliers qui réalisent des activités de jardinage sur leur temps libre n'est pas prise en compte.

Les dépenses dans les services de paysagiste s'élèvent à 2,9 Mds€, ce qui correspond au chiffre d'affaires du secteur en zone urbaine en 2023. Les données sur le chiffre d'affaires réalisé par les entreprises du paysage dans chaque région en 2019 ont été collectées auprès de l'UNEP puis actualisées en appliquant le taux de croissance annuel moyen entre 2016 et 2022. La part réalisée au sein du périmètre de cette étude a été déduite en faisant l'hypothèse que le chiffre d'affaires est proportionnel au nombre d'habitants à l'échelle de la région. *In fine*, le chiffre d'affaires réalisé en zone urbaine représente 35% de l'activité totale du secteur.

Les dépenses des particuliers dans les végétaux sont estimées à 367 M€ dans les zones urbaines en 2023. Les données sur les dépenses des ménages en végétaux d'extérieur par région en 2019 ont été collectées grâce à l'enquête VAL'HOR & FranceAgriMer(73) et actualisées en appliquant le taux de croissance annuel moyen entre 2019 et 2022 grâce aux données de l'édition 2022 (74) – cette édition ne détaille pas les résultats par région et n'a donc pas été utilisée pour construire le chiffre agrégé. Les dépenses en zone urbaine ont été estimées par Asterès suivant la même méthode que pour les services de paysagiste. *In fine*, les dépenses de végétaux d'extérieur en zone urbaine représentent 34% des dépenses totales de végétaux d'extérieur en France.

2.2 MÉTHODE : QUANTIFIER LES SERVICES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX RENDUS PAR LES ESPACES VERTS

2.2.1 PHILOSOPHIE GÉNÉRALE : QUANTIFIER LES BÉNÉFICES CUMULÉS DU STOCK D'ESPACES VERTS EN 2023

Asterès quantifie les bénéfices cumulés du stock d'espaces verts estimé pour l'année 2023 en appliquant les effets identifiés par la littérature à la population du périmètre. Dans le cas des bénéfices sanitaires, les espaces verts évitent chaque année un certain nombre de nouveaux cas qui se cumulent d'années en années. C'est l'impact des espaces verts sur ce cumul en 2023, appelé « prévalence », qui est calculé dans cette étude. Pour les décès en revanche, la notion de prévalence ne s'applique pas – car elle renvoie à des patients toujours en vie. De manière similaire, dans le cas du CO₂, les arbres stockent une quantité de CO₂ qui correspond au cumul du CO₂ absorbé chaque année depuis leur plantation – et la même quantité de CO₂ est relâchée lorsqu'ils sont brûlés ou se décomposent. C'est donc la totalité du CO₂ stocké par les arbres qui est prise en compte dans cette étude. À l'inverse, pour les autres polluants atmosphériques, les gaz ou particules absorbés ne sont pas systématiquement « stockés » par les arbres mais peuvent être « consommés », par les feuilles notamment. En outre, ces polluants ne restent que quelques heures ou jours dans l'air et ne s'accumulent pas dans l'atmosphère comme le CO₂. Les absorptions des années passées n'ont donc plus d'incidence et seules les absorptions annuelles sont prises en compte. Enfin, pour la température, la question ne se pose pas : les effets de la température peuvent se cumuler mais pas la température elle-même.

2.2.2 EFFETS DE SANTÉ TOUTES CAUSES : TRADUCTION DU POURCENTAGE D'INFRASTRUCTURES VERTES EN NDVI

Les bienfaits des espaces verts sur la santé des seniors, la santé mentale des moins de 65 ans et la mortalité sont quantifiés en appliquant les effets identifiés par la littérature à la population du périmètre. Asterès collecte dans un premier temps les données sur la mortalité et la prévalence des pathologies prises en compte auprès de sources publiques et applique dans un deuxième temps les effets identifiés par la littérature. La limite principale de cette méthode est que les impacts sanitaires identifiés par la littérature dépendent d'indicateurs d'accessibilité (NDVI à 300m ou 500m), alors qu'ils sont dans cette étude appliqués à des moyennes (NDVI moyen de la ville). Asterès n'a cependant pas jugé nécessaire de corriger les résultats car la moyenne constitue déjà, en quelque sorte, la synthèse des

inégalités au sein de la ville. Comme les personnes vivant loin des espaces verts bénéficient peu de certains de leurs avantages, et ceux vivant très proches des espaces verts bénéficient beaucoup de ces avantages, les deux situations s'équilibrent.

- **Dans un premier temps, Asterès fait l'hypothèse que la population du périmètre est représentative de la population française en appliquant les taux de prévalence nationaux.** Ces données proviennent des fiches pathologies de l'Assurance maladie (mises à jour en juillet 2023) pour le diabète, les traitements anti-dépresseurs et la plupart des autres maladies chroniques(75). Pour certaines maladies chroniques dont les données ne sont pas disponibles dans les fiches de l'Assurance maladie, Asterès s'appuie sur des sources diverses détaillées en *annexe I*. Les données sur la mortalité proviennent de l'Insee(76). Notons que pour les traitements anti-dépresseurs, seule la prévalence chez les moins de 65 ans est prise en compte pour éviter le double comptage avec les « autres pathologies chroniques » chez les seniors.
- **Dans un deuxième temps, Asterès applique les impacts identifiés par la littérature à la prévalence actuelle.** Pour ce faire, Asterès commence d'abord par traduire le pourcentage d'infrastructures vertes en NDVI en s'appuyant sur la relation établie par la littérature entre ces deux indicateurs (voir *tableau* d'équivalence ci-dessous)(77), les publications académiques sur les bénéfices sanitaires retenues utilisant principalement le NDVI. L'impact sur la prévalence des pathologies au sein des villes du périmètre est ensuite estimé en faisant l'hypothèse qu'à partir d'un NDVI de 0,1 (pour rappel, un NDVI compris entre -0,1 et 0,1 correspond à des zones stériles), les effets de chaque hausse de 0,1 point du NDVI se cumulent. Par exemple, si le NDVI est de 0,3, Asterès multiplie l'effet identifié par la littérature pour une hausse de 0,1 point du NDVI par un facteur de 3. Pour les anti-dépresseurs, l'effet est simplement dépendant du nombre d'arbres.

Tableau. Équivalence entre le NDVI et le pourcentage d'infrastructures vertes en ville.

NDVI	% IV
0,1 – 0,2	0,0 – 14,1
0,2 – 0,3	14,1 – 28,1
0,3 – 0,4	28,1 – 42,0
0,4 – 0,5	42,0 – 55,8
0,5 – 0,6	55,8 – 66,8
0,6 – 0,7	66,8 – 75,0

Source : Labib *et al.* 2022, calculs Asterès.

2.2.3 CARBONE : FIXER UNE HYPOTHÈSE D'ÂGE MOYEN DES ARBRES

Asterès estime la quantité de CO₂ séquestrée par les arbres urbains depuis leur plantation. Pour ce faire, l'âge moyen des arbres du périmètre doit être estimé. Asterès retient arbitrairement l'âge de 25 ans, faute de données plus précises, ce qui revient à faire l'hypothèse que les arbres sont en moyenne à la moitié de leur vie (51). La quantité de CO₂ absorbée est ensuite proportionnelle au nombre d'arbres, comme établi lors de la revue de littérature.

2.2.4 QUALITÉ DE L'AIR : QUANTIFIER LES POLLUANTS ABSORBÉS ET LES CAS D'ASTHME ÉVITÉS

Asterès estime la quantité de polluants atmosphériques absorbés par les arbres urbains en 2023 et les cas d'asthme évités en conséquence. La quantité de polluants absorbés est directement proportionnelle à la surface couverte par les arbres et son estimation à partir des données de la littérature ne pose donc pas de défi méthodologique particulier. Les cas d'asthme infantile (1 à 18 ans) évités grâce à l'absorption de NO₂ sont ensuite estimés en s'appuyant sur une étude selon laquelle, en milieu urbain, 58% des cas d'asthme infantile en France sont attribuables au NO₂(78). Le NO₂ n'étant pas mesuré spécifiquement (on mesure l'ensemble des émissions de NO_x, soit NO₂ et NO confondus, car ces gaz ont tendance à se convertir l'un en l'autre une fois dans l'atmosphère), Asterès fait l'hypothèse que la baisse des cas d'asthme attribuables au NO₂ est proportionnelle à la baisse des émissions de NO_x, ce qui conduit à sous-estimer l'impact des arbres urbains. Les données épidémiologiques sur l'asthme utilisées pour ce calcul proviennent de Santé publique France(79). Les décès ne sont pas estimés car déjà capturés par les décès toutes causes. Les autres polluants sont également connus pour avoir des effets néfastes sur la santé(80), mais leur impact précis n'a pu être estimé pour des raisons de méthode, la plupart des études utilisant comme indicateur de la qualité de l'air la concentration moyenne des polluants au cours d'une période (en µg/m³) et rarement la quantité totale de polluants émise (en tonnes).

2.2.5 TEMPÉRATURE : ÉVALUER L'ATTÉNUATION DE L'EFFET D'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN ET EN DÉDUIRE DES EFFETS DE SANTÉ

Asterès estime les décès et passages à l'hôpital évités grâce à la baisse de la température locale. La baisse de la température locale est proportionnelle à la couverture d'arbres, son estimation ne soulève donc aucun enjeu méthodologique particulier. Cet effet sur la température est ensuite traduit en effet sur la santé en deux étapes. Les autres effets potentiels de la baisse de température, notamment sur la productivité, la consommation d'énergie et le retrait gonflement des argiles n'ont pu être évalués (voir *encadré*).

- **Asterès estime le nombre de journées anormalement chaudes évitées grâce aux arbres urbains.** Pour ce faire, Asterès s'appuie sur une étude de l'Insee selon laquelle, pour une hausse de la température estivale moyenne de +1,3°C, le nombre de journées anormalement chaudes augmente en moyenne de 7,5(81), en faisant l'hypothèse d'une relation linéaire.
- **Asterès estime ensuite l'impact d'une journée anormalement chaude sur la mortalité et les visites à l'hôpital.** Pour la mortalité, Asterès s'appuie sur une étude de Santé publique France sur les canicules en France de 2014 à 2022(82) et pour les visites à l'hôpital, sur une publication académique sur les canicules en France de 2015 à 2019(83). L'hypothèse sous-jacente est que le nombre de jours de canicules (jours où la moyenne sur 3 jours de températures minimales et maximales dépasse les seuils d'alerte départementaux) diminue proportionnellement avec le nombre de journées anormalement chaudes (journée pour laquelle la température maximale ou minimale est supérieure d'au moins 5°C à la température maximale ou minimale de référence).

Encadré. Les autres effets potentiels de la température locale.

Les effets sur la consommation d'électricité. D'après RTE, la consommation d'électricité en France est thermosensible en été, bien que moins qu'en hiver(84). À partir de 25°C, chaque degré de plus induit, en raison de l'utilisation de climatiseurs et ventilateurs, une consommation journalière supplémentaire

équivalente à la consommation de la ville comme Marseille, soit 700 à 800 MW(85). En réduisant la température en été, les arbres contribuent donc probablement à limiter la facture énergétique. Pour aller plus loin, il faudrait connaître le détail des températures journalières observées en été dans chaque ville.

Les effets sur la productivité du travail. D'après une publication reprise par l'ADEME dans son rapport sur le coût du changement climatique en France, la productivité du travail en extérieur pourrait diminuer de 8 points d'ici la fin du siècle et de 4 points pour le travail en intérieur, dans un scénario de réchauffement de +4,5°C(86). Les arbres peuvent probablement contribuer à atténuer ces effets mais Asterès a préféré ne pas extrapoler cette relation qui prend non seulement en compte les effets de la température locale, mais aussi du réchauffement global.

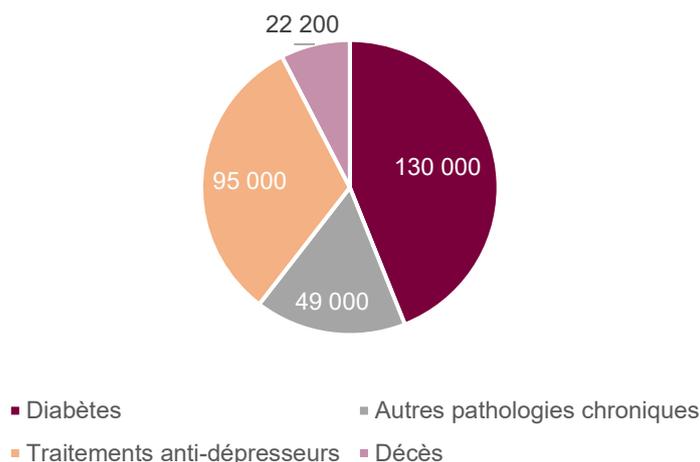
Les effets sur le retrait-gonflement des argiles. Le phénomène de retrait-gonflement des argiles est influencé par la variation des conditions hydriques du sol, exacerbées par les températures élevées. Lorsque le sol se dessèche, il se rétracte, ce qui peut affaiblir les fondations des bâtiments et causer des fissures ou des affaissements structurels. Lorsqu'il est réhydraté, le sol gonfle, ce qui peut également entraîner des dommages. L'étude de l'ADEME cite également une étude établissant une relation entre le réchauffement global et les dommages sur le parc de logements mais Asterès a préféré ne pas extrapoler ces résultats en considérant que la relation était valable pour une hausse de la température locale.

2.3 RÉSULTATS : DES BÉNÉFICIES NON NÉGLIGEABLES EN TERMES DE SANTÉ PUBLIQUE, DE QUALITÉ DE L'AIR ET D'ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

2.3.1 EFFETS DE SANTÉ TOUTES CAUSES : 275 000 PATHOLOGIES OU TRAITEMENTS ET 22 000 DÉCÈS ÉVITÉS EN 2023

Les espaces verts ont évité en France en 2023 plus de 275 000 pathologies ou traitements et plus de 22 000 décès toutes causes, d'après les calculs d'Asterès. Chez les seniors, les espaces verts ont évité 130 000 cas de diabète de type 2, soit 6% de la prévalence chez cette catégorie d'âge et 49 000 autres pathologies chroniques (dont le détail n'est pas connu), soit 0,1% de la prévalence de ces autres maladies chroniques. Chez les moins de 65 ans, les espaces verts ont évité 95 000 prescriptions de traitements anti-dépresseurs, soit 8% des traitements au sein de cette catégorie d'âge. Enfin, pour l'ensemble de la population, les espaces verts ont évité 22 200 décès en 2023, ce qui représente 3% des décès toutes causes. Rappelons qu'il s'agit d'un chiffre *a minima* qui ne prend pas en compte d'autres effets avérés des espaces verts sur la santé comme la baisse du risque de TDAH, l'augmentation de la durée du sommeil ou encore la hausse du poids des nouveau-nés.

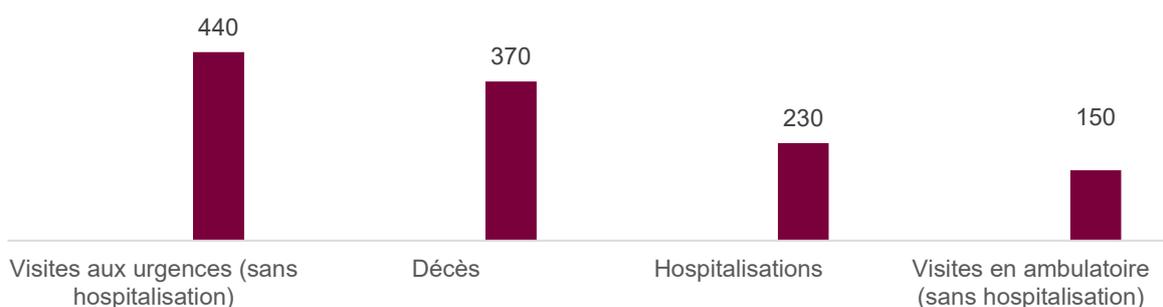
Nombre de pathologies, traitements ou événements de santé indésirables évités par les espaces verts en 2023.



2.3.1 TEMPÉRATURE : UN IMPACT CONSÉQUENT AU NIVEAU LOCAL

Les espaces verts réduisent en moyenne le température de villes en été de -1,4°C, évitant ainsi 370 décès et plus de 800 passages à l'hôpital. L'impact des espaces verts sur la température locale en période estivale varie selon les villes de -0,4°C à -2,9°C. Asterès estime ainsi que 684 journées anormalement chaudes ont été évitées à l'été 2023 en cumul pour toutes les villes, soit 9 par ville en moyenne. Cette atténuation des vagues de chaleur se traduit par près de 370 décès évités (qui ne se cumulent pas avec les décès toutes causes), ainsi que 440 visites aux urgences (sans hospitalisation), 160 visites en ambulatoire (sans hospitalisation) et 230 hospitalisations évitées. Notons qu'il s'agit d'un chiffre *a minima*, tous les effets potentiels des baisses de température locale, notamment la baisse de la consommation d'énergie, la hausse de la productivité du travail ou encore la baisse du risque de retrait-gonflement des argiles, n'ayant pu être pris en compte.

Graphique. Nombre de décès et passages à l'hôpital évités en 2023 via l'atténuation des vagues de chaleur par les espaces verts.



2.3.2 CARBONE : UN IMPACT NON NÉGLIGEABLE SUR LA CONTRIBUTION DES ARBRES AUX PUIITS DE CARBONE

Les arbres urbains stockent plus de 20 Mt de CO₂ en France en 2023, ce qui représente environ 3% des émissions absorbées par les forêts françaises sur 25 ans. Les forêts françaises ont en effet absorbé 31,2 Mt de CO₂ en 2021, ce qui équivaut à 780 Mt sur 25 ans – en théorie car les émissions absorbées par les forêts françaises sont en déclin depuis plusieurs années sous l'effet de la diminution de la production biologique, l'augmentation de la mortalité et l'accroissement des prélèvements selon le Haut Conseil pour le Climat, et les forêts ont donc absorbé plus que 780 Mt de CO₂ en 25 ans(87).

Graphique. Comparaison entre le CO₂ stocké par les forêts françaises et les arbres urbains des zones urbaines françaises (en Mt).



2.3.3 POLLUTION ATMOSPHERIQUE : UN IMPACT FAIBLE MAIS NON NÉGLIGEABLE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR ET L'ASTHME

Les arbres urbains ont absorbé en 2023 plus de 11 000 tonnes de polluants atmosphériques, évitant entre autres plus 1 500 cas d'asthme infantile. En termes de volume, les arbres urbains ont principalement absorbé de l'ozone (7 200 tonnes), du dioxyde d'azote (1 800 tonnes) et des particules en suspension (1 500 tonnes). Rapporté aux émissions annuelles sur le périmètre, les arbres urbains ont absorbé approximativement 2,0% des émissions de particules PM₁₀, 0,6% des émissions d'oxydes d'azote, 0,4% des émissions d'oxydes de soufre, 0,4% des émissions de PM_{2,5} et moins de 0,1% des émissions de monoxydes de carbone, ce qui est cohérent avec les taux observés pour la ville de Strasbourg⁵. *In fine*, le nombre de cas d'asthme évités *via* l'absorption de NO₂ par les arbres est estimé à plus de 1 500 cas, ce qui représente 0,4% de la prévalence en France. Rappelons que les effets de la pollution de l'air sur d'autres pathologies n'ont pu être pris en compte pour des raisons méthodologiques.

Tableau. Absorption de polluants atmosphériques par les arbres des 72 principales villes de France en 2023.

Nom	Formule chimique	Volume absorbé (en tonnes)	Pourcentage des émissions absorbées
Monoxyde de carbone	CO	154	0,02%
Dioxyde d'azote	NO ₂	1 800	0,6% ^a
Ozone	O ₃	7 200	- ^b
Particules en suspension	PM ₁₀	1 500	2,0%
Particules fines	PM _{2,5}	600	0,4%

⁵ Ratios calculés à partir des données de l'OCDE sur les émissions en kilogramme par habitant (pour le NO_x, le SO_x, et le CO) et sur les émissions par en kilogramme par unité de PIB pour les microparticules.

Dioxyde de soufre	SO ₂	135	0,4%
--------------------------	-----------------	-----	------

En pourcentage des émissions de NO_x, les émissions de NO₂ n'étant pas spécifiquement mesurées.

^b L'ozone n'est pas directement émis par des sources locales comme les autres polluants mais se forme dans l'atmosphère à partir d'autres polluants sous l'action du soleil.

3. MONÉTARISATION DES
EFFETS SANITAIRES ET
ENVIRONNEMENTAUX :
LES ESPACES VERTS ONT
CRÉÉ AU MOINS 2,3 MDSE€
DE VALEUR TANGIBLE EN
2023



La valeur créée par les espaces verts en 2023 est estimée au moins à 2,3 Mds€. Ce montant correspond, pour les effets sanitaires, aux dépenses de santé et pertes de production évitées (520 M€) et, pour les effets environnementaux, aux dommages futurs évités *via* la séquestration de CO₂ (1 800 M€). Ce chiffrage est conservateur à plusieurs égards : il n’inclut que des flux monétaires tangibles, les pertes de production sont chiffrés à l’aide de la méthode des coûts de friction, qui se place du point de vue de l’employeur et ne prend en compte que la production non compensée par les collègues, le coût des décès n’est pas compatibilisé, et le coût social du carbone retenu correspond à la fourchette basse des estimations trouvées dans la littérature. Pour des dépenses dans les espaces verts estimées à 3,3 Mds€ en 2023, cela signifie que chaque euro dépensé dans les espaces verts génère 0,7€ supplémentaire de valeur sanitaire et environnementale pour la collectivité.

3.1 MÉTHODE : TRADUIRE LES EFFETS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX EN UNITÉS MONÉTAIRES

3.1.1 PHILOSOPHIE GÉNÉRALE : CHIFFRER UNIQUEMENT DES FLUX MONÉTAIRES TANGIBLES

Seuls les flux monétaires qui correspondent à des dépenses ou une production réelles, présente ou future, sont chiffrés. On distingue généralement les coûts tangibles (dépenses de santé, perte de production, réparation de dommages matériels) des coûts intangibles (souffrance, perte de qualité de vie). Dans cette étude, Asterès restreint la notion de valeur aux coûts tangibles, c’est-à-dire les dépenses et pertes de production présentes ou futures effectivement évitées grâce aux services rendus par les espaces verts en 2023, bien que tous les bienfaits tangibles des espaces verts n’aient pu être pris en compte dans cette première étude exploratoire. Cette acception de la valeur implique plusieurs choix de méthode. Premièrement, le coût des pathologies évitées se limite au coût médical et, lorsque pertinent, au coût socio-économique. Deuxièmement, les pertes de production sont estimées *via* la méthode des coûts de friction, qui se place du point de vue de l’employeur et ne prend en compte que la production non compensée par les collègues (voir *annexe 5*). Troisièmement, le coût des décès n’est pas compatibilisé, le manque d’information sur leur répartition par âge empêchant dans la plupart des cas d’estimer les pertes de production. Les décès ne sont pas non plus monétarisés en utilisant la « valeur de la vie statistique » (VVS) recommandée par les pouvoirs publics, en cohérence avec la volonté de ne chiffrer que des flux tangibles. Quatrièmement, Asterès s’appuie sur la notion de « coût social du carbone » pour estimer le coût futur d’une tonne de carbone évitée. Tous ces enjeux de méthode sont abordés plus en détail dans les sous-parties suivantes, ainsi que les données et leurs sources.

3.1.2 EFFETS DE SANTÉ TOUTES CAUSES : UN COÛT PAR PATIENT QUI VARIE DE 1 560€ À 2 340€ PAR AN SELON LA PATHOLOGIE

Le coût des pathologies évitées par les espaces verts varie de 1 560€ par patient par an pour les traitements anti-dépresseurs à 2 240€ par patient par an pour le diabète. Le coût des autres maladies

chroniques est de 1 760€ par patient par an en moyenne. Les données du coût pour l'Assurance maladie proviennent des statistiques de l'Assurance maladie, consultables sur le site Data pathologies(88). Le coût pour les organismes complémentaires d'Assurance maladie est estimé par Asterès à partir des taux de remboursement de la Sécurité sociale (voir méthode en *annexe 6*). Pour les autres maladies chroniques, un coût moyen pondéré a été calculé par Asterès (voir *annexe 1*). Enfin, pour les traitements anti-dépresseurs, Asterès fait l'hypothèse que toutes les prescriptions d'anti-dépresseurs auraient donné lieu à un traitement. Pour le coût, Asterès ajoute une composante socio-économique qui correspond aux pertes de production non compensées par les collègues et représente environ 50% du coût total. La méthode des coûts de friction utilisée pour calculer ces pertes de production est détaillée en *annexe 5*. Ce coût ne s'applique qu'aux actifs et n'est donc pas comptabilisé pour les pathologies chroniques dont souffrent les personnes âgées. Les pertes de production dues au décès ne sont pas prises en compte, faute de connaître la répartition par âge des personnes sauvées.

Graphique. Détail du coût des pathologies et traitements évités par les espaces verts (par patient, par an).



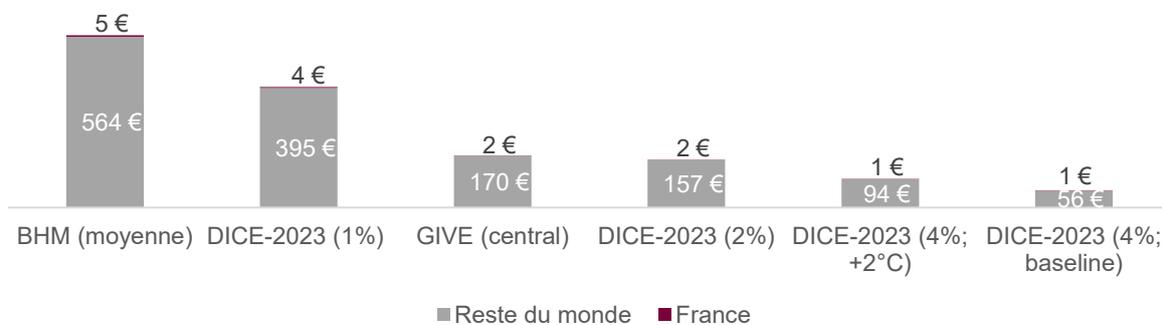
3.1.3 CARBONE : UN COÛT PAR TONNE ÉMISE FIXÉ DE MANIÈRE CONSERVATRICE À 95€

Asterès retient un coût futur des dommages climatiques mondiaux de l'ordre de 95€ par tonne de CO₂, dont 1€ pour les dommages évités sur le territoire français. Ce montant correspond au « coût social du carbone » estimé par la dernière version du modèle DICE(89). Le coût a été actualisé en €2023 par Asterès et la part des dommages pesant sur le territoire français estimée en appliquant le ratio moyen issu d'une étude sur le coût social du carbone par pays(90). L'estimation retenue est prudente à plusieurs égards : elle repose sur une évaluation conservatrice des dommages causés par le changement climatique comparée à d'autres modèles et retient un taux d'actualisation élevé, de 4%, conformément à l'ordre de grandeur recommandé par le gouvernement.

- Asterès s'appuie sur la notion de « coût social du carbone » pour estimer le coût futur d'une tonne de CO₂ émise dans l'atmosphère. Le « coût social du carbone » correspond, en théorie, au coût pour les générations futures d'une tonne de carbone supplémentaire émise dans l'atmosphère. Cette notion est utilisée dans les « modèles d'évaluation intégrée » visant à comparer le coût du réchauffement climatique pour un scénario donné avec le coût de la transition énergétique dans le but de déterminer une température globale optimale (on parle de méthode « coût-avantage »). L'autre méthode consiste à fixer le prix du carbone en fonction d'un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre donné (on parle de méthode « coût-efficacité »). Le coût social du carbone prétend estimer la valeur des dommages causés par le changement climatique et correspond donc mieux à l'esprit de ce chiffrage, bien qu'il soit en partie composé de coûts intangibles qui n'ont pu être retirés.

- **Il n'existe pas de consensus sur le montant du coût social du carbone et Asterès a retenu une valeur conservatrice.** Les estimations varient de quelques dizaines d'euros à plusieurs centaines voire milliers d'euros selon la fonction de dommage et le taux d'actualisation utilisés (voir *graphique* ci-dessous)(89–91). Parmi les « modèles d'évaluation intégrée faisant foi » selon l'économiste français Alain Quinet (DICE, FUND et PAGE)(92), DICE est le seul à avoir été actualisé récemment, en 2023. Asterès considère donc que ce modèle est représentatif de « l'état de l'art » en économie du changement climatique, même si l'évaluation des dommages causés par le changement climatique semble plus modérée que dans d'autres modèles (voir par exemple le modèle Burke-Hsiang-Miguel ou « BHM »)(90). Pour les paramètres, le taux d'actualisation de 4% a été retenu car proche des 4,5% préconisés par la Commission Quinet pour l'évaluation des projets d'investissement public(93), ainsi que le scénario de +2°C de réchauffement pour correspondre à la limite fixée par l'Accord de Paris.

Graphique. Coût social du carbone pour la France et le reste du monde selon les différentes estimations (par tonne de carbone).



Sources : Renner *et al.* 2022, Nordhaus & Barrage 2023, Ricke *et al.* 2018, calculs Asterès

3.1.4 POLLUANTS ATMOSPHERIQUES : LE COÛT DE L'ASTHME EST ESTIMÉ À 730€ PAR PATIENT PAR AN

Le coût de l'asthme est estimé en moyenne à 730€ par patient par an. Il n'existe pas de donnée publique sur le coût de l'asthme. Cette estimation est tirée d'une étude française publiée en 2004 et actualisée par Asterès(94). Dans le détail le coût se répartit entre 530€ par patient par an pour l'Assurance maladie et 200€ par patient par an pour les OCAM. Il s'agit d'un coût générique qui n'inclut pas d'éventuelles différences de coût entre un enfant et un adulte.

3.1.5 TEMPÉRATURE : LE COÛT DES PASSAGES À L'HÔPITAL EN RAISON DE LA CHALEUR EST EN MOYENNE DE 1 380€ PAR PATIENT

Le coût des visites à l'hôpital, avec ou sans hospitalisation, causés par les périodes de forte chaleur, s'élève en moyenne à 1 380€ par patient. Asterès reprend les coûts de référence pour l'Assurance maladie utilisés dans une publication académique sur l'impact des canicules en France entre 2015 et 2019, à savoir 151€ pour une visite aux urgences sans hospitalisation, 53€ pour une visite en ambulatoire

sans hospitalisation, et 3 866€ pour une hospitalisation⁶, et ajoute le coût pour les OCAM(83). En ce qui concerne les décès, trois quarts concernent des personnes âgées de 75 ans et plus et Asterès considère que les pertes de production évitées sont négligeables.

Graphique. Coût médical des visites à l'hôpital, selon le type.



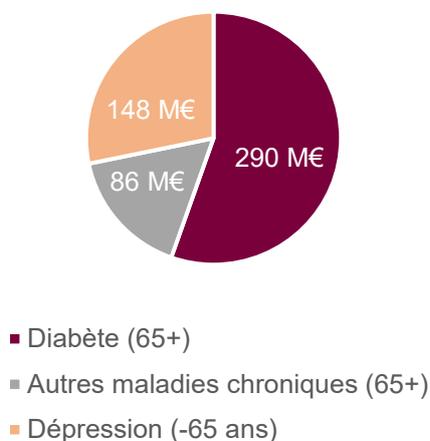
3.2 RÉSULTATS : UN MINIMUM DE 2,3 MDS€ DE VALEUR CRÉÉE PAR LES ESPACES VERTS

3.2.1 EFFETS DE SANTÉ TOUTES CAUSES : 520 M€ DE DÉPENSES DE SANTÉ ET DE PERTES DE PRODUCTION ÉVITÉES EN 2023

Asterès estime que les espaces verts ont évité plus de 520 M€ de dépenses de santé et de pertes de production en 2023, en complément des 22 000 vies sauvées. Ce coût évité se répartit entre 290 M€ pour le diabète de type 2, 148 M€ pour les traitements anti-dépresseurs et 86 M€ pour les autres pathologies chroniques. Le coût des décès pour la société n'a pu être estimé. Le principal bénéficiaire est l'Assurance maladie, avec 408 M€ de remboursement évités, devant les OCAM avec 47 M€ de prestations évitées.

⁶ Correspond au coût d'une hospitalisation pour problème respiratoire, faute de connaître en détail les causes des hospitalisations dues à la chaleur

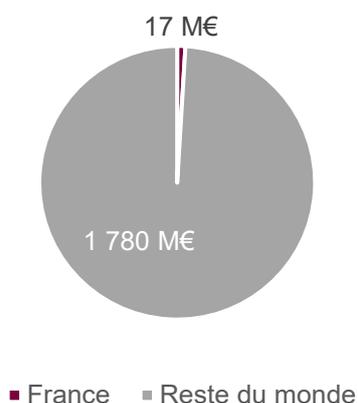
Répartition de la valeur sanitaire créée par les espaces verts en 2023 *via* la prévalence des pathologies chroniques



3.2.2 CARBONE : UN COÛT DE 1,8 MD€ SUPPORTÉ ESSENTIELLEMENT PAR LE RESTE DU MONDE

Asterès estime qu'en stockant du CO₂, les arbres urbains évitent la matérialisation future de dommages d'une valeur de 1 799 M€ en 2023. Seule une fraction de ces dommages futurs évités, 17 M€, auraient concerné le territoire français. Le reste correspond aux dommages qui auraient été causés aux pays étrangers. Notons que cette estimation est basée un coût social du carbone conservateur.

Répartition du coût du carbone évité entre la France et le reste du monde.



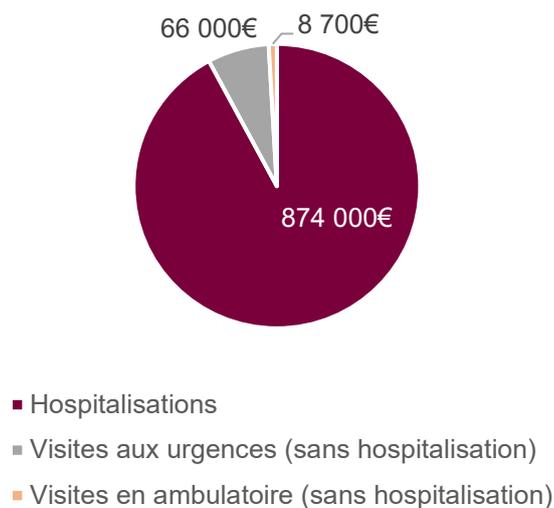
3.2.3 POLLUTION DE L'AIR : 1 M€ DE DÉPENSES POUR LA PRISE EN CHARGE DE L'ASTHME ÉVITÉES

Asterès estime que les espaces verts ont évité de dépenser 1 M€ dans la prise en charge de l'asthme infantile en 2023. Le premier bénéficiaire est l'Assurance maladie, qui évite une dépense de 820 000€. Les OCAM évitent une dépense de 310 000€.

3.2.4 TEMPÉRATURE : 1 M€ DE DÉPENSES POUR LA PRISE EN CHARGE DES VISITES À L'HÔPITAL ÉVITÉES

Asterès estime que les espaces verts ont évité de dépenser 1 M€ dans la prise en charge des patients souffrant des fortes chaleurs en 2023. Dans le détail, les espaces verts ont évité 874 000€ de dépenses via les hospitalisations évitées, 66 000€ via les visites aux urgences évitées et près de 9 000€ via les visites en ambulatoire évitées. Le principal bénéficiaire est l'Assurance maladie avec 758 000€ de remboursement évités, devant les OCAM avec 190 000€ de remboursement évités.

Répartition de la valeur sanitaire créée par les espaces verts en 2023 via la baisse de température, par pathologie évitée



4. VERS UN OBJECTIF
CRÉDIBLE : DES MILLIERS DE
VIES SUPPLÉMENTAIRES
SAUVÉES AINSI QUE 313 M€
DE VALEUR



En augmentant la surface des espaces verts de 14% sur la totalité du périmètre, ce qui constitue un scénario crédible, la valeur environnementale et sanitaire créée pourrait augmenter de 313 M€ et le nombre de vies sauvées de plus de 2 000 vies. En analysant la relation entre la surface d'infrastructures vertes, la surface totale de la ville et sa population à l'aide d'un modèle de régression linéaire multiple, Asterès a constaté que sur 72 villes, 43 présentaient des surfaces d'espaces verts faibles compte tenu de leurs caractéristiques géographique et démographique. En ramenant la surface d'espaces verts dans ces villes à la moyenne corrigée de la densité et de la surface, Asterès estime que les villes ont la capacité d'éviter 24 400 événements de santé indésirables supplémentaires, de stocker 3 Mt de CO₂ et d'absorber 1 700 tonnes de polluants supplémentaires, et réduire la température locale de 0,2°C supplémentaires en moyenne. En conséquence, la valeur créée *via* les émissions de CO₂ évitées augmente de 270 M€, la valeur créée *via* les pathologies chroniques évitées (dont asthme) augmente de 36 M€, la valeur créée *via* les traitements anti-dépresseurs évités augmente de 8 M€, et la valeur créée *via* les visites à l'hôpital évitées augmente de 0,3 M€.

4.1 MÉTHODE : CONSTRUIRE UN SCÉNARIO CRÉDIBLE DE HAUSSE DES ESPACES VERTS DANS LES VILLES EN RETARD

4.1.1 MODÈLE : COMPRENDRE LA RELATION ENTRE LES ESPACES VERTS ET LES CONTRAINTES GÉOGRAPHIQUE ET DÉMOGRAPHIQUE QUI PÈSENT SUR LES VILLES

Asterès a modélisé la relation entre la surface d'infrastructure vertes, la population et la surface totale de la ville. Une ville qui souhaite augmenter le volume d'espaces verts est confrontée à deux contraintes principales : sa surface et sa population. Premièrement, la surface des villes étant limitée, les espaces disponibles pour aménager des espaces verts constituent des ressources rares. Deuxièmement, ces ressources rares entrent en concurrence avec d'autres usages possibles du sol, notamment la construction de logement, réduisant dans les zones à forte densité de population les espaces disponibles pour les infrastructures vertes. Asterès a utilisé un modèle de régression linéaire multiple pour analyser, au sein des 72 villes composant le périmètre de cette étude, cette relation entre la surface des infrastructures vertes, la surface totale de la ville et la population. Le modèle obtenu explique 80% de la variation de la surface d'infrastructures vertes ($R^2=0,8$) et Asterès considère que les 20% restants sont la responsabilité des pouvoirs publics et acteurs privés.

- **Pour chaque augmentation d'un km² dans la surface totale de la ville, la surface des infrastructures vertes augmente en moyenne de 0,5 km², en tenant compte de l'effet de la population totale.** La relation est statistiquement significative (p -value <0,05). C'est le facteur qui a le plus d'impact sur la surface d'infrastructures vertes.

- Pour chaque personne supplémentaire dans la population totale, la surface des infrastructures vertes diminue en moyenne de 19m² (soit 1,9*10⁻⁵km²), en tenant compte de l'effet de la surface totale la ville. Cette relation est statistiquement significative (*p-value* < 0,05) et reflète le fait que, pour une même surface, une ville plus peuplée doit en moyenne accorder plus d'espace aux infrastructures non vertes notamment le logement, et donc moins d'espace aux infrastructures vertes.

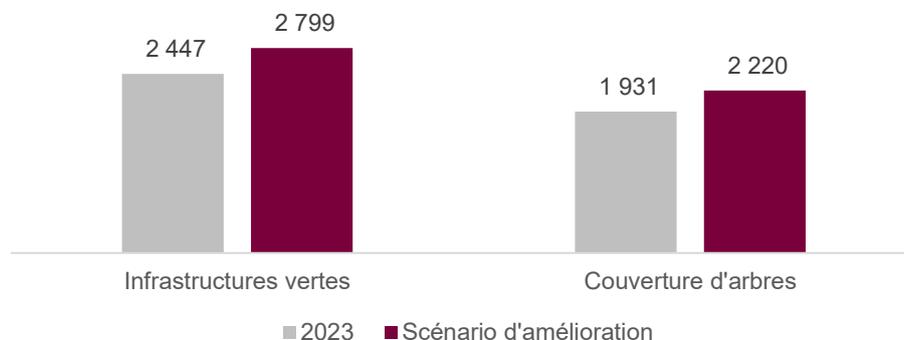
Tableau récapitulatif de la régression linéaire multiple.

Variable	Coefficient	Erreur type	t	P> t	95% Conf. Interval Lower	95% Conf. Interval Upper
Intercept	-7,96	3,51	-2,27	0,03	-14,96	-0,97
Population totale	-1,88E-05	3,31E-06	-5,69	0,00	-2,54E-05	-1,22E-05
Surface	0,49	0,04	12,58	0,00	0,41	0,57

4.1.2 SCÉNARIO : UTILISER LE RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION POUR ESTIMER LA MARGE DE PROGRESSION DES VILLES

Asterès utilise les résidus de la régression pour estimer la marge d'amélioration des villes et en déduire un scénario dans lequel la surface totale d'infrastructures vertes augmente de 14%, passant de 2 450 km² à 2 800m² et la couverture d'arbres de 15%, passant de 1 930 km² à 2 220 km². Les résidus d'une régression linéaire indiquent la différence entre les valeurs observées et les valeurs prédites par le modèle. L'analyse des résidus de la régression entre la surface des espaces verts, la surface totale et la population révèle que 43 villes présentent des surfaces d'infrastructures vertes inférieures à la moyenne une fois corrigée de la surface et de la population. Asterès construit un scénario de hausse des espaces verts en ramenant la surface d'infrastructures vertes dans ces villes à la moyenne, corrigée de la surface et de la population. La hausse d'espaces verts obtenue varie de +4% à +140% selon la marge d'amélioration des villes. Asterès fait ensuite l'hypothèse que la couverture d'arbres augmente proportionnellement avec la surface d'infrastructures vertes, maintenant pour chaque ville le ratio arbres / infrastructures vertes constant. Cette méthode permet de construire un scénario d'amélioration crédible qui prend en compte les contraintes géographique et démographique de chaque ville. Notons que les 29 villes qui affichent des performances supérieures à la moyenne ne connaissent pas de hausse de leur surface d'infrastructures vertes.

Graphique. Surface d'espaces verts en 2023 et dans le scénario « optimisation » construit par Asterès.

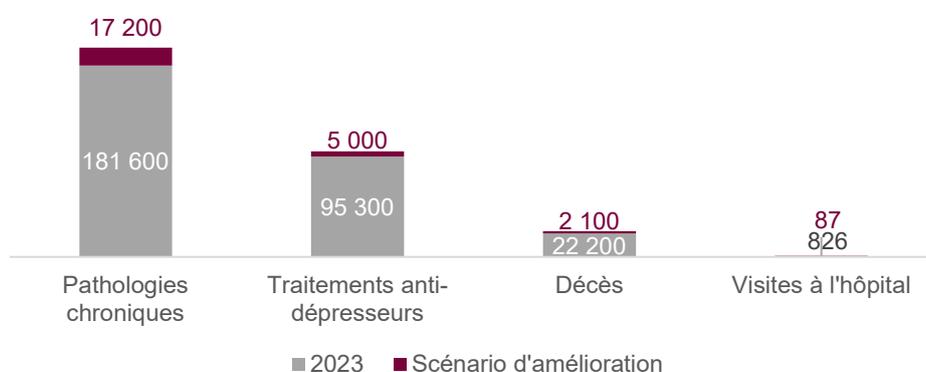


4.2 RÉSULTATS : D'AVANTAGE DE BIENFAITS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX, POUR UNE VALEUR SUPPLÉMENTAIRE CRÉÉE DE PLUS DE 310 M€

4.2.1 SANTÉ : 24 400 ÉVÉNEMENTS INDÉSIRABLES SUPPLÉMENTAIRES ÉVITÉS

Augmenter la surface d'infrastructures vertes de 14% à l'échelle du périmètre permettrait d'éviter 24 400 événements de santé indésirables supplémentaires (tous confondus). Dans le détail, 17 200 cas supplémentaires de pathologies chroniques seraient évités (dont asthme), ainsi que 5 000 traitements anti-dépresseurs, 2 100 décès et 87 visites à l'hôpital. Au total, cela permet d'atteindre 199 000 cas de pathologies chroniques évitées, ainsi que 100 000 traitements anti-dépresseurs, 24 000 décès et plus de 900 visites à l'hôpital.

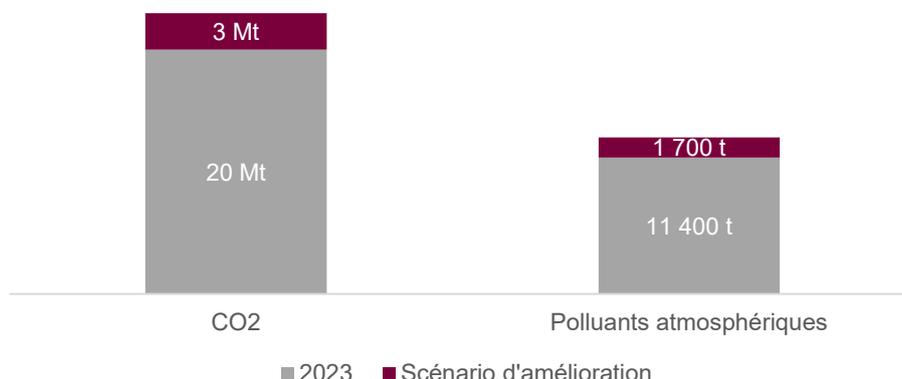
Graphique. Évènements indésirables de santé évités en 2023 et dans un scénario d'optimisation de la surface d'espaces verts.



4.2.2 ENVIRONNEMENT : 3 MT SUPPLÉMENTAIRES DE CARBONE ET POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES ABSORBÉS ET UN EFFET TEMPÉRATURE LÉGÈREMENT AMPLIFIÉ

Augmenter la couverture d'arbres de 15% à l'échelle du périmètre permettrait de capter 3 Mt supplémentaires de carbone et autres polluants et de réduire la température de 0,2°C supplémentaire. Dans le détail, le volume de carbone séquestré augmente de 3 Mt pour atteindre 23 Mt et le volume de polluants atmosphériques absorbé augmente de 1 700 tonnes pour atteindre 13 000 tonnes. L'effet des espaces verts sur la température locale moyenne en période estivale augmente d'environ de -0,2°C supplémentaire, passant de -1,4°C à -1,6°C.

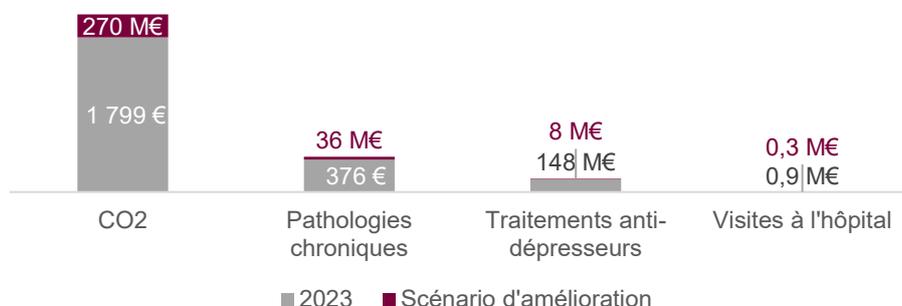
Graphique. Carbone (en Mt) et polluants (en t) absorbés en 2023 et dans un scénario d'optimisation de la surface d'espaces verts.



4.2.3 VALEUR MONÉTARISÉE : UN GAIN SUPPLÉMENTAIRE DE 313 M€

Augmenter la surface d'infrastructures vertes de 14% permet de créer 313 M€ de valeur éco-sanitaire supplémentaire. Dans le détail, la valeur créée *via* les émissions de CO₂ évitées augmente de 270 M€, la valeur créée *via* les pathologies chroniques évitées (dont asthme) augmente de 36 M€, la valeur créée *via* les traitements anti-dépresseurs évités augmente de 8 M€, et la valeur créée *via* les visites à l'hôpital évitées augmente de 0,3 M€. Au total, la valeur créée par le stockage du CO₂ atteint 2 100 M€, la valeur créée *via* les pathologies évitées atteint 420 M€, la valeur créée *via* les troubles dépressifs évités atteint 156 M€ et la valeur créée *via* les visites à l'hôpital évitées atteint plus d'1 M€. Notons que les dépenses auxquelles il faudrait consentir pour générer ce supplément de valeur n'est pas connu. Dans le privé, il est possible que la relation entre les dépenses et la valeur créée soit plutôt linéaire. En revanche, dans le public, il n'est pas impossible que l'investissement dans les espaces verts présente des rendements décroissants : plus la surface d'espaces verts augmente, plus le coût d'aménagement du territoire augmente et moins le ratio de valeur sanitaire et environnementale créée par euro dépensé dans les espaces verts est élevé.

Graphique. Valeur minimale créée par les espaces verts en 2023 et dans un scénario d'optimisation de la surface d'espaces verts.



5. CONCLUSION : VERS
UNE IMBRICATION DE
L'ÉCONOMIE, DE LA SANTÉ,
ET DE L'ENVIRONNEMENT



Cette étude adopte une approche unique en économie pour évaluer le volume et la valeur des services écologiques, sanitaires et sociaux rendus par les espaces verts. Il en ressort trois enseignements principaux. Premièrement, il semble exister un décalage entre les payeurs et bénéficiaires des espaces verts à tous les échelons, appelant à la mise en place de mécanismes d'incitation pour internaliser les externalités des espaces verts. Deuxièmement, l'effet des espaces verts sur l'attractivité des villes, des entreprises et des biens immobiliers mériterait d'être analysé pour aligner, au moins en partie, les intérêts des payeurs sur ceux des bénéficiaires, bien que cela relève d'une approche fondamentalement différente. Enfin, la méthode développée par Asterès dans le cadre de cette étude qui vise à analyser les effets imbriqués des espaces verts sur la santé, l'environnement et les flux financiers qui en découlent pourrait être appliquée à d'autres secteurs d'activité, proposant ainsi une vision élargie de la valeur créée par l'économie.

5.1 DÉCALAGE ENTRE PAYEURS ET BÉNÉFICIAIRES : VERS DES MÉCANISMES D'INTERNALISATION DES EXTERNALITÉS ?

Ce premier chiffrage exploratoire met en lumière un décalage entre les financeurs des espaces verts et les bénéficiaires, autant en termes d'échelons que d'institutions. En termes d'échelons, 76% de la valeur créée par les espaces verts est créée à l'étranger *via* l'atténuation du changement climatique, alors que les espaces verts sont financés par des acteurs locaux. En termes d'institutions, 23% de la valeur créée par les espaces verts bénéficie aux financeurs de la santé (Assurance maladie et OCAM) qui ne jouent pourtant pas de rôle majeur dans leur financement. À l'inverse, les espaces verts sont majoritairement financés par les municipalités et les ménages et copropriétés qui, dans ce chiffrage, ne font pas partie des bénéficiaires principaux. Cette situation est caractéristique des biens engendrant des externalités positives – une situation où des personnes tierces bénéficient d'une transaction sans y avoir pris part.

Il convient dès lors de réfléchir à des mécanismes d'incitation qui permettraient d'intégrer, au moins en partie, la valeur des services sanitaires et environnementaux rendus par les espaces verts. Ce chiffrage exploratoire ne prétend pas servir de valeur de référence, mais fournit de premiers ordres de grandeur et offre des pistes de réflexion pour de futurs travaux. Ces incitations ne devraient pas uniquement s'adresser aux acteurs publics traditionnels mais aussi aux entreprises et ménages afin de mobiliser le foncier privé. Un moyen de dépasser les contraintes géographique et démographique qui pèsent sur les villes, et donc la nécessité d'arbitrer entre espaces verts et logements (ou autre), serait le recours accru aux toitures et façades végétalisées, publiques et privées. Ces infrastructures sont encore sous-valorisées et l'instauration d'un mécanisme intégrant leurs externalités positives favoriserait leur développement.

5.2 ATTRACTIVITÉ : VERS UN CHIFFRAGE DES RETOMBÉES À L'ÉCHELLE DE LA VILLE, DE L'ENTREPRISE OU DU MÉNAGE ?

L'intégration de l'effets des espaces verts sur l'attractivité des villes, des entreprises et des biens immobiliers permettrait d'intégrer les retombées économiques et fiscales à l'échelle de la ville, de l'entreprise ou du ménage. Cette étude visait à quantifier les externalités des espaces verts afin d'en déduire la valeur nette créée à l'échelle collective. Un autre angle possible aurait été d'évaluer la valeur créée à l'échelle de la ville, de l'entreprise ou du ménage *via* les effets d'attractivité. Cette approche aurait permis de prendre en compte l'impact des espaces vert sur l'attractivité des villes, des entreprises et des biens immobiliers et les retombées économiques et fiscales qui en découlent pour chacun des acteurs. Cette approche diffère fondamentalement de celle choisie dans cette étude puisqu'un gain pour une ville, une entreprise ou un ménage constitue probablement une perte pour un ou une autre. À l'échelle nationale l'impact est donc faible.

5.3 CONSIDÉRATIONS SUR LA MÉTHODE : VERS UNE PRISE EN COMPTE DES IMPACTS EXTRA-FINANCIERS DANS LES ÉTUDES ÉCONOMIQUES ?

Cette étude adopte une approche unique en économie en intégrant dans un même calcul des effets de nature différente (sanitaires, environnementaux, financiers). Traditionnellement, les études d'impact économique se limitent à retracer les flux financiers induits par une activité, les autres types de flux, souvent appelés « extra-financiers », étant considérés comme ne faisant pas partie du champ de l'analyse économique. La nature du sujet traité dans cette étude conduit assez intuitivement à s'intéresser au lien entre la santé, l'environnement et les flux monétaires et en réalité cette imbrication n'est pas propre aux espaces verts : toute activité économique a des effets sur l'environnement qui a à son tour des effets sur la santé, et certaines activités peuvent avoir des effets directs sur la santé. Cette étude fournit donc un premier cadre pour analyser ces différents effets conjointement, qui pourrait être ensuite appliqué à de nombreux secteurs d'activité, sortant l'économie de son isolement en offrant une vision élargie de la valeur créée (ou détruite) par les activités humaines.

6. ANNEXE



ANNEXE 1 : DÉTAIL DES « AUTRES PATHOLOGIES »

Les pathologies chroniques considérées dans l'étude de Brown *et al.* correspondent aux 27 pathologies chroniques qui ouvrent des droits aux seniors dans le cadre du programme Medicare. La liste des ces pathologies a été collectée par Asterès sur le site du Research Data Assistant Center(43). Les données épidémiologiques les coûts ont été collectées auprès de la base de données de l'Assurance maladie ou d'autres sources spécifiques précisées dans le tableau ci-dessous. Pour certaines pathologies, les effectifs n'étaient pas disponibles directement et ont été calculés par Asterès à partir des données disponibles dans la littérature.

Tableau. Liste des maladies chroniques au sens du « Chronic Conditions Warehouse ».

Pathologies	Effectifs 65 ans et +	Source	Coût AM par patient	Source	Coût OCAM par patient	Coût médical total par patient
Myocarde aigu (syndrome coronarien aigu)	51 800	Assurance maladie	9 556 €	Assurance maladie	6 833 €	16 389 €
Alzheimer	368 580	Assurance maladie	3 395 €	Assurance maladie	116 €	3 511 €
Fibrillation auriculaire (trouble du rythme ou de la conduction cardiaque)	1 517 900	Assurance maladie	1 671 €	Assurance maladie	103 €	1 774 €
Cataracte	2 850 119	Inserm(95)	2 265 €	Assurance maladie	1 167 €	3 432 €
Insuffisance rénale chronique (phase terminale)	53 900	Assurance maladie	42 621 €	Assurance maladie	502 €	43 123 €
BPCO	877 694	Vidal(96)	911 €	Assurance maladie	183 €	1 094 €
Insuffisance cardiaque	717 800	Assurance maladie	3 662 €	Assurance maladie	1 397 €	5 059 €
Diabète	2 035 300	Assurance maladie	2 138 €	Assurance maladie	101 €	2 239 €
Glaucome (70 ans et plus, traitements uniquement)	662 698	Ameli(97)	925 €	Assurance maladie	477 €	1 402 €
Fracture pelvienne/hanche	6 505	Melhem et al.(98)	1 757 €	El Ayoubi et al.(99)	439 €	2 197 €
Cardiopathie ischémique (maladie coronarienne)	1 527 200	Assurance maladie	1 624 €	Assurance maladie	74 €	1 698 €
Dépression	1 415 800	Assurance maladie	555 €	Assurance maladie CHU	211 €	766 €
Ostéoporose	3 957 847	Ameli(100)	1 350 €	Toulouse(101)	338 €	1 688 €
Ostéoarthrite	9 262 888	Inserm(102)	456 €	Assurance maladie	235 €	691 €
Accident ischémique transitoire	22 568	Assurance maladie	1 229 €	Abdo(103)	117 €	1 346 €
AVC	704 300	Assurance maladie	4 089 €	Assurance maladie	390 €	4 479 €
Cancer du sein	447 300	Assurance maladie	4 768 €	Assurance maladie	134 €	4 902 €
Cancer colorectal	284 100	Assurance maladie	4 567 €	Assurance maladie	176 €	4 743 €
Cancer de la prostate	482 700	Assurance maladie	3 941 €	Assurance maladie	31 €	3 972 €
Cancer du poumon	109 700	Assurance maladie	18 345 €	Assurance maladie	244 €	18 589 €

Cancer de l'endomètre	19 124	Assurance maladie AG2R La Mondiale(104)	6 458 €	Assurance maladie	304 €	6 762 €
Anémie	1 502 788		499 €	Hoopcare(105)	125 €	624 €
Asthme	530	Vidal	528 €	Assurance maladie	106 €	634 €
Hyperlipidémie (traitements hypolipémiants)	2 088	Assurance maladie	414 €	Assurance maladie	193 €	607 €
Hyperplasie bénigne de la prostate	3 692	Vidal(106)	2 141 €	ATI H	535 €	2 676 €
Hypertension	1 379	Assurance maladie	521 €	Assurance maladie	246 €	767 €
Hypothyroïdie	1 510	HAS(107)	114 €	Assurance maladie	62 €	176 €
Total hors diabète	36 227 050		1 410 €		354 €	1 764 €

ANNEXE 2 : ÉVOLUTION STRUCTURELLE DES ESPACES VERTS DANS LES VILLES DE L'OBSERVATOIRE DES VILLES VERTES

Asterès a actualisé les données de la base de l'Agence Européenne de l'Environnement en s'appuyant sur les données de l'Observatoire des villes vertes, qui ne comprennent que les espaces verts publics. En règle générale, la variation annuelle moyenne observée entre 2016 et 2022 est utilisée pour les villes dont la donnée est disponible et la moyenne de l'ensemble de l'échantillon pour les autres villes. Les variations extrêmes (à partir de 5%) ont été retirées du calcul de la moyenne. Pour les villes dont le total d'espaces verts est en diminution sur la période, une diminution moyenne a été appliquée, pour ne pas extrapoler les baisses extrêmes qui concernant uniquement les espaces verts publics dans certaines villes à l'ensemble des espaces verts.

Tableau. Évolution de la surface d'espaces verts public entre 2016 et 2022 dans 23 villes, selon les données de l'Observatoire des villes vertes.

Communes	Total m ² espaces verts 2016	Total m ² espaces verts 2022	TCAM (2016 - 2022)
Amiens	7 710 878	7 762 000	0,1%
Angers	14 723 404	15 613 400	1,0%
Argenteuil	4 882 138	4 780 852	-0,3%
Brest	10 831 593	11 140 000	0,5%
Caen	10 953 761	11 191 340	0,4%
Dijon	9 153 172	4 840 000	-10,1%
Grenoble	2 365 567	3 068 915	4,4%
Le Havre	7 650 568	8 300 000	1,4%
Limoges	12 204 720	11 670 448	-0,7%
Lyon	19 568 427	26 893 475	5,4%
Marseille	32 648 168	89 317 200	18,3%
Metz	6 062 738	15 782 955	17,3%
Montpellier	8 064 219	6 674 869	-3,1%
Nancy	3 215 989	3 792 359	2,8%
Nantes	11 472 814	12 055 000	0,8%
Nîmes	13 691 604	14 215 874	0,6%
Paris	35 365 550	25 864 000	-5,1%

Reims	5 536 753	5 061 500	-1,5%
Rennes	8 870 781	11 239 406	4,0%
Strasbourg	32 277 329	28 398 844	-2,1%
Toulon	14 423 757	4 857 725	-16,6%
Tours	18 928 696	5 844 795	-17,8%
Vitry-sur-Seine	1 417 988	1 315 510	-1,2%
Total	292 020 614	329 680 467	2,0%
Hors variations extrêmes	155 870 107	156 280 317	0,0%
Total baisses	64 383 148	57 902 023	-1,8%

Source : Observatoire des villes vertes 2017 et 2023

ANNEXE 3 : LISTE DES ZONES URBAINES INCLUES DANS LE PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

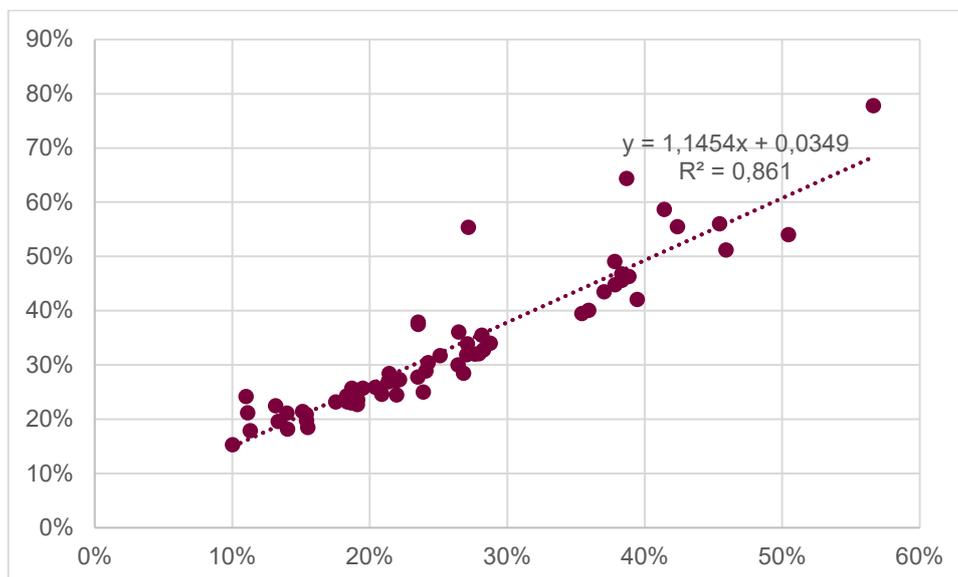
Tableau. Zones urbaines incluses dans le périmètre de l'étude avec leur surface et population en 2023.

Zone urbaine	Surface en 2023 (en km ²)	Population totale en 2023
Le Havre	86,2	187 681
Boulogne-sur-Mer	31,6	72 279
Lyon	220,2	1 314 037
Paris (Greater city)	800,3	10 376 830
Roanne	31,9	68 712
Calais	33,1	65 517
Marseille	297,4	976 649
Rouen	109,1	333 975
Nice	183,9	466 938
Bordeaux	246,1	780 874
Grenoble	81,3	367 719
Cannes	142,5	238 038
Nancy	69,1	224 506
Lille	259,1	966 328
Brest	48,7	139 486
Belfort	34,8	58 585
Dunkerque	77,0	137 664
Annemasse	14,6	63 962
Tours	131,3	249 663
Saint-Quentin	22,8	72 163
Melun	27,7	100 636
Clermont-Ferrand	75,5	192 519
Troyes	43,3	115 069
Nantes	151,1	512 649
Cherbourg	67,7	79 325
Le Mans	56,6	153 670
Saint-Nazaire	47,9	118 563
Lorient	30,8	80 575
Limoges	100,0	139 887

Metz	74,4	170 012
Bayonne	64,7	130 303
Mulhouse	76,4	204 259
Arras	41,1	67 754
Angers	76,2	211 915
Toulouse	208,2	782 367
Annecy	69,8	136 279
Creil	34,1	80 118
Reims	79,9	207 409
Dijon	68,8	204 560
Saint-Etienne	95,9	209 278
Orléans	96,3	249 163
Besançon	65,3	118 822
Strasbourg	134,0	442 723
Toulon	145,5	248 100
Nîmes	161,1	146 200
Chambéry	45,8	119 305
Pau	66,2	109 635
Rennes	50,5	280 349
Amiens	56,7	148 862
Béziers	95,7	80 403
Chartres	44,7	75 713
Avignon	75,7	138 673
Colmar	66,5	68 439
Caen	48,9	182 796
Valenciennes	59,3	126 577
Valence	63,5	96 604
Quimper	84,0	63 448
Fréjus	195,7	93 670
Saint-Brieuc	60,6	71 712
Douai	65,6	84 770
La Rochelle	37,7	95 276
Montpellier	68,2	388 910
Vannes	32,0	54 445
Lens - Liévin	69,2	247 149
Poitiers	51,6	101 184
Bourges	68,5	63 187
Perpignan	78,6	139 051
Martigues	86,1	64 661
Hénin - Carvin	112,1	123 912
Meaux	17,6	67 413
Aix-en-Provence	181,0	149 579
Mantes en Yvelines	239,2	116 729
Total	7 134,5	25 616 213

ANNEXE 4 : CORRÉLATION ENTRE LA COUVERTURE D'ARBRES ET LES INFRASTRUCTURES VERTES

Graphique. Pourcentage d'infrastructures vertes (en ordonnée) selon la couverture d'arbres (en abscisse)



Source : Agence européenne de l'environnement, à partir de 64 villes françaises.

ANNEXE 5 : MÉTHODE DES COÛTS DE FRICTION

Les pertes de production sont établies selon la méthode classique des coûts de friction, qui postule que chaque salarié est remplaçable à court-terme. Les collègues compensant en moyenne, selon une revue de littérature menée par Asterès, 56% de la production normalement effectuée (108), les pertes de production annuelles pour les entreprises égalent le nombre de jours d'absence des personnes prises en charge pour une pathologie, multiplié par la production non compensée par les collègues. Les gains induits par le non-versement d'une partie du salaire est obtenu en calculant la différence entre ce qu'auraient versé les employeurs en l'absence d'arrêt maladie et ce qu'ils versent effectivement au cours de l'arrêt maladie. Enfin, le coût net est obtenu en soustrayant les pertes (baisse de production) aux gains (baisse de versements).

ANNEXE 6 : ESTIMATION DU COÛT MÉDICAL POUR LES OCAM

Le coût pour les organismes complémentaires d'Assurance maladie (OCAM) est déduit du coût pour l'Assurance maladie hors-ALD à partir des taux de remboursement de la Sécurité sociale. En France, les personnes atteintes d'une affection de longue durée voient leurs dépenses de santé afférant à cette pathologie prises en charge entièrement par l'Assurance maladie. La première étape du calcul consiste donc à distinguer, dans le coût pour l'Assurance maladie, la part ALD de la part non-ALD. Le coût pour les OCAM est ensuite déduit à partir des taux de remboursement par type de soin.

- Dans un premier temps, le coût pour l'Assurance maladie hors ALD est calculé. Le nombre de patients ne bénéficiant pas du dispositif ALD provient des « fiches pathologies » de l'Assurance maladie⁷ et le coût moyen d'un patient hors ALD, selon la pathologie, a été calculé par Asterès lors d'une étude antérieure⁸.
- Le coût pour les OCAM est ensuite déduit à partir des taux de remboursement de la Sécurité sociale, pour chaque type de soin (voir *tableau*).

Le résultat obtenu à l'aide de cette formule est diminué de 5% afin de ne pas prendre en compte les patients non couverts par un contrat d'assurance maladie complémentaire.

Tableau. Répartition de la prise en charge des soins entre la Sécurité sociale et les OCAM

	Prise en charge Sécurité sociale	Prise en charge OCAM
Autres dépenses de soins de ville remboursés	60%	40%
Autres produits de santé remboursés	60%	40%
Soins de kinésithérapie remboursés	60%	40%
Transports remboursés	65%	35%
Médicaments remboursés	71%	29%
Soins d'autres paramédicaux remboursés	60%	40%
Soins de généralistes remboursés	70%	30%
Soins infirmiers remboursés	60%	40%
Biologie remboursée	65%	35%
Soins autres spécialistes remboursés	70%	30%
Soins dentaires remboursés	70%	30%
Hospitalisations	80%	20%

Source : Assurance maladie

Notes : pour les médicaments, le taux de remboursement variant selon le « service médical rendu » (SMR), un taux de remboursement moyen pondéré de la structure des ventes de médicaments d'officine⁹ a été calculé par Asterès. En ce qui concerne les actes de biologie, la prise en charge par la Sécurité sociale varie de 60% à 70% selon les actes¹⁰. Asterès utilise le taux médian de 65%.

➤ *Calcul des coûts moyens hors ald*

⁷ (109)

⁸ (110)

⁹ (111)

¹⁰ Voire 100% pour le dépistage du VIH mais cet acte ne nous intéresse pas dans le cadre de cette étude.

Diabète

Asterès s'appuie sur une étude datant de 2009 selon laquelle le coût des 10% de diabétiques les moins coûteux est 8,8 fois inférieur au coût d'un diabétique moyen¹¹. Faute de données plus précises, Asterès fait l'hypothèse que les diabétiques non-inscrits en ALD sont aussi les moins coûteux pour l'Assurance maladie. Le coût moyen d'un diabétique non inscrit en ALD peut être ainsi déduit :

$$\text{Coût moyen hors ALD} = 2023\text{€} / 8,8 = 229\text{€}$$

Le coût moyen des patients en ALD est ensuite déduit en résolvant l'équation suivante :

$$83\%x + 17\%x * 229 = 2023$$

Où 83% est la part de diabétiques inscrits en ALD, 17% la part de diabétiques non inscrits en ALD et 2023 le coût moyen en euros d'un patient diabétique moyen (ALD ou non).

Le coût moyen des patients diabétiques en ALD est ainsi de 2 390€.

Cancer

Asterès s'appuie sur un article de recherche datant de 2008 selon lequel le coût d'un cancer du côlon de stade I est 1,6 fois inférieur au coût moyen d'un cancer du côlon¹². Asterès fait l'hypothèse que ce ratio vaut pour tous les types de cancer et considère que l'écart de coût entre un cancer moyen et le cancer d'un patient non inscrit en ALD correspond à l'écart de coût entre un cancer moyen et un cancer de stade I. Le coût moyen d'une personne atteinte du cancer mais non inscrit en ALD peut ainsi être déduit :

$$\text{Coût moyen hors ALD} = 5\,923\text{€} / 1,6 = 3\,583\text{€}$$

Le coût moyen des patients en ALD est déduit en résolvant l'équation suivante :

$$79\%x + 21\% * 3583 = 5923$$

Où 79% est le taux d'ALD parmi les personnes atteintes du cancer, 21% le taux de non-ALD et 5 923 le coût moyen en euros d'un patient atteint d'un cancer (ALD ou non).

Le coût moyen des patients atteints du cancer et bénéficiant du dispositif ALD est ainsi de 6 545€

AVC invalidant

Asterès s'appuie sur une publication selon laquelle, pour les maladies cardio-vasculaires, le coût d'un patient bénéficiant du dispositif ALD est 4 fois plus élevé que le coût d'un patient ne bénéficiant pas de ce dispositif¹³. Asterès fait hypothèse que ce ratio est le même pour chaque maladie cardio-vasculaire. Le coût moyen des patients subissant les séquelles d'un AVC et non inscrits en ALD peut ainsi être déduit en résolvant l'équation suivante :

$$67\% * 4x + 33\%x = 3731$$

Où 67% est le taux d'ALD parmi les personnes prises en charges pour séquelles d'AVC, 33% le taux de non-ALD, et 3731 le coût moyen d'un patient pris en charge pour séquelles d'AVC (ALD ou non).

¹¹ (112)

¹² (113)

¹³ (114)

Le coût moyen hors-ALD est ainsi de 1 239€. Le coût moyen pour les ALD est obtenu en multipliant ce chiffre par quatre : 4 956€.

Insuffisance cardiaque

Le même ratio est utilisé. Le coût des patients atteints d'insuffisance cardiaque chronique mais n'étant pas en ALD est déduit en résolvant l'équation suivante :

$$39\% * 4x + 61\%x = 3469$$

Où 39% est le taux d'ALD parmi les personnes souffrant d'insuffisance cardiaque chronique, 61% le taux de non-ALD et 3 469 le coût moyen en euros d'un patient traité pour insuffisance cardiaque chronique (ALD et non-ALD).

Le coût moyen d'un patient non-ALD est ainsi de 1 598 et le coût d'un patient ALD de 6 395€.

Maladie coronaire chronique

La même méthode est utilisée. L'équation est la suivante :

$$73\% * 4x + 27\%x = 1825$$

Où 73% est le taux d'ALD parmi les personnes souffrant d'une forme chronique de la maladie coronaire, 27% le taux de non-ALD et 1825 le coût moyen (ALD et non-ALD)

Le coût moyen d'un patient non-ALD est ainsi de 572€ et le coût moyen d'un patient en ALD de 2288€.

Asthme grave

D'après une étude du CreDES, un asthmatique en ALD coûte 2,1 fois plus cher qu'un asthmatique non inscrit en ALD (pour l'asthme persistant). Asterès utilise le coût de l'asthme non grave comme coût de l'asthme hors-ALD de référence, pour en déduire le coût ALD de l'asthme :

$$467 * 2,15 = 1005€$$

Le coût non-ALD de l'asthme grave est ensuite déduit en résolvant l'équation suivante :

$$1005 * 47\% + 53\%x = 803$$

Où 47% est le taux d'ALD parmi les personnes souffrant d'asthme grave, 53% le taux non-ALD et 803 le coût moyen en euros de l'asthme grave.

Le coût d'un patient souffrant d'asthme grave mais n'étant pas inscrit en ALD est donc de 624€.

Cette méthode comporte des biais puisque les données du CreDES portent sur l'asthme persistant en général et pas uniquement l'asthme grave. De même, le coût ALD de l'asthme grave a été calculé à partir du coût non-ALD de l'asthme non grave. Les résultats obtenus sont donc approximatifs, influant peu sur le résultat global puisque l'asthme grave ne représente qu'une part mineure du coût total.

Tableau. Coût moyen d'un patient inscrit en ALD comparé au coût moyen d'un patient non inscrit en ALD, par pathologie

Pathologie	Coût moyen (ALD et non-ALD)	Part ALD	Coût moyen ALD	Coût moyen non-ALD
Cancer	5 923 €	79%	6 545 €	3 583 €
Diabète	2 023 €	83%	2 390 €	229 €

Séquelles d'AVC	3 731 €	67%	4 958 €	1 239 €
Insuffisance cardiaque	3 469 €	39%	6 395 €	1 598 €
Maladie coronaire chronique	1 825 €	73%	2 288 €	572 €
Asthme grave	803 €	47%	1 005 €	624 €

BIBLIOGRAPHIE

1. Urban green spaces and health [Internet]. Organisation Mondiale de la Santé; 2016 [cité 8 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2016-3352-43111-60341>
2. Poelman H. A walk to the park ? Assessing access to green areas in Europe's cities [Internet]. European Commission; (Regional and Urban Policy). Disponible sur: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjcv6zG8uSEAxUwfKQEHWFzAJ8QFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.copernicus.eu%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F2018-10%2F2018_01_green_urban_area_0.pdf&usg=AOvVaw3bV89H-RP40IAVYXmFu74O&opi=89978449
3. NDVI Dans L'agriculture, Formule De Calcul Et L'utilisation [Internet]. 2023 [cité 8 mars 2024]. Disponible sur: <https://eos.com/fr/make-an-analysis/ndvi/>
4. Twohig-Bennett C, Jones A. The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes. *Environ Res.* oct 2018;166:628-37.
5. Rojas-Rueda D, Nieuwenhuijsen MJ, Gascon M, Perez-Leon D, Mudu P. Green spaces and mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Lancet Planet Health.* nov 2019;3(11):e469-77.
6. Gascon M, Triguero-Mas M, Martínez D, Dadvand P, Rojas-Rueda D, Plasència A, et al. Residential green spaces and mortality: A systematic review. *Environ Int.* janv 2016;86:60-7.
7. Pascal M, Gorla S, Wagner V, Sabastia M, Guillet A, Cordeau E, et al. Greening is a promising but likely insufficient adaptation strategy to limit the health impacts of extreme heat. *Environ Int.* juin 2021;151:106441.
8. Astell-Burt T, Feng X, Kolt GS. Is Neighborhood Green Space Associated With a Lower Risk of Type 2 Diabetes? Evidence From 267,072 Australians. *Diabetes Care.* 1 janv 2014;37(1):197-201.
9. Brown SC, Lombard J, Wang K, Byrne MM, Toro M, Plater-Zyberk E, et al. Neighborhood Greenness and Chronic Health Conditions in Medicare Beneficiaries. *Am J Prev Med.* juill 2016;51(1):78-89.
10. Hartley K, Ryan P, Brokamp C, Gillespie GL. Effect of greenness on asthma in children: A systematic review. *Public Health Nurs.* mai 2020;37(3):453-60.
11. Winnicki MH, Dunn RR, Winther-Jensen M, Jess T, Allin KH, Bruun HH. Does childhood exposure to biodiverse greenspace reduce the risk of developing asthma? *Sci Total Environ.* déc 2022;850:157853.
12. Lovasi GS, Quinn JW, Neckerman KM, Perzanowski MS, Rundle A. Children living in areas with more street trees have lower prevalence of asthma. *J Epidemiol Community Health.* 1 juill 2008;62(7):647-9.

13. Feng X, Astell-Burt T. Is Neighborhood Green Space Protective against Associations between Child Asthma, Neighborhood Traffic Volume and Perceived Lack of Area Safety? Multilevel Analysis of 4447 Australian Children. *Int J Environ Res Public Health*. 19 mai 2017;14(5):543.
14. Alcock I, White M, Cherrie M, Wheeler B, Taylor J, McInnes R, et al. Land cover and air pollution are associated with asthma hospitalisations: A cross-sectional study. *Environ Int*. déc 2017;109:29-41.
15. Astell-Burt T, Navakatikyan MA, Feng X. Urban green space, tree canopy and 11-year risk of dementia in a cohort of 109,688 Australians. *Environ Int*. déc 2020;145:106102.
16. Besenyi GM, Kaczynski AT, Stanis SAW, Bergstrom RD, Lightner JS, Hipp JA. Planning for health: A community-based spatial analysis of park availability and chronic disease across the lifespan. *Health Place*. mai 2014;27:102-5.
17. Dzhambov AM. Residential green and blue space associated with better mental health: a pilot follow-up study in university students. *Arch Ind Hyg Toxicol*. 1 déc 2018;69(4):340-9.
18. Pope D, Tisdall R, Middleton J, Verma A, van Ameijden E, Birt C, et al. Quality of and access to green space in relation to psychological distress: results from a population-based cross-sectional study as part of the EURO-URHIS 2 project. *Eur J Public Health*. 15 juill 2015;ckv094.
19. Vegaraju A, Amiri S. Urban green and blue spaces and general and mental health among older adults in Washington state: Analysis of BRFSS data between 2011-2019. *Health Place*. janv 2024;85:103148.
20. Noordzij JM, Beenackers MA, Oude Groeniger J, Van Lenthe FJ. Effect of changes in green spaces on mental health in older adults: a fixed effects analysis. *J Epidemiol Community Health*. janv 2020;74(1):48-56.
21. McEachan RRC, Prady SL, Smith G, Fairley L, Cabieses B, Gidlow C, et al. The association between green space and depressive symptoms in pregnant women: moderating roles of socioeconomic status and physical activity. *J Epidemiol Community Health*. mars 2016;70(3):253-9.
22. Kelz C, Evans GW, Röderer K. The Restorative Effects of Redesigning the Schoolyard: A Multi-Methodological, Quasi-Experimental Study in Rural Austrian Middle Schools. *Environ Behav*. févr 2015;47(2):119-39.
23. Taylor MS, Wheeler BW, White MP, Economou T, Osborne NJ. Research note: Urban street tree density and antidepressant prescription rates—A cross-sectional study in London, UK. *Landsc Urban Plan*. avr 2015;136:174-9.
24. Marselle MR, Bowler DE, Watzema J, Eichenberg D, Kirsten T, Bonn A. Urban street tree biodiversity and antidepressant prescriptions. *Sci Rep*. 31 déc 2020;10(1):22445.
25. Wendelboe-Nelson C, Kelly S, Kennedy M, Cherrie J. A Scoping Review Mapping Research on Green Space and Associated Mental Health Benefits. *Int J Environ Res Public Health*. 12 juin 2019;16(12):2081.
26. Dallimer M, Irvine KN, Skinner AMJ, Davies ZG, Rouquette JR, Maltby LL, et al. Biodiversity and the Feel-Good Factor: Understanding Associations between Self-Reported Human Well-being and Species Richness. *BioScience*. janv 2012;62(1):47-55.

27. Mitchell RJ, Richardson EA, Shortt NK, Pearce JR. Neighborhood Environments and Socioeconomic Inequalities in Mental Well-Being. *Am J Prev Med.* juill 2015;49(1):80-4.
28. Kaplan R, Kaplan S. *The experience of nature: a psychological perspective.* Cambridge ; New York: Cambridge University Press; 1989. 340 p.
29. Reuben A, Arseneault L, Belsky DW, Caspi A, Fisher HL, Houts RM, et al. Residential neighborhood greenery and children's cognitive development. *Soc Sci Med.* juin 2019;230:271-9.
30. Faber Taylor A, Kuo FE. Children With Attention Deficits Concentrate Better After Walk in the Park. *J Atten Disord.* mars 2009;12(5):402-9.
31. Thygesen M, Engemann K, Holst GJ, Hansen B, Geels C, Brandt J, et al. The Association between Residential Green Space in Childhood and Development of Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A Population-Based Cohort Study. *Environ Health Perspect.* déc 2020;128(12):127011.
32. Amoly E, Dadvand P, Fornis J, López-Vicente M, Basagaña X, Julvez J, et al. Green and Blue Spaces and Behavioral Development in Barcelona Schoolchildren: The BREATHE Project. *Environ Health Perspect.* déc 2014;122(12):1351-8.
33. Flouri E, Papachristou E, Midouhas E. The role of neighbourhood greenspace in children's spatial working memory. *Br J Educ Psychol.* juin 2019;89(2):359-73.
34. Ohly H, White MP, Wheeler BW, Bethel A, Ukoumunne OC, Nikolaou V, et al. Attention Restoration Theory: A systematic review of the attention restoration potential of exposure to natural environments. *J Toxicol Environ Health Part B.* 2 oct 2016;19(7):305-43.
35. Dadvand P, Nieuwenhuijsen MJ, Esnaola M, Fornis J, Basagaña X, Alvarez-Pedrerol M, et al. Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren. *Proc Natl Acad Sci.* 30 juin 2015;112(26):7937-42.
36. Akaraci S, Feng X, Suesse T, Jalaludin B, Astell-Burt T. A Systematic Review and Meta-Analysis of Associations between Green and Blue Spaces and Birth Outcomes. *Int J Environ Res Public Health.* 24 avr 2020;17(8):2949.
37. Markevych I, Fuertes E, Tiesler CMT, Birk M, Bauer CP, Koletzko S, et al. Surrounding greenness and birth weight: Results from the GINIplus and LISAplus birth cohorts in Munich. *Health Place.* mars 2014;26:39-46.
38. Luo Y, Huang W, Liu X, Markevych I, Bloom MS, Zhao T, et al. Greenspace with overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis of epidemiological studies up to 2020. *Obes Rev.* nov 2020;21(11):e13078.
39. Schipperijn J, Cerin E, Adams MA, Reis R, Smith G, Cain K, et al. Access to parks and physical activity: An eight country comparison. *Urban For Urban Green.* oct 2017;27:253-63.
40. Kabisch N, van den Bosch M, Laforteza R. The health benefits of nature-based solutions to urbanization challenges for children and the elderly – A systematic review. *Environ Res.* nov 2017;159:362-73.
41. Hillsdon M, Panter J, Foster C, Jones A. The relationship between access and quality of urban green space with population physical activity. *Public Health.* déc 2006;120(12):1127-32.

42. Astell-Burt T, Feng X. Does sleep grow on trees? A longitudinal study to investigate potential prevention of insufficient sleep with different types of urban green space. *SSM - Popul Health*. avr 2020;10:100497.
43. Master Beneficiary Summary File (MBSF): 27 CCW Chronic Conditions Segment | ResDAC [Internet]. [cité 18 mars 2024]. Disponible sur: <https://resdac.org/cms-data/files/mbsf-27-cc>
44. The road network | London City Hall [Internet]. [cité 18 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/transport/improving-londons-roads/road-network>
45. Bowler DE, Buyung-Ali L, Knight TM, Pullin AS. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landsc Urban Plan*. sept 2010;97(3):147-55.
46. Dong J, Lin M, Zuo J, Lin T, Liu J, Sun C, et al. Quantitative study on the cooling effect of green roofs in a high-density urban Area—A case study of Xiamen, China. *J Clean Prod*. mai 2020;255:120152.
47. Varentsov M, Vasenev V, Dvornikov Y, Samsonov T, Klimanova O. Does size matter? Modelling the cooling effect of green infrastructures in a megacity during a heat wave. *Sci Total Environ*. déc 2023;902:165966.
48. Marando F, Heris MP, Zulian G, Udías A, Mentaschi L, Chrysoulakis N, et al. Urban heat island mitigation by green infrastructure in European Functional Urban Areas. *Sustain Cities Soc*. févr 2022;77:103564.
49. Ilots de chaleur urbains : à quoi ce phénomène est-il dû ? Quelles villes sont les plus touchées ? *Le Monde.fr* [Internet]. 25 août 2023 [cité 22 mars 2024]; Disponible sur: https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2023/08/25/ilots-de-chaleur-urbain-a-quoi-ce-phenomene-est-il-du-queelles-villes-sont-les-plus-touchees_6186542_4355770.html
50. Selmi W, Weber C, Rivière E, Blond N, Mehdi L, Nowak D. Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourg city, France. *Urban For Urban Green*. juin 2016;17:192-201.
51. Strohbach MW, Arnold E, Haase D. The carbon footprint of urban green space—A life cycle approach. *Landsc Urban Plan*. févr 2012;104(2):220-9.
52. Directorate-General for Environment (European Commission), Institute for European Environmental Policy (IEEP), Twigger-Ross C, Kuipers Y, Schweitzer JP, Ojala A, et al. The health and social benefits of nature and biodiversity protection: final report [Internet]. Publications Office of the European Union; 2016 [cité 12 mars 2024]. Disponible sur: <https://data.europa.eu/doi/10.2779/294232>
53. Ow LF, Ghosh S. Urban cities and road traffic noise: Reduction through vegetation. *Appl Acoust*. mai 2017;120:15-20.
54. Dzhambov AM, Dimitrova DD. Green spaces and environmental noise perception. *Urban For Urban Green*. 2015;14(4):1000-8.
55. Speak AF, Rothwell JJ, Lindley SJ, Smith CL. Rainwater runoff retention on an aged intensive green roof. *Sci Total Environ*. sept 2013;461-462:28-38.
56. Zimmermann E, Bracalenti L, Piacentini R, Inostroza L. Urban Flood Risk Reduction by Increasing Green Areas for Adaptation to Climate Change. *Procedia Eng*. 2016;161:2241-6.
57. Kim HY. Analyzing green space as a flooding mitigation – storm Chaba case in South Korea. *Geomat Nat Hazards Risk*. 1 janv 2021;12(1):1181-94.

58. Sypion N. The Influence of High-Rise Buildings on Crime in Urban Environments. *Eur Res Stud J.* 1 sept 2023;XXVI(Issue 3):885-91.
59. Shepley M, Sachs N, Sadatsafavi H, Fournier C, Peditto K. The Impact of Green Space on Violent Crime in Urban Environments: An Evidence Synthesis. *Int J Environ Res Public Health.* 14 déc 2019;16(24):5119.
60. Sukartini NM, Auwalin I, Rumayya R. The impact of urban green spaces on the probability of urban crime in Indonesia. *Dev Stud Res.* 1 janv 2021;8(1):161-9.
61. Kuo FE, Sullivan WC. Environment and Crime in the Inner City: Does Vegetation Reduce Crime? *Environ Behav.* mai 2001;33(3):343-67.
62. Branas CC, Cheney RA, MacDonald JM, Tam VW, Jackson TD, Ten Have TR. A Difference-in-Differences Analysis of Health, Safety, and Greening Vacant Urban Space. *Am J Epidemiol.* 1 déc 2011;174(11):1296-306.
63. Mancus GC, Campbell J. Integrative Review of the Intersection of Green Space and Neighborhood Violence. *J Nurs Scholarsh.* mars 2018;50(2):117-25.
64. Li X, Zhang C, Li W. Does the Visibility of Greenery Increase Perceived Safety in Urban Areas? Evidence from the Place Pulse 1.0 Dataset. *ISPRS Int J Geo-Inf.* 9 juill 2015;4(3):1166-83.
65. Maas J, Spreeuwenberg P, van Winsum-Westra M, Verheij RA, Vries S, Groenewegen PP. Is Green Space in the Living Environment Associated with People's Feelings of Social Safety? *Environ Plan Econ Space.* juill 2009;41(7):1763-77.
66. Kemperman A, Timmermans H. Green spaces in the direct living environment and social contacts of the aging population. *Landsc Urban Plan.* sept 2014;129:44-54.
67. Kaźmierczak A. The contribution of local parks to neighbourhood social ties. *Landsc Urban Plan.* janv 2013;109(1):31-44.
68. Urban Green Infrastructure, 2018 — European Environment Agency [Internet]. [cité 15 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/urban-green-infrastructure-2018>
69. Urban tree cover — European Environment Agency [Internet]. [cité 15 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/urban-tree-cover>
70. Internetrama. l'Observatoire des villes vertes. 2023 [cité 15 mars 2024]. Observatoire des villes vertes - Accueil. Disponible sur: <https://www.observatoirevillesvertes.fr/>
71. Territorial typologies for European cities and metropolitan regions [Internet]. [cité 15 mars 2024]. Disponible sur: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Territorial_typologies_for_European_cities_and_metropolitan_regions
72. 3 étapes essentielles pour planter un arbre en ville - Milieux de vie en santé [Internet]. 2021 [cité 15 mars 2024]. Disponible sur: <https://milieuxdevieensante.org/3-etapes-planter-arbre-en-ville/>
73. Achat des français en végétaux par région et projections de population [Internet]. FranceAgriMer, VALHOR; 2020 oct. Disponible sur: https://bo.valhor.fr/wp-content/uploads/2022/06/etudes_syntheseconsoregionstendancesdemogoct2020.pdf

74. Les achats de végétaux par les Français en 2022 [Internet]. FranceAgriMer, VALHOR; Disponible sur: https://www.franceagrimer.fr/content/download/71280/document/ETU-HOR-2023-Les_Fran%C3%A7aisEtLeVegetal_Bilan2022.pdf
75. Fiches [Internet]. [cité 20 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.assurance-maladie.ameli.fr/etudes-et-donnees/par-theme/pathologies/cartographie-assurance-maladie/fiches-pathologies>
76. Évolution du nombre de décès depuis le 1er janvier 2023 – Nombre de décès quotidiens | Insee [Internet]. [cité 20 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6959520?sommaire=4487854#graphique-figure1>
77. Martinez A de la I, Labib SM. Demystifying normalized difference vegetation index (NDVI) for greenness exposure assessments and policy interventions in urban greening. *Environ Res.* mars 2023;220:115155.
78. Achakulwisut P, Brauer M, Hystad P, Anenberg SC. Global, national, and urban burdens of paediatric asthma incidence attributable to ambient NO₂ pollution: estimates from global datasets. *Lancet Planet Health.* avr 2019;3(4):e166-78.
79. Asthme [Internet]. [cité 20 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/asthme>
80. Harm to human health from air pollution in Europe: burden of disease 2023 — European Environment Agency [Internet]. [cité 22 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.eea.europa.eu/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution/>
81. Un habitant sur sept vit dans un territoire exposé à plus de 20 journées anormalement chaudes par été dans les décennies à venir - Insee Première - 1918 [Internet]. [cité 20 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6522912>
82. Estimation de la fraction de la mortalité attribuable à l'exposition de la population générale à la chaleur en France métropolitaine. Application à la période de surveillance estivale (1er juin -15 septembre) 2014-2022 [Internet]. Santé publique France; 2023 juin [cité 20 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/import/estimation-de-la-fraction-de-la-mortalite-attribuable-a-l-exposition-de-la-population-generale-a-la-chaleur-en-france-metropolitaine.-application-a>
83. Adélaïde L, Chanel O, Pascal M. Health effects from heat waves in France: an economic evaluation. *Eur J Health Econ.* févr 2022;23(1):119-31.
84. Futurs énergétiques - Climat et systèmes électriques [Internet]. RTE; 2021 oct. Disponible sur: https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-10/BP2050_rapport-complet_chapitre8_climat-systeme-electrique.pdf
85. Canicule : des règles pour une utilisation raisonnée des climatiseurs. *Le Monde.fr* [Internet]. 17 juill 2023 [cité 22 mars 2024]; Disponible sur: https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/07/17/canicule-des-regles-pour-une-utilisation-raisonnee-des-climatiseurs_6135414_3245.html
86. Jacquetin F, Callonnet G, Gouédard H, Devillers A. Les risques climatiques et leurs coûts pour la France : pour préserver l'économie, l'urgence d'agir dès à présent [Internet]. ADEME; [cité 15 févr

2024]. Disponible sur: <https://presse.ademe.fr/2023/12/les-risques-climatiques-et-leurs-couts-pour-la-france-pour-preserver-leconomie-lurgence-dagir-des-a-present.html>

87. Dépasser les constats. Mettre en oeuvre les solutions [Internet]. Haut Conseil pour le Climat; 2022 juin. Disponible sur: <https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2022/06/Rapport-annuel-Haut-conseil-pour-le-climat-29062022.pdf>

88. Accueil — Data pathologies [Internet]. [cité 8 déc 2022]. Disponible sur: <https://data.ameli.fr/pages/data-pathologies/>

89. Barrage L, Nordhaus W. Policies, Projections, and the Social Cost of Carbon: Results from the DICE-2023 Model [Internet]. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research; 2023 avr [cité 15 févr 2024] p. w31112. Report No.: w31112. Disponible sur: <http://www.nber.org/papers/w31112.pdf>

90. Ricke K, Drouet L, Caldeira K, Tavoni M. Country-level social cost of carbon. *Nat Clim Change*. oct 2018;8(10):895-900.

91. Rennert K, Errickson F, Prest BC, Rennels L, Newell RG, Pizer W, et al. Comprehensive Evidence Implies a Higher Social Cost of CO₂ - Replication Data and Code [Internet]. Zenodo; 2022 [cité 15 févr 2024]. Disponible sur: <https://zenodo.org/record/6932028>

92. Quinet A. What Value Do We Attach to Climate Action? *Econ Stat Econ Stat*. 6 janv 2020;(510-511-512):165-79.

93. Quinet E. Evaluation socioéconomique des investissements publics. [Internet]. Commissariat général à la stratégie et à la prospective; 2013 sept. Disponible sur: https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/archives/CGSP_Evaluation_socioeconomique_17092013.pdf

94. Chouaid C, Vergnenègre A, Vandewalle V, Liebaert F, Khelifa A. Coûts de l'asthme en France : modélisation médico-économique par un modèle de Markov. *Rev Mal Respir* [Internet]. juin 2004 [cité 9 déc 2022];21(3). Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/144444/couts-de-l-asthme-en-france -modelisation-medico-e>

95. Inserm [Internet]. [cité 26 mars 2024]. Cataracte · Inserm, La science pour la santé. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/cataracte/>

96. VIDAL [Internet]. [cité 26 mars 2024]. BPCO - symptômes, causes, traitements et prévention. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/voies-respiratoires/bpco.html>

97. Comprendre le glaucome [Internet]. [cité 26 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/glaucome/comprendre-glaucome>

98. Melhem E, Riouallon G, Habboubi K, Gabbas M, Jouffroy P. Épidémiologie nationale des fractures du bassin et de l'acetabulum en France. *Rev Chir Orthopédique Traumatol*. 1 sept 2020;106(5):488-96.

99. El Ayoubi A, Bouhelo KPB, Chafik H, Nasri M, El idrissi M, Shimi M, et al. Le coût médical direct de la prise en charge hospitalière des fractures de l'extrémité supérieure du fémur. *Pan Afr Med J*. 20 juin 2017;27:133.

100. Comprendre l'ostéoporose [Internet]. [cité 26 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/osteoporose/comprendre-osteoporose>

101. Ostéoporose : épidémiologie - coût estimé [Internet]. CHU de Toulouse; Disponible sur: https://www.chu-toulouse.fr/IMG/pdf/osteoporose_epidemiologie.pdf
102. Inserm [Internet]. [cité 8 déc 2022]. Arthrose · Inserm, La science pour la santé. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/arthrose/>
103. Abdo R. Etude médico-économique de la prise en charge des Accidents Vasculaires Cérébraux au Liban : Coût de la maladie, Qualité de vie et Mortalité. [Internet] [phdthesis]. Université Paris-Est ; Université Libanaise; 2018 [cité 26 mars 2024]. Disponible sur: <https://theses.hal.science/tel-02272334>
104. Charret I. L'anémie chez la personne âgée [Internet]. Aidons les nôtres. 2020 [cité 26 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.aidonslesnotres.fr/autres-pathologies/lanemie-chez-la-personne-agee/>
105. Les enjeux médico-économique de l'anémie. Dépistage et traitement en préopératoire. • HoopCare [Internet]. [cité 26 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.hoopcare.com/fr-blog/lanemie>
106. VIDAL [Internet]. [cité 26 mars 2024]. Hypertrophie bénigne de la prostate - symptômes, causes, traitements et prévention. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/reins-voies-urinaires/hypertrophie-benigne-prostate-hbp.html>
107. Prise en charge des hypothyroïdies chez l'adulte [Internet]. Haute Autorité de la Santé; 2022 déc. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2023-03/recommandation_prise_en_charge_des_hypothyroidies_chez_ladulte_mel.pdf
108. Zhang W, Bansback N, Anis AH. Measuring and valuing productivity loss due to poor health: A critical review. *Soc Sci Med.* janv 2011;72(2):185-92.
109. Assurance maladie [Internet]. [cité 14 déc 2022]. Fiches sur les pathologies. Disponible sur: <https://assurance-maladie.ameli.fr/etudes-et-donnees/par-theme/pathologies/cartographie-assurance-maladie/fiches-pathologies>
110. ASTERÈS [Internet]. 2023 [cité 23 mai 2023]. L'obésité en France : un coût de 10,6 Mds€ par an pour la collectivité. Disponible sur: <https://asteres.fr/etude/cout-de-obesite-pour-la-collectivite/>
111. Gonzalez L, Lefebvre G, Mikou M, Portela M. La structure des ventes de médicaments d'officine (Fiche 12). In: Les dépenses de santé en 2020 - édition 2021 [Internet]. Disponible sur: <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/publications-documents-de-referance/panoramas-de-la-drees/les-depenses-de-sante-en-2020-resultats>
112. Ricci P, Chantry Michèle, Detournay B, Poutignat N. Coûts des soins remboursés par l'Assurance maladie aux personnes traitées pour diabète : Études Entred 2001 et 2007. *Bull Épidémiologique Hebd.* nov 2009;
113. Renaud T, Com-Ruelle L, Lucas-Gabrielli V. Impact des pratiques médicales sur le coût de prise en charge du cancer. Le cas du cancer du côlon en Île-de-France: *Prat Organ Soins.* 1 déc 2008;Vol. 39(4):283-95.
114. Gouépo A, Chevreul K, Durand-Zaleski I. La prévention et la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux - Annexe 15 [Internet]. Unité de recherche clinique en économie de la santé d'Île-de-France; 2009 juill. Disponible sur: https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/AVC_-_annexe_15.pdf

CHARTRE ETHIQUE

Asterès est régulièrement sollicité par des entreprises et des fédérations professionnelles pour intervenir en amont de leurs activités de lobbying, particulièrement lors des débats d'orientation budgétaire. Asterès peut donc être amené à réaliser des travaux financés par des donneurs d'ordres et démontrant l'impact économiquement nocif d'une mesure qui pourrait leur être appliquée.

Dans ce cas, notre démarche répond à une charte éthique stricte. Notre client s'engage à accepter que les travaux menés par Asterès répondent aux principes intangibles suivants :

- Asterès ne peut s'engager sur les résultats d'une étude avant de l'avoir réalisée. Nous ne délivrons nos conclusions qu'au terme de nos analyses.
- Nos travaux suivent une méthodologie standard (*top down*), qui s'appuie sur l'utilisation de données statistiques publiques, ou conçues par nous-mêmes.
- Si un client souhaite modifier des conclusions de travaux réalisés par Asterès sans une totale approbation de nos consultants, il devient le seul signataire de l'étude, et n'a plus le droit d'utiliser la marque Asterès.
- Les consultants d'Asterès ne défendent dans le débat public que des travaux qu'ils ont réalisés eux-mêmes. En aucun cas ils n'acceptent de se faire le relais de travaux réalisés par d'autres.

Contestations & litiges

Par le présent contrat, la société ASTERES sarl s'engage à mettre en œuvre les moyens pour réaliser les travaux décrits dans le présent document contractuel. En cas de litige, les parties s'engagent à rechercher un accord amiable préalablement à toute instance judiciaire. En l'absence de conciliation dans un délai d'un mois après stipulation du litige par lettre recommandée avec accusé de réception, le litige sera soumis au Tribunal de Commerce de Paris à la requête de la partie la plus diligente.

Il est entendu entre les parties qu'Asterès intervient en tant que prestataire externe. Asterès ne saurait être tenue en aucun cas pour responsable des interprétations qui pourraient être données de ses travaux ou de leurs conséquences. Asterès est en outre tributaire de la qualité des statistiques utilisées, dont elle n'est pas responsable.

A S T E R È S
études, recherche & conseil économique

ASTERES ETUDES & CONSEIL

81 rue Réaumur,

75002 PARIS 01 44 76 89 16

contact@asteres.fr