



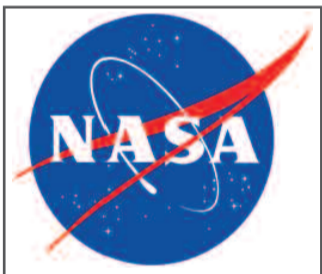
- **1974** - Bill Wolverton, étudiant américain spécialisé en sciences de l'environnement, est embauché par la NASA pour étudier la qualité de l'air dans les engins spatiaux habités. Il élargit par la suite ses études à l'air ambiant des habitations et des bureaux.
- **1989** - Création aux États-Unis du Clean Air Council, dont l'objectif est de faire connaître les travaux du Docteur Wolverton auprès des adhérents et de diffuser l'information auprès du grand public.
- **1991** - Pour la première fois au Canada, des chercheurs testent l'efficacité des plantes dans un logement, la Maison Novtec, à Sainte-Dorothée dans la banlieue de Montréal. Cette démonstration est pilotée par le ministère canadien de l'Energie, des Mines et des Ressources.
- **1992** - Aux Pays Bas: Conférence de Jan Roy, directeur général de Plants for Clean Air Council - PCAC - où il est le porte-parole du Docteur Wolverton.
- **1993** - Le Gouvernement Français envisage de créer un observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur.
- **1994** - Le syndicat national des paysagistes d'intérieur, le SNPI, s'intéresse aux recherches américaines et souhaite faire valider ces travaux par des scientifiques français.



- **1995** - Premier contact entre le SNPI et le CSTB, Centre Scientifique des Techniques de Bâti-ments, qui, grâce à son laboratoire Pollem, à Marne-la-Vallée (77), traque les polluants émis par les matériaux de construction dans les conditions réelles d'utilisation. Contact aussi avec le Commissariat à l'Energie Atomique, le CEA, qui réalise à Cadarache (13) des travaux de recherches sur les émissions de gaz des végétaux cultivés en espace clos et sur l'étude des capacités de résistance et d'adaptation des végétaux à de nouvelles conditions climatiques.
- **1996** - À l'initiative de l'Office Hollandais des Fleurs, création de l'association "Plants for People".
- **1999** - Nouveau contact entre le SNPI et le CSTB. Dissolution du Clean Air Council aux États-Unis.
- **2000** - En France, création de l'association Plant'air pur.



- **2001** - Création, par le gouvernement français de l'observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur.
- **2002** - En France, préparation du projet de recherche Phytair®.
- **2003 - 2004 - 2005** - En France, réalisation du programme de recherche Phytair avec le CSTB, la faculté de pharmacie de Lille, et avec le concours de Plant'airpur®.



Les recherches réalisées par la NASA avec le docteur Bill Wolverton

Quoi de plus confiné et problématique que l'air d'une navette spatiale? C'est grâce à la recherche américaine et notamment au docteur Bill Wolverton, que l'utilisation des plantes dans la dépollution de l'air intérieur a été envisagée. Il a publié le résultat de ses recherches dans un guide grand public non traduit en français mais que l'on peut obtenir en version canadienne sous le titre : "How to grow fresh air".

Les internautes pourront glaner des infos sur le site Web : <http://www.wolvertonenvironmental.com>



LE PROGRAMME DE RECHERCHE PHYTAIR®

Les travaux ; Phytair ont été conduits dans le cadre d'une thèse réalisée et soutenue par Gaëlle Bulteau au CSTB (centre scientifique et technique du bâtiment) à Nantes, en partenariat avec la faculté de Pharmacie de Lille, les régions Pays de la Loire et Nord Pas de Calais, l'Adème et Plant'airpur®. Ils s'insèrent dans une étude concernant la qualité de l'air intérieur (appartements, bâtiments publics, hôpitaux...) et son amélioration.

3 Espèces et 3 polluants

L'étude s'appuie sur un dispositif expérimental permettant de créer des conditions contrôlées de pollution de l'air et de suivre précisément les variations temporelles de concentrations en polluants en fonction de divers procédés de traitement d'air. L'un de ces procédés consiste à utiliser des plantes d'intérieur et à évaluer leur capacité à dépolluer l'air contenu dans des enceintes étanches.

3 espèces cultivées en pot ont été utilisées : Chlorophytum comosum,

Dracaena marginata et Scindapsus aureus. Leur efficacité à purifier l'air a été évaluée pour 3 polluants : le toluène, le monoxyde de carbone et le formaldéhyde.

Le rôle respectif des différentes parties de la plante et du substrat, suspecté dans des travaux antérieurs, a été étudié en éliminant les feuilles, ou en utilisant des plantes cultivées en milieu hydroponique (sans substrat), enfin en travaillant avec le substrat seul ou contenant seulement le système racinaire.

La concentration en polluants de l'air de l'enceinte est mesurée toutes les 5 mn par prélèvement d'un échantillon de gaz, et est analysée par spectroscopie à infrarouge.

Diminution de la concentration en polluant

Quelle que soit l'espèce végétale considérée, on constate une diminution de la concentration en polluant, lente pendant les 24 premières heures d'exposition, puis tendant à s'accélérer au cours des 48 heures suivantes. Des différences entre espèces apparaissent lorsque l'on rapporte la diminution de la concentration en polluant à l'unité de surface foliaire. Par ailleurs, des différences sont mises en évidence par rapport aux valeurs trouvées par Wolverton (recherches de la NASA - USA, 1980). Ce fait conduit à s'interroger sur d'éventuelles différences dans les conditions expérimentales, l'éclaircissement en particulier. L'influence de la nature du polluant a été étudiée en utilisant la même espèce, Chlorophytum comosum. Très clairement, la vitesse d'élimination du polluant dépend de la nature de ce dernier.





L'importance du substrat

Enfin, des travaux antérieurs laissaient penser que le substrat pouvait avoir une importance aussi grande que la plante elle-même dans le processus d'élimination des polluants. Ce point a été vérifié en utilisant des plantes dont les feuilles avaient été supprimées. Par ailleurs, le rôle du substrat et des microorganismes qu'il contient a été analysé (plantes en milieu hydroponique, comparaison du substrat stérilisé ou non, ou contenant le système racinaire de la plante).

Les résultats montrent à l'évidence un effet marqué du substrat et des microorganismes associés. Il convient toutefois d'être prudent quant à l'ampleur du phénomène du fait de la variabilité des résultats même si les expériences ont fait l'objet de répétitions.



RÉSUMÉ DE RECHERCHES AUSTRALIENNES :

la capacité des plantes et de leur terreur à retirer les substances nocives

Source plants for people:

www.plants-for-people.org/fr/main.php?languagefrench&subjectscience#76

Des études, menées à l'Université de Technologie de Sydney, ont montré que les plantes d'intérieur améliorent la qualité de l'air. Par conséquent, des revendications claires peuvent maintenant être formulées sur la façon dont les plantes d'intérieur améliorent la qualité de l'air et le développement de variétés possédant une capacité encore plus grande d'améliorer la qualité de l'air peut commencer.

Pourquoi s'inquiéter de la qualité de l'air à l'intérieur ?

Nos activités quotidiennes, au bureau et à la maison, lieux que nous considérons habituellement comme étant essentiellement non pollués, pourraient-elles nous exposer fortement à des polluants potentiellement toxiques de l'atmosphère ? Des produits de consommation ordinaires tels que des rafraîchisseurs d'air, des désodorisants, des pesticides domestiques, des détergents ainsi que divers aménagements et matériels de construction pourraient-ils constituer une menace plus grande pour notre santé que la pollution industrielle ? Pour répondre en un mot à cette question : oui Le développement continu de nouveaux matériels et produits a rehaussé substantiellement les conditions de notre cadre de vie. À la maison et au bureau, des matériaux de construction modernes, d'isolation, les colles, les tissus, les moquettes et tapis, les matériels de nettoyage, les produits de toilette et les pesticides nous exposent souvent à une grande variété de produits chimiques dans l'air que nous respirons. On sait maintenant que la présence de ces produits chimiques, même si les niveaux en sont faibles, exerce une influence sur la qualité de cet air avec des effets potentiellement défavorables pour notre santé. Plus de 300 composés organiques volatils (COV) différents ont été identifiés dans l'atmosphère des bureaux. On soupçonne que l'exposition à ces polluants est la cause majeure des maux de tête, états léthargiques, fatigue des yeux et problèmes respiratoires ressentis par les personnels de bureau. Pourtant, nous ne sommes pas tentés de remettre en question l'air que nous respirons, que ce soit dehors ou à l'intérieur, en particulier l'air intérieur s'il est climatisé". Notre perception de la qualité de l'air est influencée par notre odorat et, dans une moindre mesure, par notre perception visuelle. Cette perception peut être trompeuse. Nos sens sont capables de détecter des polluants, dans des quantités où ils sont présents à l'état de trace, et qui sont nuisibles pour notre santé. Lorsque nous sommes exposés à une odeur pour une période de temps donné, la perception de cette odeur diminue car nos cellules olfactives se fatiguent très vite. Nos poumons constituent notre point de contact le plus important avec le monde extérieur. Nous pouvons boire 2 litres de liquide tous les jours mais nous respirons approximativement 6 à 10 litres d'air toutes les minutes, soit environ 15 000 litres par jour. La majeure partie des habitants des villes dépensent environ 80% de leur temps, ou plus, à l'intérieur, si bien que la qualité de l'air est devenue une préoccupation majeure.



Des plantes pour dépolluer

Les plantes d'extérieur sont connues pour leur capacité d'absorption des polluants de l'air et des sols ainsi que de désintoxication. Les plantes et les micro-organismes du sol sont utilisés, par exemple, pour remédier au problème des sols pollués. Des études préliminaires de dépistage ont montré que certaines plantes d'intérieur peuvent aussi réduire les concentrations en COV contenues dans l'air et ont suggéré que les micro-organismes du sol pourraient aussi jouer un rôle. Nous avons comparé la performance dans l'élimination des COV chez 3 variétés de plantes d'intérieur qui sont en tête des ventes : le *Howea forsteriana* (palmier Kentia), le *Spathiphyllum wallisii*, et le *Dracaena deremensis* var. Janet Craig. Le benzène (qui est cancérigène) et le n-hexane (une neurotoxine) ont été choisis comme COV pour l'expérience parce qu'ils sont très communs dans l'atmosphère d'intérieur.



Résultats

Dans l'ensemble, on a trouvé que les trois espèces constituaient des éliminateurs effectifs des deux COV contenus dans l'air. On a remarqué de fortes similarités dans les réponses données par les diverses espèces de plantes, cela pour les deux COV, même si l'on a aussi relevé des différences entre les espèces.

Nous avons ensuite testé trois autres espèces couramment utilisées, *Epipremnum aureum* (lierre du diable), *Schefflera 'Amate'* (arbre ombelle Queensland) ainsi que *Spathiphyllum 'Sensation'*, et obtenu des résultats semblables.

• Que se passe-t-il à la première dose de COV ?

Puisqu'il fallait bien commencer quelque part, chaque expérience a été initiée en lumière continue, telle que celle-ci existe dans les bureaux, hôtels ou centres commerciaux. Tout de suite après l'application de la première dose de COV, les taux d'élimination ont été très lents. Cependant, au bout d'un temps assez court (1 à 2 jours pour le benzène; 4 à 5 jours pour le n-hexane) ils ont accéléré de façon marquée. Cette augmentation du taux agissait comme une réponse au 'goût' du COV. Cette dernière implique 'l'allumage' (ou induction) d'un système biochimique pour traiter le composant (le consommer/métaboliser). Au moyen de doses complémentaires de l'un ou l'autre des COV, l'activité d'élimination induite a été maintenue, ou même amplifiée. Ce qui revient à dire que les plantes s'améliorent à l'entraînement.

• La lumière est-elle nécessaire pour l'élimination de COV ?

Afin d'examiner ce point, des plantes ont été transférées dans des locaux d'essai obscurs en continu (lumières éteintes, effet de chambre noire). Il est bien connu que dans de telles conditions, la photosynthèse des plantes s'arrête, si bien que l'activité métabolique se trouve grandement réduite à une respiration de base dans le noir'. Les stomates se ferment et il n'y a virtuellement plus d'absorption de gaz par les feuilles. Que se passe-t-il dans notre cas ? L'éli-





mination de COV ralentit-elle ? Non Le processus continue à des taux similaires à ceux prélevés avec lumière. En outre, lorsque (toujours dans le noir), de nouvelles doses de COV ont été injectées, dans des concentrations même plus élevées, (soit passer de 25 à 50 ppm pour le benzène et de 100 à 150 ppm pour le n-hexane), les taux d'élimination ont généralement aussi augmenté. Cela est bien l'indication que pour chaque espèce de plante, le système demeure complètement opératoire dans les conditions de l'obscurité et pourrait, en fait, répondre et gérer des doses plus élevées de chacun des composants. En d'autres termes, nous ne sommes pas arrivés à des concentrations suffisamment élevées pour saturer le système d'élimination biochimique. Cet aspect reste encore à approfondir).

• **Quels sont les rôles relatifs de la plante et des micro-organismes du sol dans le processus d'élimination ?**

Était-ce la plante elle-même qui était directement responsable de l'élimination des COV, même dans le noir ?

Pour répondre à cela, nous avons retiré les plantes, remplacé le mélange de terreaux dans les pots, et replacé les pots dans les locaux. De nouvelles doses standard de COV ont ensuite été appliquées. De nouveau, le COV a continué de disparaître à des taux comparables (quoique légèrement plus faibles) à ceux trouvés préalablement au retrait de la plante. Après le retrait de la plante, les expériences ont encore continué de 7 à 10 jours, avec des doses complémentaires selon les besoins, et l'activité a été maintenue dans chacun des cas.

Elle fait que l'activité soit maintenue avec les doses complémentaires, alors que la plante est absente, nous enseigne deux choses. D'abord, l'activité continue confirme qu'il s'agit bien d'une véritable réponse biologique et non purement d'un processus d'adsorption/absorption. Deuxièmement, cela montre que ce doivent être les micro-organismes contenus dans le mélange de terreaux qui sont les 'agents d'élimination rapide' du système plante-pot. La plante est à sa manière impliquée dans le processus comme le précise la discussion ci-dessous.

• **Que se passe-t-il lorsque la plante est placée en culture hydroponique ?**

Le but était de tester la plante en dehors du mélange de terreaux. Les racines ont été lavées parfaitement avec une eau stérile pour supprimer les particules de terreaux et, autant que possible, certains des micro-organismes accrochés à la surface des racines. Néanmoins, une élimination de COV a continué de se produire avec le support hydroponique. Quelquefois, mais pas toujours, le système a atteint les mêmes taux d'élimination qu'avec le mélange de terreaux. Cela laisse entendre que les micro-organismes sont, pour le moins dans certains cas, assez fermement attachés aux racines-mêmes ou à l'intérieur des racines. Les écarts dans les réponses parmi les plantes vivant sur ce support laissent supposer qu'il existe des relations différentes entre la plante et les micro-organismes associés aux systèmes de racines.

• **Que se passe-t-il lorsque le mélange de terreaux, dépourvu de plantes, reçoit des doses de COV ?**

Des tests sur des mélanges de terreaux arrosés d'eau, et qui n'ont pas été utilisés pour faire pousser des plantes, ont montré une induction très lente lorsqu'elles ont reçu des doses de COV, et on a estimé que l'activité finale induite était d'environ seulement la moitié de celle avec des plantes (Fig. 3). En outre, des signes que le système arrivait à épuisement ont été observés. Les résultats ont confirmé ce qui est généralement connu des mélanges de terreaux, à savoir qu'ils contiennent un contingent de micro-organismes avant l'introduction des plantes. Cependant, les résultats suggèrent aussi que les nutriments directement disponibles pour la croissance et la reproduction microbienne dans le mélange de terreaux ne dureront pas très longtemps en l'absence d'une plante en train de croître.

Résumé

- **Le système plante-pot élimine véritablement les COV de l'air intérieur !**
- **Le système s'améliore à l'exposition aux COV** et maintient la performance au moyen de doses répétées.
- **Des concentrations en chacun des composants**, de 3 à 10 fois supérieures à celles permises en Australie pour l'atmosphère intérieure au travail, peuvent être éliminées dans les 24 heures, dans des conditions d'éclairage ou d'obscurité, sans qu'il y ait saturation du système.
- **Le système plante-pot est encore à même d'éliminer des concentrations résiduelles** très faibles.
- **Le fait que des réponses similaires aient été trouvées** avec les 3 espèces de plantes, sous toutes les conditions de test, montre deux choses :
 - qu'il s'agit d'un phénomène interactif plante-pot général, c'est-à-dire qu'il peut être constaté chez n'importe quelle espèce de plante;
 - que ce sont les micro-organismes du support de croissance qui jouent un rôle essentiel en tant qu'agent 'de réponse rapide' dans l'élimination en COV dans le système plante-pot.
- **Les plantes aussi jouent un rôle.** Des comparaisons sur la performance parmi les trois espèces de plantes indiquent qu'elles possèdent des populations microbiologiques différentes dans leur substrat et/ou qu'il y a des rapports différents entre les micro-organismes et les racines des espèces particulières. Les résultats concernant le nouveau mélange de terreaux montrent également le rôle nutritif de la plante dans la promotion de la croissance microbienne. La recherche établit clairement que, chez les espèces agricoles, des espèces de plantes différentes développeront une flore, autour des racines dans le terreau, bien spécifique à l'espèce, et produisant un microcosme symbiotique d'activité. Il est aussi connu que les plantes dégagent de l'énergie en nourrissant les micro-organismes contenus dans leur substrat, quelquefois en sécrétant de 25 à 45 % de leur produit de photosynthèse net, à partir de leur racines afin de permettre la croissance des microbes.

Recherches ultérieures

Nous travaillons maintenant à deux projets de suivi :

- **Le premier consiste en une investigation** visant à savoir quels sont les micro-organismes associés aux espèces de plantes et aux supports de croissance qui sont impliqués dans le processus d'élimination des COV. Cela permettra, dans le domaine de l'horticulture, le développement de variétés d'associations plante/terreau et de systèmes aux capacités de purification de l'air renforcés.
- **Le deuxième projet consistera à en faire les essais** ainsi que sur d'autres espèces de plantes dans le but de chercher des réponses à des questions cruciales telles la quantité de matériels de base, quelles espèces auront le plus d'impact sur l'amélioration de la qualité de l'air ambiant dans des conditions réelles. Pour ce projet, nous utiliserons à la fois des locaux d'essais de même taille que ceux utilisés dans les expériences statiques ainsi qu'un local à l'échelle d'une pièce. Cela en collaboration avec un chercheur associé, Dr. Steven Brown, du Air Quality Laboratory de CSIRO, Melbourne.

