

POTENTIEL DE FORMATION D'OZONE

Réduire la concentration en ozone (O_3) constitue un défi majeur en matière d'amélioration de la qualité de l'air. Dans un contexte global de diminution des émissions anthropiques et des concentrations en polluants dans l'air, l'ozone se maintient à des niveaux susceptibles de provoquer des impacts négatifs sur la santé et des pertes de rendement agricole et de production de biomasse par les écosystèmes naturels. L'ozone est un polluant photochimique secondaire formé à partir de la photolyse du dioxyde d'azote (NO_2) issu des secteurs de l'énergie, de l'industrie et des transports, et de l'oxydation des composés organiques volatils (COV) émis par les activités humaines mais également par la végétation et les sols. Parmi ces COV dits biogéniques (COVB), les composés émis par la végétation, principalement l'isoprène et les monoterpènes, constituent la principale composante de la réactivité atmosphérique conduisant à la formation d'ozone. La présence de COVB en ville est d'autant plus problématique que les systèmes urbains réunissent des facteurs amplifiant leur rôle dans la formation d'ozone, notamment un régime chimique de production d'ozone sensible aux apports de COV et des températures plus élevées, augmentant la volatilité des COV et les émissions de COVB.

La contribution de la végétation urbaine à la production d'ozone peut être vue comme un desservice causant une détérioration de la qualité de l'air, dont les conséquences négatives doivent être appréhendées au regard des nombreux services écosystémiques rendus par les arbres en ville. Ce constat souligne l'importance d'une quantification des services et desservices écosystémiques pour mieux guider les projets d'aménagement fondés sur une végétalisation croissante des espaces urbains. C'est particulièrement vrai concernant les émissions de COVB, qui montrent une grande variabilité autant qualitative que quantitative d'une espèce végétale à une autre. En d'autres termes, le choix des espèces végétales en lien avec leur environnement local (climat, qualité de l'air, etc.) peut s'avérer crucial pour minimiser les émissions de COVB d'un projet de végétalisation. C'est précisément pour adresser cette problématique qu'un champ dédié aux émissions de COVB a été intégré à l'outil d'aide à la décision Sésame : le potentiel de formation d'ozone (pO_3).

Le cadre méthodologique

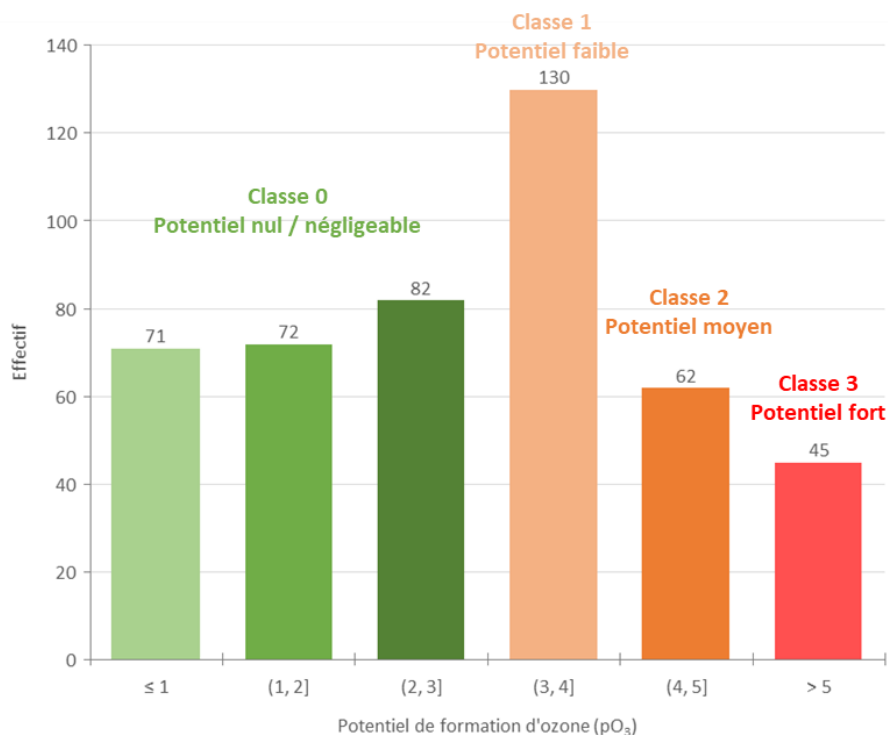
Le potentiel de formation d'ozone (pO_3) propre à chaque taxon a été déterminé en intégrant :

- les **facteurs d'émission** de COVB (isoprène et monoterpènes) spécifiques ou génériques identifiés dans la littérature scientifique ;
- les **coefficients de réactivité** des COVB vis-à-vis de la formation d'ozone ;
- le **volume du houppier** estimé à partir de champs disponibles dans Sésame (hauteur maximale du végétal, largeur maximale du houppier, forme du végétal et densité du feuillage).

Cette démarche aboutit à un indice pO_3 (en unités arbitraires entre 0 et 7) qui traduit le potentiel de formation d'ozone d'une espèce donnée via ses émissions de COVB, indexé sur une estimation de la biomasse foliaire totale maximale du végétal.

L'inventaire des émissions de COVB du plus grand nombre possible des espèces végétales ligneuses incluses dans Sésame et l'application de valeurs moyennes par genre a permis d'attribuer un indice pO_3 à 461 taxons qui couvrent 70 % de la liste Sésame et regroupent la vaste majorité des espèces présentes en milieu urbain en France (96 % de l'effectif des arbres de la ville de Paris et 98 % de celui de la métropole du Grand Nancy).

L'analyse de la distribution des valeurs de cet indice pO_3 a permis de déterminer 4 classes de potentiel de formation d'ozone. La classe 0 (potentiel nul/négligeable) regroupe 225 taxons, soit presque la moitié des taxons inventoriés, incluant des espèces non émettrices de COVB, des émetteurs faibles (y compris des arbres de grande taille) et des émetteurs forts mais de petite taille. La classe 1 (potentiel faible, 130 taxons) comprend des émetteurs moyens à forts de petite taille (arbrisseaux/arbustes) et des émetteurs faibles de toute taille (y compris de grands arbres). La classe 2 (potentiel moyen, 62 taxons) est composée d'arbres de taille moyenne à grande présentant des émissions de COVB faibles à moyennes et des émetteurs forts de taille moyenne. Enfin, la classe 3 (potentiel fort) comprend 45 taxons correspondant à des arbres de grande taille présentant des émissions de COVB moyennes à fortes, appartenant essentiellement aux genres *Liquidambar*, *Platanus*, *Populus*, *Quercus*, et *Salix*.



Classes de potentiel de formation d'ozone parmi les taxons inventoriés

L'indice pO_3 étant de nature exponentielle, l'incrément en termes de potentiel de formation d'ozone entre les classes 1, 2 et 3 est d'un ordre de grandeur entre chaque classe. Ainsi, les espèces présentant une contribution significative à la formation d'ozone sont essentiellement celles appartenant à la classe 3.

Il convient toutefois de noter que, comme de manière générale dans la démarche Sésame, l'indice produit n'a pas pour but d'établir une « liste noire » d'essences à proscrire dans les espaces urbains. Certaines espèces ressortant parmi les plus émettrices restent néanmoins des espèces très importantes et performantes pour la végétation des villes, de par leur résistance ou les services écosystémiques qu'elles rendent. Le développement de l'indice de potentiel de formation d'ozone rejoint celui du projet Sésame en général : permettre à l'aménageur des choix éclairés dans ses projets de végétalisation, tenant compte d'un contexte précis.

Limites, incertitudes et perspectives d'amélioration de la méthodologie :

L'analyse des limites et incertitudes de l'étude ont permis d'identifier des perspectives d'amélioration du champ pO_3 , en termes de couverture de la liste Sésame (augmenter le nombre de taxons/genres disposant de facteurs d'émission) et de facteurs d'émission (spéciation des COVB, prise en compte de COVB autres que l'isoprène et les monoterpènes, notamment les COV oxydés ou les aromatiques). Le modèle de calcul du potentiel de formation d'ozone est associé à un certain nombre d'approximations, qui proviennent notamment de l'application des moyennes par genre (et donc de la variabilité intra-genres associée), de l'utilisation des coefficients de réactivité génériques (possibilité de sélectionner des valeurs adaptées aux conditions environnementales de projet Sésame particuliers) et d'équations allométriques simplifiées pour l'estimation de la biomasse foliaire totale. La plupart de ces points permettrait de perfectionner le modèle et ainsi de mieux représenter les émissions de COVB réelles et leur contribution à la formation d'ozone. Toutefois, la plupart des approximations s'appliquent de manière équivalente à l'ensemble des taxons et l'indice de potentiel de formation d'ozone développé ici reste pertinent dans le contexte de Sésame et de sa démarche comparative. L'incertitude résiduelle liée aux facteurs d'émission provenant de la littérature scientifique a été intégrée à la base de données sous la forme d'un champ à trois niveaux (incertitude faible, moyenne et forte).