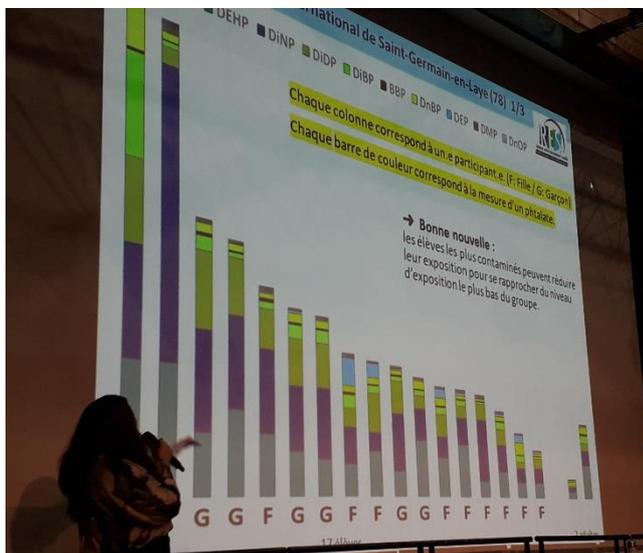


BILAN PROJET PELIF2

SECONDE CAMPAGNE

du projet de sensibilisation aux Perturbateurs Endocriniens dans les Lycées d'Île-de-France



RESUMÉ

Première Région à signer la Charte villes et territoires sans perturbateurs endocriniens en 2018, la Région Île-de-France s'est engagée avec le Réseau Environnement Santé à réduire l'exposition des Franciliens à ces substances toxiques du quotidien en déployant des actions de sensibilisation en direction des jeunes.

Après une première phase pilote menée en 2021 dans 7 lycées (PELIF1), une seconde phase en 2023 (PELIF2) a mobilisé 30 lycées franciliens Éco-Responsables et sensibilisé ainsi plus de 2000 lycéens, dont près de 500 ont participé à une expérimentation visant à montrer qu'il est possible de réduire l'exposition aux phtalates, une famille de perturbateurs endocriniens très présente dans notre quotidien, mais non persistante dans le corps.

Dans une période où la référence à l'éco-anxiété est constante, cette méthodologie a montré qu'il est possible de s'adresser de façon positive à un public de lycéens sur un sujet qui a priori peut être perçu comme anxiogène.

Elle peut s'appliquer à des opérations en population générale via le concept d'éco-ambassadeurs représentatifs d'une population pour permettre une prise de conscience du lien entre perturbateurs endocriniens et un grand nombre de problèmes de santé. Cette approche positive permet de donner ainsi envie d'agir concrètement afin de réduire ces impacts sanitaires, en commençant par ceux qui surviennent le plus précocement comme la prématurité ou les maladies infantiles.

▶ Vidéos de valorisation du projet :

- Version courte (6 min) : <https://youtu.be/DyAF5-l5g04>
- Version longue (14 min) : <https://youtu.be/umDvdU64fh8>

Retrouvez les informations sur les sites du [Réseau Environnement Santé](#) et e la [Région Île-de-France](#)

1. INTRODUCTION	3
1.1 Réduire l'exposition aux perturbateurs endocriniens : un enjeu majeur de santé publique	3
1.2 Pourquoi un focus sur les phtalates ?	4
1.3 Construction du projet PELIF 2	5
1.3.1 Les résultats du précédent projet PELIF 1	5
1.3.2 Déroulement de la sensibilisation initiale	5
1.3.3 Principe de l'expérience bracelet	6
1.3.4 Les lycées participants	7
1.3.5 L'équipe projet	7
2. LES RESULTATS	8
2.1 Participation	8
2.2 Les résultats des analyses	9
2.2.1 De fortes disparité d'exposition entre les élèves et les lycées	9
2.2.2 Comparaison entre lycées	10
2.2.3 Inégalités sociales d'exposition	11
2.2.3 Variation de la présence des différents phtalates	11
2.3 Des gestes simples pour commencer à réduire son exposition	12
2.4 Valorisation et communication	13
3. PERSPECTIVES	14
3.1 Retours d'expérience	14
3.2 Evaluer la réduction de l'exposition	16
3.3 Agir sur les perturbateurs endocriniens pour diminuer l'incidence des maladies chroniques	17



Le Réseau Environnement Santé (RES) a été créé en 2009 avec l'objectif de mettre la Santé Environnementale au cœur des politiques publiques. Sa première campagne a abouti à l'interdiction du Bisphénol A dans les biberons, en France et dans l'ensemble de l'Union Européenne. L'action du RES a abouti également à l'interdiction du perchloréthylène dans les pressings, à l'adoption de la Stratégie Nationale Perturbateurs Endocriniens, et au lancement de la Charte Villes et Territoires Sans Perturbateurs Endocriniens, signée par 4 régions, 10 départements et près de 300 villes et communes.

reseau-environnement-sante.fr/

contact@reseau-environnement-sante.fr - 07.85.37.94.80



Première Région à signer la Charte villes et territoires sans perturbateurs endocriniens en 2018, la Région Île-de-France s'est engagée avec le RES à réduire l'exposition des Franciliens à ces substances dangereuses en déployant des actions de sensibilisation en direction des jeunes.

Le projet PELIF2 a bénéficié du soutien financier de la Région Ile-De-France, ainsi que d'un appui opérationnel de la Direction de l'Environnement et du pôle Lycées Eco-Responsables.

1. INTRODUCTION

1.1 REDUIRE L'EXPOSITION AUX PERTURBATEURS ENDOCRINIENS : UN ENJEU MAJEUR DE SANTE PUBLIQUE

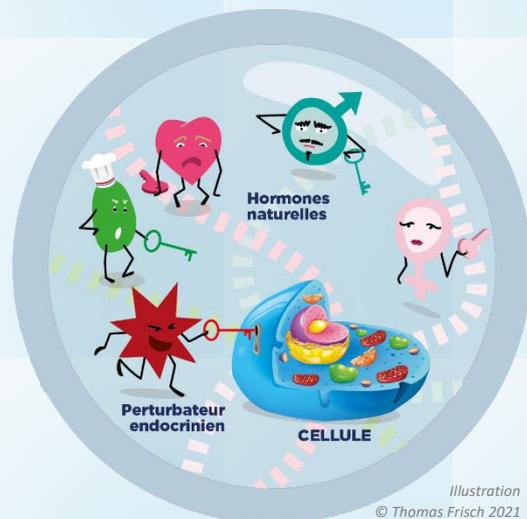
C'est quoi un perturbateur endocrinien ?

C'est une substance qui altère les fonctions du système endocrinien, ou système hormonal, et de ce fait induit des effets néfastes.

Les hormones sont des messagers biologiques qui circulent dans notre corps pour indiquer à nos cellules et nos organes ce qu'ils doivent faire. Un rôle peu connu des hormones est de piloter finement le bon développement du fœtus et donc du futur adulte.

Schématiquement, les perturbateurs endocriniens se fixent aux récepteurs d'une cellule, telle une clé dans une serrure, à la place des hormones qui normalement devrait accéder à ces mêmes récepteurs.

Du fait que les hormones agissent à des doses extrêmement faibles, comparable à une goutte d'eau dans une piscine, des petits dérèglements pendant les périodes sensibles peuvent avoir de grandes conséquences, qui pourront se manifester plus tard.

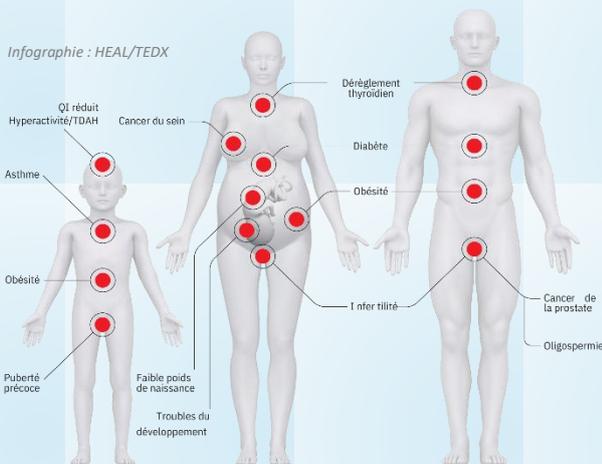


Un changement de paradigme

Le concept toxicologique communément admis de « la dose fait le poison » (Paracelse – XVI^e siècle) n'est donc globalement pas applicable aux perturbateurs endocriniens. En effet, un perturbateur endocrinien peut avoir des effets à faibles doses, avec dans certains cas un effet plus important qu'à dose élevée. Les effets peuvent se transmettre aux générations futures, touchant même les arrière-petits-enfants.

Ce changement de paradigme pourtant établi depuis plus de 30 ans¹ vient à l'encontre de celui qui sert à définir une grande partie des normes actuelles, lesquelles sont fondées sur la notion de seuil en dessous duquel il n'y a aucun risque. En comprenant mieux tout cela, on peut mieux protéger notre santé et celle des générations qui suivront.

Infographie : HEAL/TEDX



Bonne nouvelle :
en agissant sur notre environnement quotidien il est possible de réduire de nombreuses pathologies, à l'échelle d'une population, affectant notamment

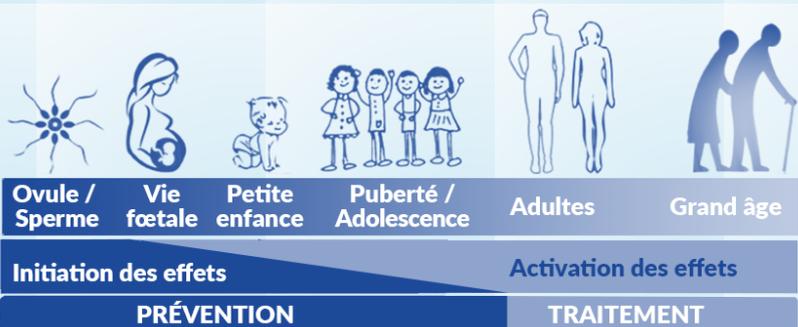
- l'issue de la grossesse (mortalité infantile, prématurité),
- le développement de l'enfant (troubles du comportement, de la reproduction),
- la santé des futurs adultes (cancers hormonodépendants).

Les liens entre perturbateurs endocriniens et santé ont fait l'objet de dizaines de milliers de publications scientifiques, les principales références synthétisant ces données sont l'OMS², la société internationale d'endocrinologie³, et Santé publique France⁴.

La période fait le poison

L'impact sanitaire des perturbateurs endocriniens peut être plus ou moins délétère selon la période d'exposition.

La période pré-conceptionnelle et les 1 000 premiers jours⁵ (de la grossesse aux deux ans de l'enfant) constituent ainsi la principale fenêtre de vulnérabilité, mais l'adolescence est aussi une période de développement cruciale sous contrôle hormonal.



Source : Sargis et al. (2019) <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00033>

- Sensibiliser les futurs parents, c'est réduire le poids des impacts sanitaires pour les prochaines générations.
- Les lycéens traversent aussi une période clé de leur développement et sont vulnérables face au risque chimique.
- Elles et ils sont par ailleurs en âge de modifier leurs comportements lorsqu'une communication claire leur est adressée, constituant ainsi un public cible idéal sur lequel une sensibilisation peut avoir un impact sanitaire immédiat.
- Les lycéens peuvent relayer ces enjeux après de leur entourage et de leur futur environnement professionnel.

1.2. POURQUOI UN FOCUS SUR LES PHTALATES ?

Utilisés depuis 1920, les phtalates sont produits à raison de 3 millions de tonnes par an principalement comme additifs pour assouplir les plastiques (plastifiants). Les phtalates sont aussi souvent utilisés comme solvants et comme fixateur dans les cosmétiques (parfums ou déodorants à longue tenue).

L'augmentation de l'utilisation des phtalates ces dernières décennies s'est accompagnée de très nombreuses publications scientifiques pointant la responsabilité de ces substances chimiques dans l'épidémie mondiale de maladies chroniques.

Parmi les nombreux perturbateurs endocriniens, les phtalates sont des substances « non-persistantes », éliminées quotidiennement par l'organisme humain. Nous pouvons donc réduire très rapidement leur présence en évitant autant que possible les principales sources d'exposition du quotidien auquel on a facilement accès (plastiques, cosmétiques, alimentation ultra-transformée, poussières domestiques).

Malgré les restrictions d'usage de certains phtalates, l'étude Esteban de Santé publique France (2019)⁶ montre que 9 phtalates contaminent la quasi-totalité de la population française, avec un niveau d'imprégnation des enfants et des femmes globalement plus élevé. L'exposition aux phtalates peut se faire par inhalation, par voie cutanée (contact direct) ou par l'ingestion d'aliments contaminés.



Source : INCA

Les phtalates sont des composés organiques semi-volatils (COSV)

Ils deviennent gazeux en présence d'une source de chaleur, même de faible intensité (lumière du soleil, chauffage,...), puis une fois refroidis dans l'air, se condensent et retombent sous forme de poussières. Comme d'autres COSV, ils peuvent donc se retrouver à la fois sur les particules solides de poussière et dans l'air ambiant.

Les enfants de moins de 3 ans sont les plus exposés principalement en raison de l'ingestion de poussières (Comportement dit "main-bouche"). Une analyse de la littérature scientifique mondiale met en évidence que le jeune enfant est en moyenne 8 fois plus contaminé que l'adulte par inhalation de l'air intérieur.

Les mesures de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI)⁷ ont montré que les phtalates sont présents dans les poussières au sol de 100% des logements accueillant au moins un enfant de moins de 6 ans. Dans l'air des salles de classe les phtalates sont détectés dans toutes les écoles du parc métropolitain.

Lorsque les phtalates sont utilisés dans les revêtements de sols en PVC, ils constituent entre 20 et 40 % du poids ; et peuvent se retrouver à la fois sur les particules solides de poussière et dans l'air ambiant. En France, les sols en PVC sont principalement utilisés pour l'habitat collectif, HLM, et des établissements recevant du public, notamment des enfants, crèches, écoles, lycées...

Cette famille de perturbateurs endocriniens est composée de quelques dizaines de substances

Chacune est identifiée par un acronyme. Dans le cadre de ce projet, la présence de 9 phtalates a été recherchée. Ces phtalates sont ceux ayant fait l'objet de dosages urinaires dans le cadre des études ELFE et ESTEBAN de Santé publique France. Certains phtalates peuvent être associés plus particulièrement à certains produits mais peuvent aussi se retrouver dans des produits très différents.

DEHP	Cosmétiques, parfums, plastiques flexibles en PVC, sols en PVC, contenants/emballages alimentaires, matériel médical
DiNP	Jouets pour enfants, revêtements de sol, gants, contenants/emballages alimentaires
DiDP	Produits en PVC, peintures, vernis, poches de transfusion, tubulures, assouplissant dans les encres,
DiBP	Cosmétiques, insecticides, plastifiant des gélules
BBP	Cosmétiques, adhésifs et colles, produits automobiles, revêtements de sol
DnBP	Cosmétiques, insecticides, gélules de médicaments ou de compléments alimentaires
DEP	Cosmétiques, parfums, shampoings, déodorants, vernis à ongle, gélules de médicaments/compléments alimentaires
DMP	Cosmétiques, déodorants
DnOP	Plastiques flexibles

Tableau : Exemples d'utilisation de 9 phtalates. Source <https://substitution-phtalates.ineris.fr/fr>

Réglementation

L'utilisation de certains phtalates est réglementée à l'échelle européenne via le règlement REACH. L'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) est chargée par la Commission Européenne de la mettre en œuvre.

Fin 2023, 14 phtalates sont inclus dans la liste des substances soumises à autorisation (Annexe XIV)⁸, c'est-à-dire que leur utilisation est interdite sauf dérogations. Préalablement, ces phtalates ont été classés dans la liste candidate des « substances extrêmement préoccupantes (SVHC) » en raison de leurs propriétés de perturbation endocrinienne (DEHP, DIBP, DBP, BBP, DCHP), de leurs toxicités pour la reproduction, CMR Repr. 1B (DEHP, DBP, DIBP, BBP) ou en raison de leur toxicité pour la vie aquatique (DBP, BBP). Plusieurs Directives européennes sectorielles apportent des restrictions supplémentaires (dispositifs médicaux, cosmétiques, textiles, jouets, matériaux en contact avec les aliments, construction/décoration, appareils électriques).

Cette classification n'induit pas pour autant une disparition des produits émetteurs posés dans l'environnement avant cette réglementation.

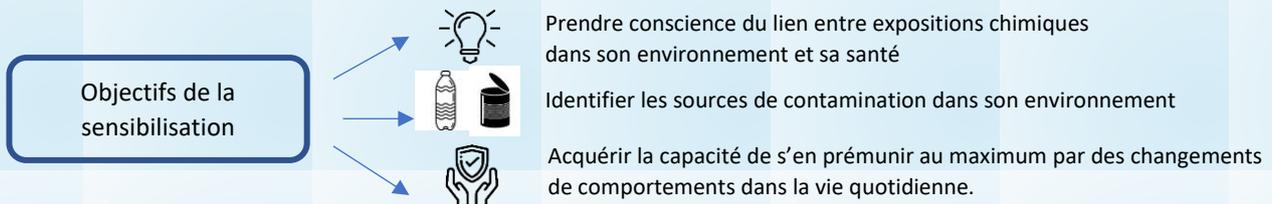
La feuille de route « produits chimiques » de la Commission Européenne publiée le 25 avril 2022 prévoit l'interdiction de l'ensemble des phtalates d'ici 2030⁹.

1.3 CONSTRUCTION DU PROJET PELIF 2

1.3.1 Les résultats du précédent projet PELIF 1

PELIF2 s'inscrit dans la continuité de PELIF1. En effet, la 1^{ère} édition pilote réalisée en 2021 dans 7 lycées franciliens a permis d'analyser chez 186 lycéens 24 substances considérées comme des PE parmi lesquelles on retrouve les phtalates, certains pesticides, des phénols et des perfluorés.

Les résultats ont montré que sur les 24 substances analysées, 20 ont été détectées chez au moins un participant. 9 des substances ont été détectées chez plus de 99 % des participants (BBP, DnBP, DEP, DEHP, DiBP, DMP, DiDP, DiNP et Perméthrine).



1.3.2 Déroulement de la sensibilisation initiale

Une présentation standard a été élaborée et la variété des établissements et des niveaux (1^{ère}, 2nd, terminale) a nécessité une adaptation en concertation avec les enseignants pour la quantité d'information délivrée et le mode d'animation. L'essentiel des informations importantes est résumé dans la brochure qui a été largement diffusée.



Entrée dans le sujet par l'angle des plastiques :

- Compréhensible par toutes et tous
- Aborder à la fois la dimension santé humaine et santé des écosystèmes (Santé Globale)
- Engagement fort de la France sur cet enjeu¹⁰
- S'appuyer sur le rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST)¹¹

Déroulement standard :

1^{er} passage (1h)

Présentation (30 min)

- Qu'est-ce qu'un perturbateur endocrinien ? (5 min)
- Utilisation des plastiques : bénéfiques et risques (5 min)
- Présenter les grandes familles de Perturbateurs Endocriens (5 min)
- Les effets sur la santé (5 min)
- L'environnement intérieur : identifier et réduire les sources (2 min)
- Quelques repères pratiques (3 min)
- L'analyse des bracelets – méthodologie (5 min)

Distribution des bracelets (10 min)

Questions-réponses (10 min)

2nd passage (1h)

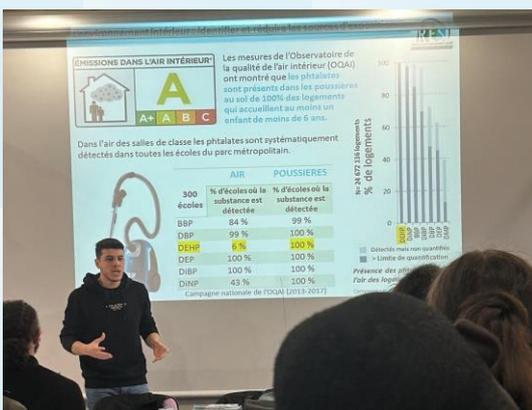
Rappels et compléments (15 min)

Présentation des résultats (10 min)

Discussion (30 min) Possibilité d'organiser des activités pratiques comme ateliers scan, quizz,...

La création des contenus pédagogiques :

- S'appuie sur des données scientifiques validées, synthétisée par le Réseau Environnement Santé ;
- Correspond aux recommandations de la Direction générale de l'enseignement scolaire (Dgesc) publiées en juin 2023¹² ;
- Rejoint les messages de prévention de la campagne « 1000 premiers jours » de Santé publique France.



1.3.3 Principe de l'expérience bracelet

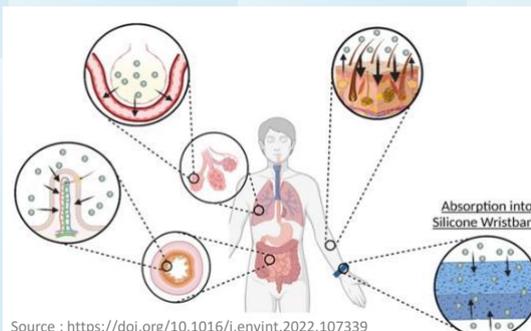
La principale originalité de ce projet est l'utilisation d'un simple bracelet en silicone permettant de rendre visible une pollution invisible. Du fait de son coût, l'expérience bracelet a été limitée à un panel de 10-30 élèves par établissement (principalement des éco-délégués) mais cette démarche innovante a pu entraîner une dynamique pour une sensibilisation large auprès des élèves non participants à l'expérience.

Comparaison avec d'autres méthodes de prélèvements

→ Depuis une première publication en 2014 (O'Connell et al.)¹³ montrant la possibilité d'utiliser les bracelets en silicone en tant qu'échantillonneur passif), cette méthode novatrice suscite un intérêt croissant lié à sa simplicité de mise en œuvre, faisant l'objet d'un nombre croissant de recherches (101 articles publiés à la date du 24/1/24).

→ Le port du bracelet est de loin la méthode de prélèvement perçue comme la plus ludique comparée aux autres possibilités, bien que les mesures ne soient pas aussi complètes que l'analyse d'urine ou de cheveux (qui permettent de rendre compte de la quantité de phtalates ingérée)

Méthode de prélèvement	Exposition mesurée			Simplicité d'utilisation
	Orale	Inhalation	Cutanée	
Bracelet en silicone	✗	✓	✓	☆☆☆☆
Prélèvement de cheveux	✓	✓	✓	☆☆☆
Prélèvement urinaire	✓	✓	✓	☆☆
Prélèvement de sang	✓	✓	✓	☆



→ La présence de 9 phtalates a été analysée (DEHP, DiNP, DiDP, DiBP, BBP, DnBP, DEP, DMP, DnOP). Ce choix de phtalates s'est fait sur la base des mesures effectuées par Santé publique France dans ses études ESTEBAN et ELFE.

→ **Le port de ces bracelets durant 7 jours consécutifs (24h/24, même sous la douche), permet de mesurer l'exposition moyenne quotidienne par voie d'inhalation (air intérieur) et par absorption cutanée (transpiration) et contact direct (gel douche, sprays,...).**

Déroulement pratique et précisions techniques

1. Les bracelets ont été remis aux élèves volontaires (ayant préalablement rempli un formulaire d'autorisation parentale) lors d'un premier passage d'une heure dans le cadre d'une sensibilisation initiale.
2. Une semaine après le port du bracelet, les professeurs encadrants se sont chargés de récupérer l'ensemble des bracelets et de les envoyer directement au laboratoire par voie postale pour analyse à l'aide d'une enveloppe prépayée fournies.
3. Un second passage d'une heure dans les établissements, environ 1,5 mois plus tard, a permis de présenter les résultats groupés anonymisés, de faire des rappels, des compléments, et d'échanger davantage avec les élèves. Dans certains lycées, des activités ont été organisées avec les élèves et les enseignants comme des quizz ou un atelier de confection de bee-wraps.



→ Les bracelets fournis par le laboratoire sont vierges de toute contamination par les phtalates (lavés avec un mélange de solvants) et protégés par une boîte métallique jusqu'à utilisation. La mesure débute à l'ouverture de la boîte et se termine quand les bracelets sont remis dans la boîte.

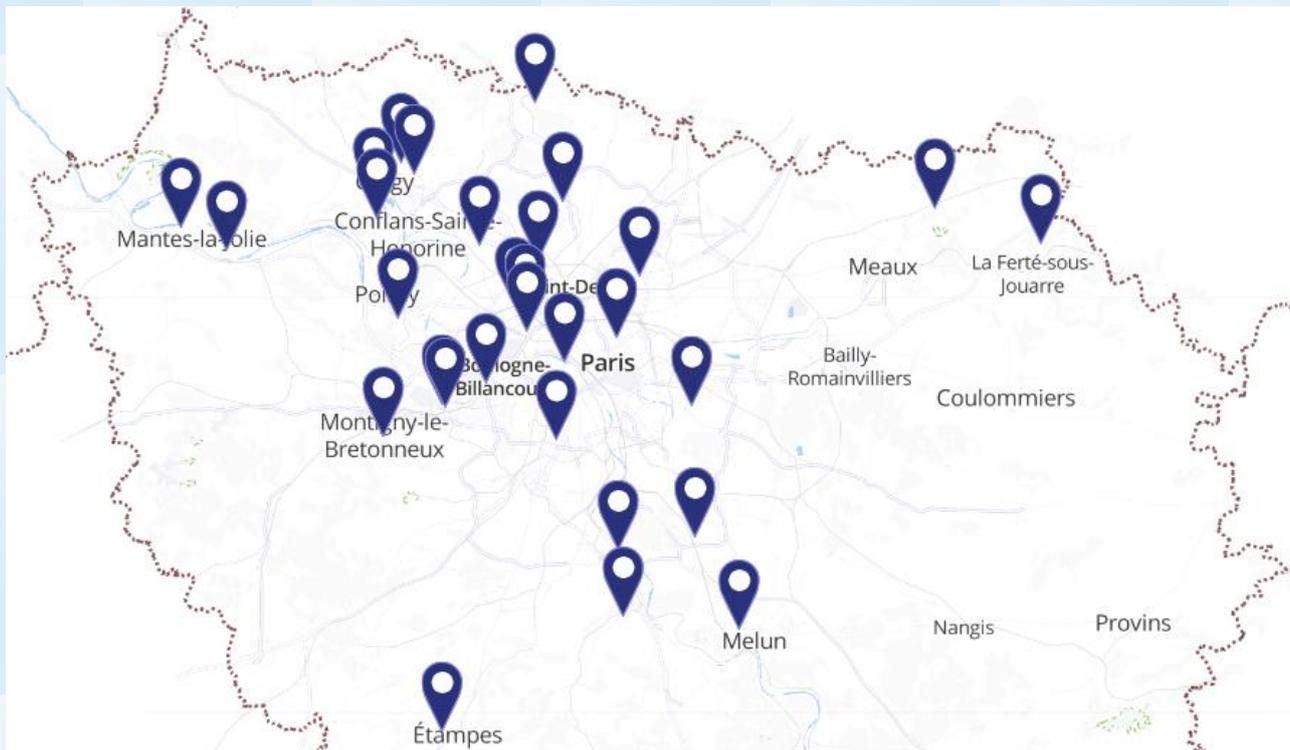
→ Les bracelets ont été analysés par chromatographie en phase liquide couplée avec une détection par spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS) et par chromatographie en phase gazeuse couplée avec une détection par spectrométrie de masse en tandem (GC-MS/MS).

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire IRES Kudzu Science
basé à Strasbourg et accrédité depuis 2015 par le COFRAC



1.3.4 Les lycées participants

Les lycées ont été sélectionnés après un appel à manifestation d'intérêt lancé par la Région Île-de-France à tous les lycées éco-responsables de la Région, en veillant à une représentation des 8 départements et à englober à la fois des filières générales et professionnelles, ainsi que des lycées d'éducation adaptée (LEA).



Nombre de lycées participants par département :

Paris : 1	Seine-Saint-Denis : 3	Seine-et-Marne : 4	Essonne : 3
Hauts-de-Seine : 4	Val-de-Marne : 2	Yvelines : 6	Val-d'Oise : 7

- 20 lycées d'enseignement général
- 10 lycées professionnels et établissements adaptés

→ Une carte en ligne des lycées participants est disponible sur le site de la Région

<https://www.iledefrance.fr/toutes-les-actualites/des-lyceens-franciliens-ont-teste-leur-exposition-aux-perturbateurs-endocriniens>

1.3.5 L'équipe projet

L'essentiel des interventions en lycées a été assuré par Anissa BOUALAOUÏ et Moufid BOUZIDI, étudiants en Master 2 Toxicologie, Environnement, Santé (TES) à l'Université Paris Cité, dans le cadre de leur stage au RES.

L'essentiel de la coordination a été assurée par David FELTZ, chargé de mission au RES, avec la participation de Ouissem LARRI, chargée de mission au RES, sous la direction d'André CIOLELLA, président du RES.

6 bénévoles du RES ont également participé activement à différents aspects du projet :

Mireille PEYRONNET, Pascale IOOS, Christine RECEVEUR, Jean-Claude GENET, Anaïs LE TREGUILLY, Daniel QUILLIOT

Le projet a bénéficié du soutien financier de la Région Ile-De-France, première région signataire de la charte Villes et Territoires sans Perturbateurs Endocriniens, et du portage politique des Vice-Présidents James CHERON (Lycées), Yann WEHLING (Environnement), ainsi que d'Olivier BLOND, Délégué spécial à la santé environnementale et à la qualité de l'air, avec l'appui opérationnel de la Direction de l'Environnement ainsi que du pôle Lycées Eco-Responsables. Le RES tient plus particulièrement à remercier les agents de la Région mobilisés : Lola CHUPIN, Irvin BIDA, Nicolas RIHET.

Le projet a pu être mené à bien grâce à la compétence du laboratoire IRES Kudzu (Vincent PEYNET, Célia BURG, Delphine CHAUVOIS), du graphiste (Thomas FRISCH) et de l'équipe de Virtuel production pour la vidéo de valorisation du projet (François DEMERLIAC, Valérie GUINFOLLEAU).



2. LES RESULTATS

2.1 PARTICIPATION

Le RES tient à remercier l'ensemble des chefs d'établissement, et l'engagement fort des professeurs, avec lesquels les interventions ont été coconstruites afin qu'elles s'adaptent au niveau et au type de public (2nde, 1^{ère}, terminale – professionnel ou général), et enfin les élèves, en particulier les éco-délégués, qui ont été très motivés pour participer aux interventions et à l'expérimentation des bracelets.

Lycées	Type	Localisation	Date 1 ^{er} passage	Date 2 nd passage	Niveau des élèves sensibilisés	Nb d'élèves sensibilisés par les interventions	Nb d'élèves participants à l'exp bracelets	Nb adultes encadrants participants (bracelet)	Nb total de bracelets analysés
Lycée Camille Pissarro	Général	95300 Pontoise	16/05/2022	07/06/2022	Classe de Terminale (ST2S)	70	17	2	19
Lycée polyvalent Marie Laurencin	Général	91540 Mennecy	15/11/2022	13/12/2022	Eco-délégués	70	18	3	21
Lycée polyvalent de l'Hautil	Général	95280 Jouy-le-Moutier	24/01/2023	14/03/2023	Classes de 1ère et terminale (SVT)	207	19	2	21
Lycée Camille Claudel	Général	95490 Vauréal	26/01/2023	09/03/2023	Classes de terminale (SVT) et de 2nde	70	28	3	31
Lycée Nelson Mandela	Pro	91150 Étampes	09/02/2023	04/04/2023	Classe de terminale Bac pro (ASSP)	30	18	2	20
Lycée Polyvalent Jean Moulin	Général	93150 Le Blanc-Mesnil	06/03/2023	12/05/2023	Eco-délégués	30	11	2	13
Lycée Louis-le-Grand	Général	75005 Paris	10/03/2023	20/04/2023	Classes de 1ère (SVT)	150	23	2	25
Lycée George Sand	Général	77350 Le Mée-sur-Seine	13/03/2023	21/04/2023	Classes de 1ère (SVT)	63	19	3	22
Lycée Frédéric Mistral	Général	94260 Fresnes	14/03/2023	30/05/2023	Classes de 1ère (SVT)	70	30	3	33
Lycée Samuel de Champlain	Général	94430 Chennevières-sur-Marne	14/03/2023	07/04/2023	Eco-délégués, Classes de 1ère,, 2nde et ter (SVT)	150	16	2	19
Lycée La Bruyère	Général	78000 Versailles	16/03/2023	11/05/2023	Classe de 2nde (SVT)	32	21	2	23
Lycée Le Corbusier	Pro	95240 Cormeilles en Parisis	17/03/2023	12/05/2023	Classes de Bac pro (Menuisier/Agenceur et Finition Bâtiment).	42	17	4	21
LEA Françoise Dolto	Adapté	95260 Beaumont-sur-Oise	21/03/2023	22/05/2023	Classe de CAP (ATMFC)	20	4	4	8
Lycée Paul Émile Victor	Général	95520 Osny	23/03/2023	10/05/2023	Eco-délégués et Classes de 2nde (SVT)	250	26	6	32
Lycée polyvalent privé Montalembert	Général	92400 Courbevoie	23/03/2023	11/05/2023	Classes de 2nde et de terminale (SVT)	62	23	4	27
LEA Léopold Bellan	Adapté	77260 Chamigny	24/03/2023	12/05/2023	Classes de CAP (Menuiserie et hôtellerie)	16	8	1	9
Lycée des Métiers Gué à Tresmes	Pro	77440 Congis-sur-Thérouanne	30/03/2023	16/05/2023	Eco-délégués	25	14	6	20
Lycée Jean Rostand	Général	78200 Mantes-la-Jolie	31/03/2023	24/05/2023	Eco-délégués Classes de 1ère et terminales (SVT)	60	18	2	20
Lycée professionnel Eugène Hénaff	Pro	93170 Bagnole	04/04/2023	16/05/2023	Classe de 2nde Bac Pro (MNB)	20	10	4	14
Lycée Descartes	Général	78180 Montigny-le-Bretonneux	04/04/2023	09/05/2023	Classes de 1ère,, 2nde et ter (SVT)	60	21	4	25
Lycée Polyvalent George-Sand	Général	95330 Domont	05/04/2023	17/05/2023	Classe de 2nde (SVT)	35	14	2	16
Lycée Marie Curie	Pro	78000 Versailles	06/04/2023	17/05/2023	Classes de 1ère (STL)	30	12	8	20
Lycée Antoine Lavoisier	Pro	78440 Porcheville	11/04/2023	23/05/2023	Classe de 1ère (STL)	15	12	2	14
Lycée Jean-Pierre Vernant	Général	92310 Sèvres	11/04/2023	23/05/2023	Classe de terminale (SVT)	33	15	0	15
Lycée Professionnel Charles Baudelaire	Pro	91000 Évry-Courcouronnes	14/04/2023	26/05/2023	Une classe de Bac Pro (ASSP)	31	28	5	33
Lycée Galilée	Général	77380 Combs-la-Ville	14/04/2023	/	Eco-délégués et Classe de 1ère (SVT)	35	0	0	0
Lycée Albert Camus	Général	92270 Bois Colombes	18/04/2023	30/05/2023	Classe de 2nde (SVT)	35	6	1	7
Lycée international de Saint-Germain-en-Laye	Général	78100 Saint-Germain-en-Laye	/	11/05/2023	Eco-délégués et Classes de 2nde (SVT)	350	17	2	19
Lycée privé Notre-Dame Sainte-Croix	Général	92200 Neuilly-sur-Seine	30/05/2023	/	Classe de 1ère (SVT)	30	0	0	0
Lycée Louise Michel	Pro	93800 Épinay-sur-Seine	10/10/2023	13/12/2023	Eco-délégués et classe de 2nd 2GATL	35	21	14	35
Total						2126	486	95	581

Le RES tient également à remercier les collectivités locales et les acteurs de santé qui ont participé et soutenu ce projet, y compris financièrement. Leur engagement a renforcé les liens entre les acteurs pour faire naître une dynamique territoriale autour de l'action dans les lycées :

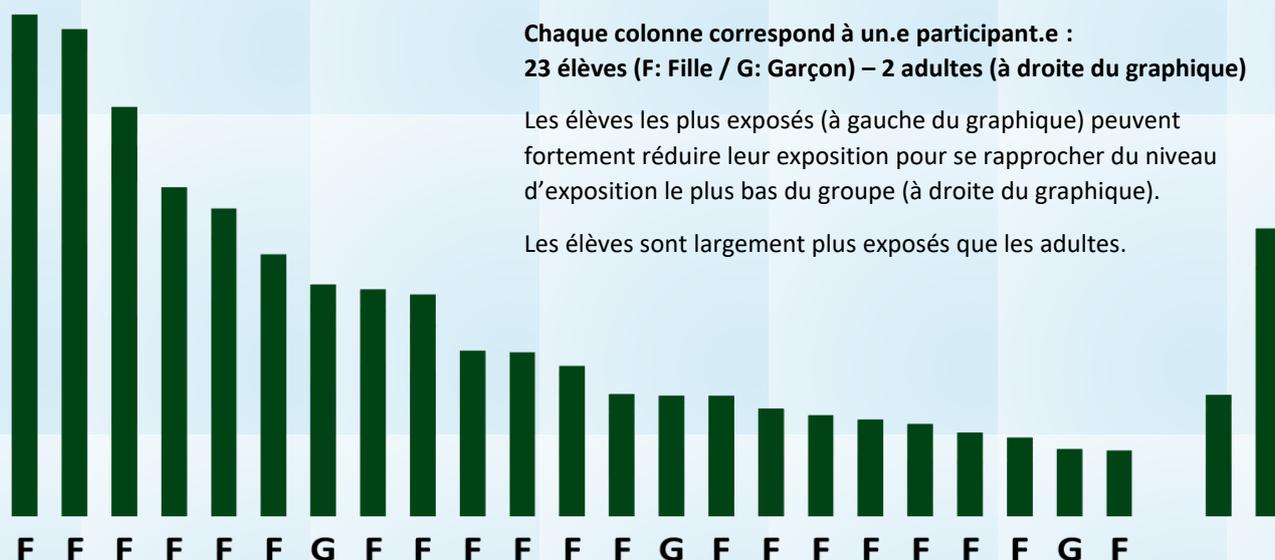
- La Communauté d'Agglomération de Cergy-Pontoise (95)
- La Ville d'Évry-Courcouronnes (91)
- La Ville du Blanc-Mesnil (93)
- La CPTS Val d'Essonne et des Deux Vallées (91)
- La Ville de Mennecy (91)

2.2 LES RESULTATS DES ANALYSES

8 phtalates sur les 9 testés ont été retrouvés chez tous les élèves avec des écarts importants entre élèves et entre lycées. Les résultats ont principalement été restitués aux élèves sous forme de représentation graphique anonymisée de leurs mesures, permettant la comparaison avec les résultats des autres groupes dans d'autres lycées, sans trop entrer dans le détail de la concentration de chaque molécule.

2.2.1 De fortes disparité d'exposition entre les élèves et les lycées

Pour visualiser les résultats de la manière la plus lisible possible, un graphique a été créé pour chaque lycée, présentant des mesures groupées et anonymisées de la quantité totale de phtalates (9) par bracelet. La plupart de ces graphiques présentent une forte similitude avec celui de l'exemple ci-dessous.

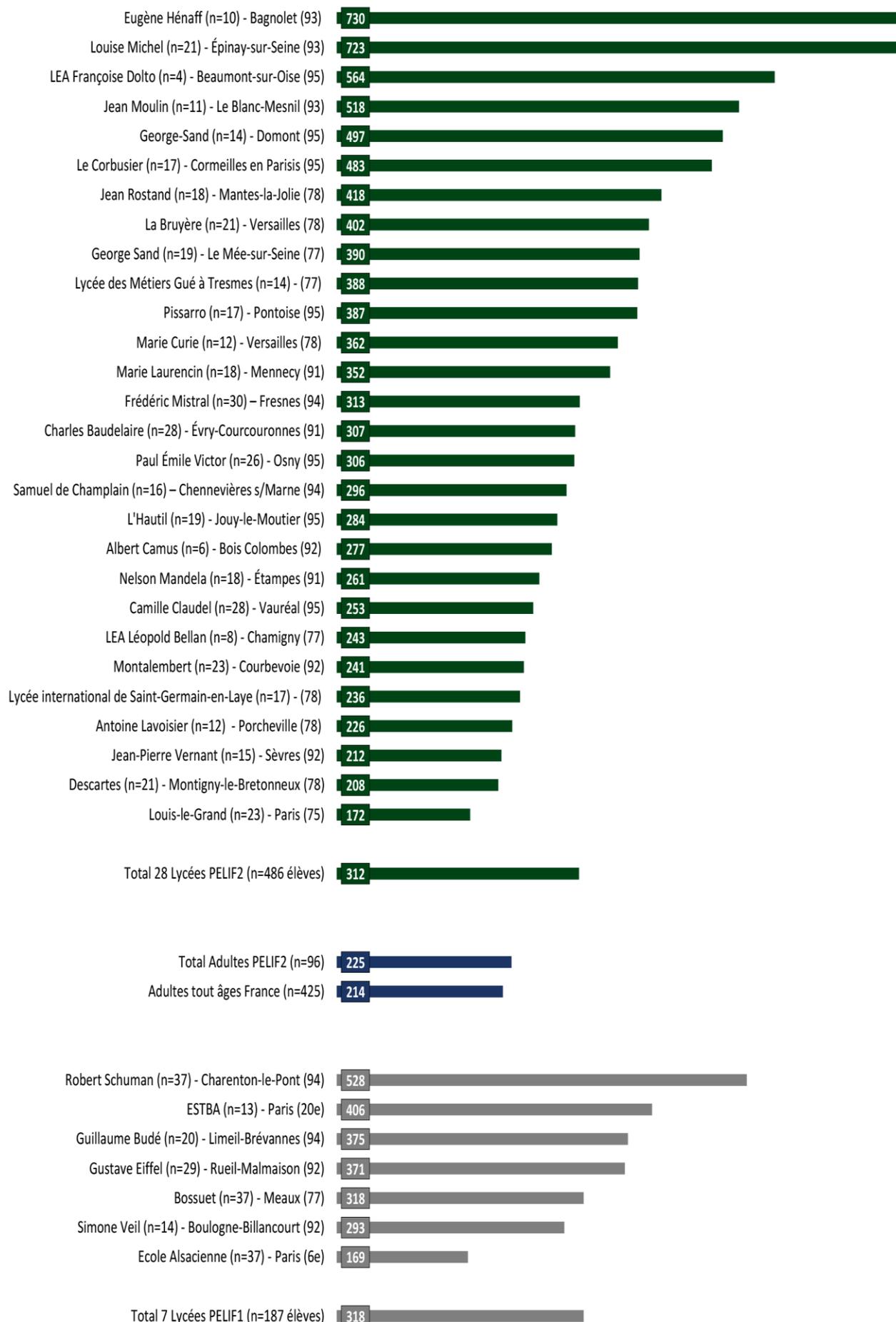


Graphique : Quantité totale de phtalates (9) par bracelet. Exemple des résultats obtenus pour le lycée Louis-Le-Grand.

Tableau : Quantité totale de phtalates (9) par bracelet pour chaque lycée. Exprimée en microgrammes par bracelet (µg/bra)					
	nb élèves	▼ Médiane (µg/bra)	Moyenne (µg/bra)	Max (µg/bra)	Min (µg/bra)
Lycée professionnel Eugène Hénaff, Pro, 93170 Bagnole	10	730	1066	2471	80
Lycée Louise Michel, Pro, 93800 Épinay-sur-Seine	21	723	868	2192	291
LEA Françoise Dolto, Adapté, 95260 Beaumont-sur-Oise	4	564	608	892	411
Lycée Polyvalent Jean Moulin, Général, 93150 Le Blanc-Mesnil	11	518	927	3792	251
Lycée Polyvalent George-Sand, Général, 95330 Domont	14	497	488	925	71
Lycée Le Corbusier, Pro, 95240 Corneilles en Parisis	17	483	549	1950	143
Lycée Jean Rostand, Général, 78200 Mantes-la-Jolie	18	418	495	1203	164
Lycée La Bruyère, Général, 78000 Versailles	21	402	618	3148	89
Lycée George Sand, Général, 77350 Le Mée-sur-Seine	19	390	619	2557	30
Lycée des Métiers Gué à Tresmes, Pro, 77440 Congis-sur-Thérouanne	14	388	480	1195	211
Lycée Camille Pissarro, Général, 95300 Pontoise	17	387	481	1385	79
Lycée Marie Curie, Pro, 78000 Versailles	12	362	390	633	149
Lycée polyvalent Marie Laurencin, Général, 91540 Mennecy	18	352	369	816	64
Lycée Frédéric Mistral, Général, 94260 Fresnes	30	313	348	1035	43
Lycée Professionnel Charles Baudelaire, Pro, 91000 Évry-Courcouronnes	28	307	428	963	54
Lycée Paul Émile Victor, Général, 95520 Osny	26	306	338	715	145
Lycée Samuel de Champlain, Général, 94430 Chennevières-sur-Marne	16	296	344	1336	87
Lycée polyvalent de l'Hautill, Général, 95280 Jouy-le-Moutier	19	284	593	5631	97
Lycée Albert Camus, Général, 92270 Bois Colombes	6	277	1466	7515	102
Lycée Nelson Mandela, Pro, 91150 Étampes	18	261	332	882	95
Lycée Camille Claudel, Général, 95490 Vauréal	28	253	393	1379	48
LEA Léopold Bellan (Adapté), 77260 Chamigny	8	243	296	703	60
Lycée polyvalent privé Montalembert, Général, 92400 Courbevoie	23	241	325	1471	63
Lycée international de Saint-Germain-en-Laye, Général, 78100	17	236	309	810	97
Lycée Antoine Lavoisier, Pro, 78440 Porcheville	12	226	383	1799	139
Lycée Jean-Pierre Vernant, Général, 92310 Sèvres	15	212	251	716	48
Lycée Descartes, Général, 78180 Montigny-le-Bretonneux	21	208	235	1063	39
Lycée Louis-le-Grand, Général, 75005 Paris	23	172	225	574	75
Total 28 Lycées (n=486 élèves)	486	312	463	7515	30

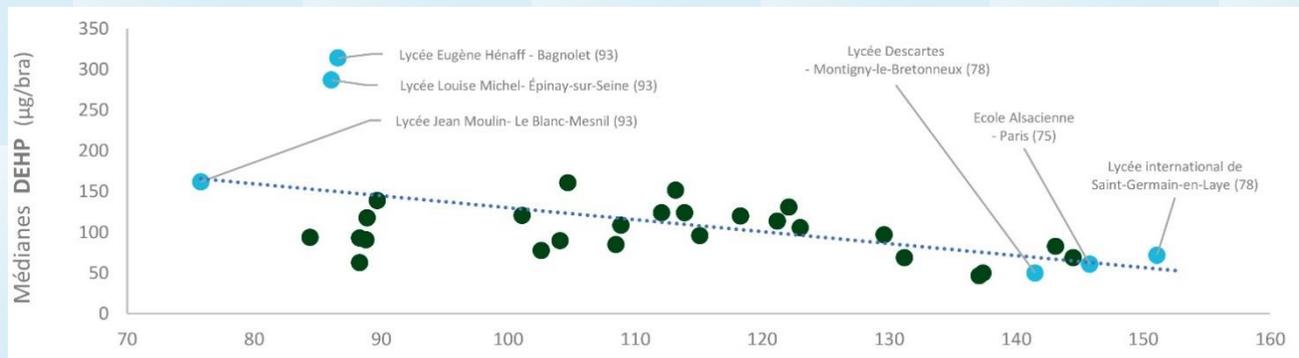
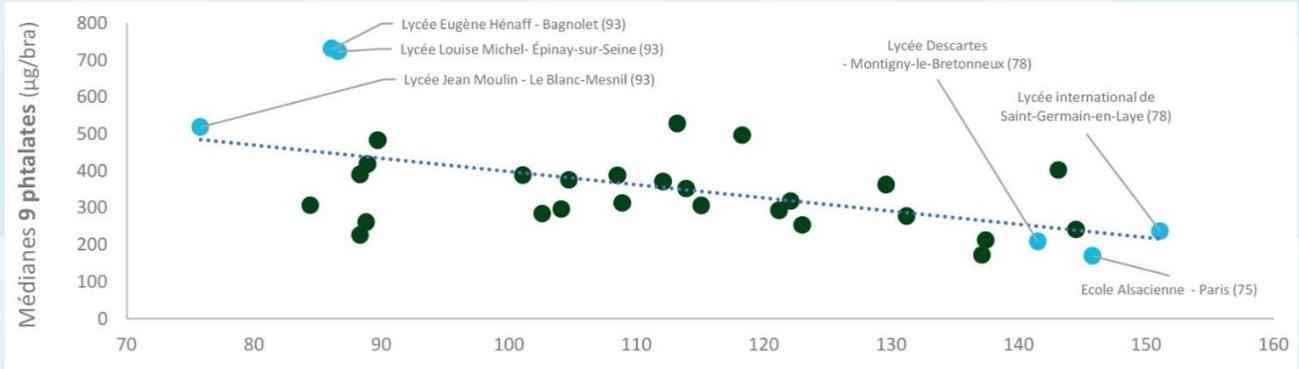
2.2.2 Comparaison entre lycées

Un rapport de 1 à 4 a été observé entre les valeurs médianes des lycées où les élèves étaient moins exposés (Paris et Yvelines) et ceux où ils étaient plus exposés (Seine-Saint-Denis).



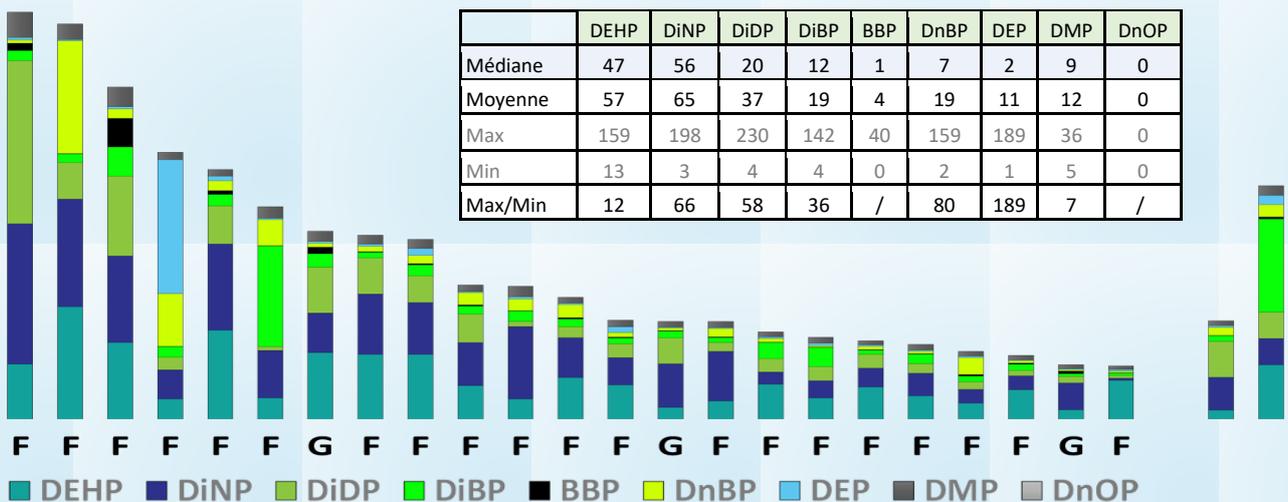
2.2.3 Inégalités sociales d'exposition

L'évaluation du rapport entre la médiane d'exposition des lycées (pour la quantité totale des 9 phtalates par bracelet) et les valeurs d'Indice de Position Sociale (IPS, pour les années 2021-2022) des lycées suggère une corrélation qui serait à préciser par des études supplémentaires permettant de saisir plus globalement la contamination comme le permettent les dosages urinaires et l'importance des différentes sources hors lycée. Les valeurs de l'IPS en abscisse des graphiques ci-dessous représentent les conditions socio-économiques et culturelles moyennes des professions des parents.



2.2.3 Variation de la présence des différents phtalates

A partir de l'exemple des résultats obtenus pour le lycée Louis-Le-Grand, le graphique et le tableau ci-dessous permettent de présenter plus précisément les mesures obtenues pour chaque phtalate.

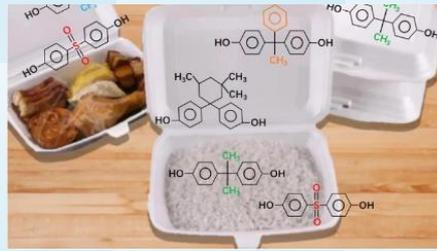
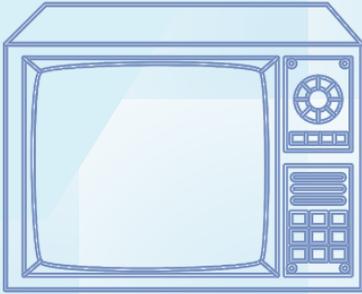


Les phtalates les plus présents sont le DEHP, le DiNP, le DiDP et le DiBP, lesquels sont utilisés dans de nombreuses applications diverses. Il est donc difficile d'identifier précisément les sources d'exposition de chaque phtalate.

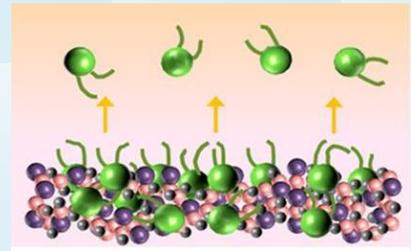
Il s'agit de réduire globalement l'exposition avec en priorité les sources principales et les plus accessibles du quotidien (plastiques mous/souples/PVC - surtout si chauffés -, cosmétiques, alimentation ultra-transformée, poussières domestiques).

2.3 DES GESTES SIMPLES POUR COMMENCER A REDUIRE SON EXPOSITION

Qui fait encore chauffer du plastique au four micro-onde ?



<https://doi.org/10.1007/s11356-022-22890-4>



<https://doi.org/10.1021/la500476u>

Cette question peut sembler triviale mais des sondages à main levée durant les interventions ont révélé que plus de la moitié des élèves et des adultes réchauffent régulièrement des contenants en plastique au micro-onde, relâchant ainsi des perturbateurs endocriniens qui vont migrer des plastiques vers les aliments.

Réduire son exposition commence par ancrer des petits changements dans la routine quotidienne mais qui vont avoir un impact significatif. Dans le cas du micro-onde ce changement est gratuit et facile : utiliser des récipients en verre pour chauffer vos aliments. Commençons par là.

Chacun peut, à titre personnel :



aérer régulièrement son domicile ;



consommer des produits alimentaires issus de culture biologique, sans pesticides, sans hormones et sans additifs ;



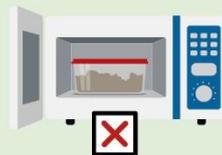
ne pas consommer les aliments préemballés dans du plastique ou en boîte de conserve ;



privilégier certains revêtements anti-adhésifs (acier inoxydable, fonte, fer et porcelaine) pour la cuisine ;



éviter les contenants en plastique (bouilloire, cuisinette, biberon, etc.) ;



ne pas chauffer au micro-ondes des aliments dans des barquettes de plastique ou couverts de film étirable ;



privilégier les cosmétiques bio ;



éviter les composants chimiques toxiques dans les produits de jardinage, de bricolage ou dans les peintures.

→ Les labels et les applications peuvent aider à réduire globalement l'exposition (liste non exhaustive)



⚠ Si les actions individuelles sont nécessaires, il convient de souligner que l'exposition par les phtalates ne peut pas toujours être évitée volontairement par l'individu. Des actions collectives sont donc requises à de multiples niveaux institutionnels (Europe, Etat, Industries, collectivités locales, ...).

2.4 VALORISATION ET COMMUNICATION

Le support des bracelets en silicone s'est avéré décisif pour une appropriation positive par les lycéens. Il repose sur une technique nouvelle puisque la 1^{ère} publication date de 2014.

Le projet PELIF est le 1^{er} projet de cette envergure mené avec cette technique en direction d'une population de lycéens, non seulement en France et en Europe mais dans le monde.

Valorisation par les lycées Par exemple : Lycée de l'Hautail / Lycée Descartes / Lycée Jean Moulin / Lycée Eugène Hénaff

Valorisation par les collectivités locales Par exemple : Le magazine web de Cergy-Pontoise / Inf'OSNY / Le Blanc Mesnilois

Dans les médias (TV, Presse locale et nationale)

- Interview sur le plateau de France 3 IDF (16 janvier 2024)
- Reportage de France 3 IDF à paraître
- Perturbateurs endocriniens : les lycéens de Seine-Saint-Denis quatre fois plus exposés qu'à Paris (Actu.fr, 8 dec 2023)
- Reportage et interviews dans C à Vous sur France 5 (7 dec 2023)
- Île-de-France : les lycéens très exposés aux perturbateurs endocriniens (France Inter, 7 déc 2023)
- Les lycéens franciliens très exposés aux perturbateurs endocriniens, et encore plus en Seine-Saint-Denis (France Inter, 7 déc 2023)
- Reportage sur les phtalates dans le Magazine de la Santé sur France 5 (09 juin 2023)
- Cergy Pontoise, Perturbateurs Endocriniens : les lycéens sensibilisés (L'Echo, 18 janvier 2023)



Valorisation lors des initiatives organisées :

Par la Région Île-de-France

- Cérémonie de clôture du projet PELIF organisée le 06 décembre 2023 au Lycée Louis-le-Grand.

En partenariat avec le Réseau Environnement Santé, la Démarche des Lycées Eco-Responsables a accueilli près de 150 élèves et professeurs pour sa conférence « Les Perturbateurs Endocriniens : mieux comprendre pour mieux s'en protéger »

→ <https://www.iledefrance.fr/toutes-les-actualites/des-lyceens-franciliens-ont-teste-leur-exposition-aux-perturbateurs-endocriniens>

Par le Réseau Environnement Santé :

- Webinaire le 22 novembre 2023 organisé avec le Centre National de la Fonction Publique Territoriale (CNFPT), la Société Française d'Endocrinologie, Elus Santé Publique Territoires (ESPT), et le Réseau Français Villes Santé sur le thème « Réduire l'exposition aux perturbateurs endocriniens, quels enjeux sanitaires ? quel leviers pour les collectivités locales en France ? » Intervention d'Olivier Blond lors de la table ronde « Mobiliser la société et parties prenantes sur les territoires : un enjeu politique » avec projection de la vidéo PELIF2. → <https://www.reseau-environnement-sante.fr/journee-22-nov-distanciel-perturbateurs-endocriniens-collectivites/>

- Colloque au Sénat 17 novembre 2023 à l'occasion de la Journée mondiale de la prématurité « De la prématurité aux maladies infantiles : l'enjeu des perturbateurs endocriniens » avec projection de la vidéo PELIF2 (Intervention O. Blond). Réunion organisée en partenariat avec les sociétés médicales de pédiatres (AFPA et AFPEL), d'endocrinologues (SFE) et de néo-natologues (SFN) et l'association Elus Santé Publique Territoires (ESPT). Cette réunion a permis de mettre l'accent sur la situation particulière en matière de mortalité infantile de la France (Selon l'OCDE, 3ème pays européen en 1995 et 20ème sur 25 en 2021) et notamment de la région Ile-de-France en matière de mortalité infantile (Région ayant le taux le plus élevé de France).

→ <https://www.reseau-environnement-sante.fr/colloque-senat-17nov-prematurite-mortalite-infantile/>

- Colloque au Parlement européen 20 avril 2023 dans le cadre de la 1^{ère} phase du programme Agora Strasbourg Capitale européenne visant à développer un réseau européen des Villes et Territoires sans Perturbateurs Endocriniens. (Intervention Y. Wehring)

→ <https://www.reseau-environnement-sante.fr/colloque-vtspe-parlement-europeen-strasbourg/>

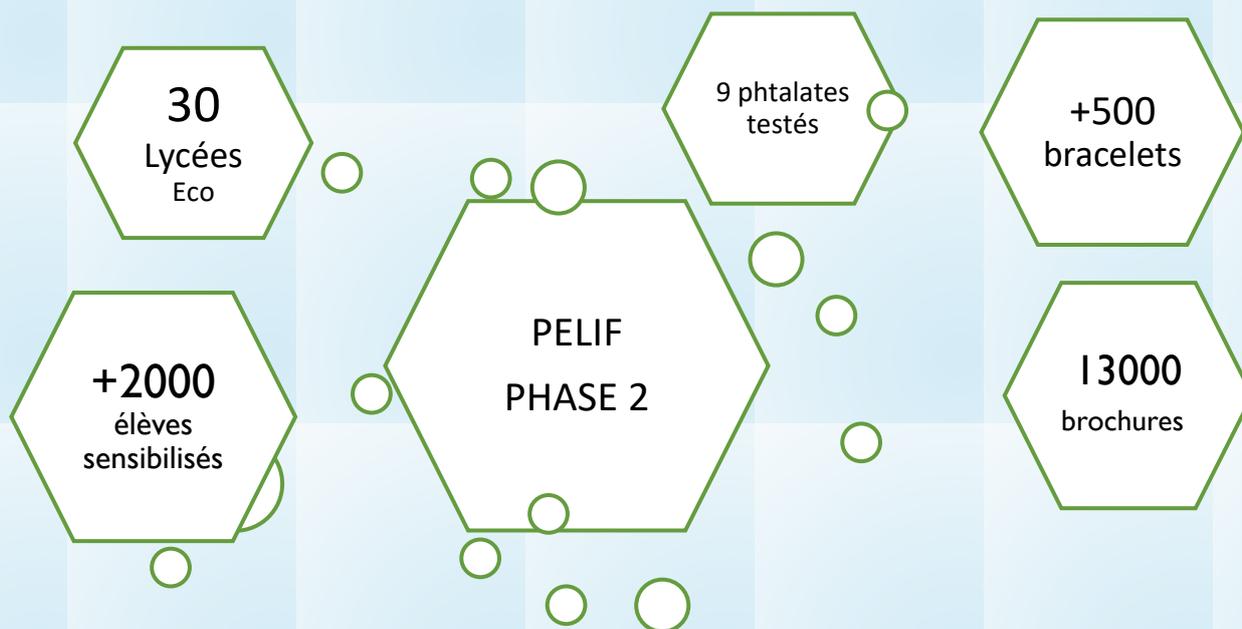
Au niveau de la Stratégie Nationale Perturbateurs Endocriniens (SNPE) :

- Par l'Inspection Générale des Affaires Sociales le 23 novembre au Ministère de la Santé sur le thème « La santé environnementale : un enjeu essentiel, des défis collectifs ». Intervention d'André Cicoella et Olivier Blond et lors de la Table ronde n°1 : « L'exposome : de la recherche à l'action ». C'est à la suite de ce colloque qu'ont souhaité participer à la réunion de bilan du 6 décembre à Louis le Grand 2 inspecteurs IGAS en charge du rapport préparatoire pour la 3^{ème} phase de la SNPE (rapport attendu en avril 2024). C'est aussi suite à cette rencontre que France Inter, et par suite France 3 et France 5 se sont fait l'écho du projet PELIF.

→ <https://sante.gouv.fr/actualites/actualites-du-ministere/article/colloque-igas-du-23-novembre-la-sante-environnementale-des-enjeux-essentiels-un>

- La vidéo PELIF1 avait déjà fait l'objet d'une présentation en avril 2022 lors de la réunion du comité de suivi de la SNPE, ce qui avait suscité l'intérêt des représentants du Ministère de l'Éducation nationale pour une extension du projet au niveau national.

3. PERSPECTIVES



3.1 RETOURS D'EXPERIENCE

Ciblage

L'appel à manifestation d'intérêt a initialement été orienté vers les classes de SVT. Si ce ciblage apparaît toujours pertinent, notamment en lien avec les programmes de 1ères et de terminales, ce projet a mis en évidence la pertinence d'élargir la démarche. En particulier les élèves éco-délégués se sont montrés particulièrement motivés.



Les éco-délégués

- Peuvent devenir ambassadeurs de la thématique en sensibilisant leurs camarades de classe, d'autres classes, leur entourage (amis, parents et même grands-parents), voire d'autres publics.
- La santé environnementale est pour l'instant encore un angle mort des actions prévues dans le cadre des référentiels.
- Cela permet d'impliquer plusieurs niveaux (2^{nde}, 1^{ère}, terminale).
- Pour les 2^{ndes}, la question de l'infertilité peut aussi s'inscrire dans la continuité d'un module du 2nd semestre.
- Au niveau de l'encadrement enseignant, les référents développement durable sont souvent des professeurs de SVT mais cela a pu être aussi des professeurs d'espagnol ou d'art plastique. Cibler les éco-délégués peut donc permettre de toucher plus largement les équipes enseignantes.
- Dans certains établissements, les élèves éco-délégués ayant assisté aux présentations les ont retravaillées afin de pouvoir en faire un résumé aux classes n'ayant pas pu assister à la sensibilisation, ce qui montre bien l'importance du message aussi bien pour les enseignants que pour les élèves.
- Le coût des analyses de phtalates étant élevé, faire participer à l'expérimentation 2 éco-délégués par classe, au lieu de classes entières, peut permettre de mobiliser un maximum de classes avec un coût réduit. Exemple du Lycée international de Saint-Germain-en-Laye : 17 éco-délégués ont portés le bracelet mais 350 élèves ont participé à la conférence de restitution des résultats avec leurs professeurs.

Les lycées professionnels

- Une forte demande rencontrée pour les filières où les métiers sont directement concernés par la thématique des perturbateurs endocriniens (petite enfance, restauration, bâtiment, esthétique,...)
- Les enseignants de Prévention-Santé-Environnement (PSE) sont particulièrement intéressés pour développer la thématique.

- Sensibiliser les élèves d'établissements adaptés a soulevé beaucoup de questions sur l'approche à adopter. Les élèves atteints de troubles du neuro-développement (TDAH, troubles du langage) sont directement concernés par les effets sanitaires des perturbateurs endocriniens et peuvent être à la recherche de responsables à cette situation.

Sensibilisation

L'une des craintes était de générer une source de stress supplémentaire chez ces jeunes, s'ajoutant à « l'éco-anxiété » que certains pouvaient déjà ressentir vis-à-vis des problèmes environnementaux actuels. Cependant les résultats sont très encourageants pour la suite, les participants ayant joué le jeu au maximum.

Quelques observations suite aux interventions :

- Un certain manque de connaissances des élèves mais aussi des enseignants sur le sujet. Beaucoup n'avaient jamais entendu parler des perturbateurs endocriniens ou n'étaient pas capables de définir la notion.
- Les lycéens étaient acteurs de la sensibilisation et demandeurs d'information afin de pouvoir se prémunir contre l'exposition aux phtalates.
- L'accent mis sur la contamination par les plastiques pour introduire le sujet dans les conférences de présentation explique l'intérêt auprès des lycéens. Cela ouvre la voie à une valorisation sur la dimension pollution de l'écosystème et atteinte de la biodiversité, à un moment où la pollution plastique fait l'objet de négociations au niveau international

Utilisation du bracelet

- Le choix de mesurer uniquement une famille de perturbateurs endocriniens « non persistante » comme les phtalates est un support pour permettre une communication non anxiogène voire positive car :
 - Les phtalates s'éliminant en quelques heures les changements de comportements ont un impact réel et immédiat ;
 - Les sources sont facilement identifiables et à portée de main ;
 - La dimension ludique a été centrale. Les volontaires ont notamment fait remarquer le « côté fun » ;
 - Les résultats montrant de fortes différences entre personnes d'un même groupe, la leçon à en tirer est qu'il est possible d'être moins exposé.
- Les coûts et les délais importants restent une limite à un déploiement plus massif.
- Des modèles de bracelets ajustables sont recommandés pour éviter les pertes et accroître encore plus l'acceptabilité.
- Avec plus d'une trentaine de publications recensées à ce jour utilisant le bracelet en silicone comme outil de mesure de l'exposition, il semble très prometteur à l'évaluation de l'exposition aux perturbateurs endocriniens.

Enclencher une dynamique territoriale autour du lycée

- Les liens avec les collectivités locales sont à développer, notamment en lien avec les contrats locaux de santé (CLS).
- L'implication de la Faculté de Pharmacie via les étudiants en toxicologie qui ont effectué les présentations crée un autre lien avec le Ministère de l'Education nationale. Un développement du projet à l'échelle nationale peut prendre appui sur ces étudiants, et ce d'autant plus que l'Académie Nationale de de Pharmacie s'est prononcée pour le Pharmacien acteur de la Santé environnementale. En tant que professionnel de santé en contact régulier avec la population, le pharmacien a totalement sa place dans cette mission de sensibilisation aux perturbateurs endocriniens.
- Les communautés professionnelles territoriales de santé (CPTS) permettent de regrouper différents professionnels de santé souhaitant travailler et se coordonner autour d'un projet commun. En tant que professionnel de santé, le pharmacien a sa place dans les CPTS afin de mettre en place des missions de sensibilisation ou bien des opérations de biomonitoring comme dans PELIF2.

Santé publique et santé environnementale

- Les lycéens sont les futurs parents. Leur sensibilisation à l'enjeu des Perturbateurs Endocriniens est une contribution à la réponse à apporter aux indicateurs de santé de l'enfant et en priorité de santé infantile qui leur sont liés.
- La situation de la région Ile-de-France et plus particulièrement de certains départements (Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne et Val-d'Oise) qui se retrouvent dans les derniers rangs des départements métropolitains en matière de prématurité et de mortalité infantile légitime un développement de l'action en ce domaine, non seulement en continuant l'action dans les lycées, mais plus largement en direction de la population en âge de procréer.

La démonstration est faite que la santé environnementale peut être un axe mobilisateur pour les lycées éco-responsables dans une démarche prenant appui sur les éco-délégués. Ce projet ouvre la voie à une démarche plus systématique à l'échelle nationale en prenant appui sur les collectivités locales.

3.2 EVALUER LA REDUCTION DE L'EXPOSITION

La limite du projet PELIF a été de ne pouvoir réaliser qu'une seule opération de mesure de la contamination, ce qui ne permet pas de mesurer précisément l'impact de la campagne de sensibilisation.

Précédents projets du RES

Plusieurs projets menés à plus petite échelle montrent qu'il est possible d'en quantifier l'efficacité en procédant à une 2^{de} opération, 15 jours après le rendu des résultats de la 1^{ère} campagne en ayant sensibilisé entre temps les participants.

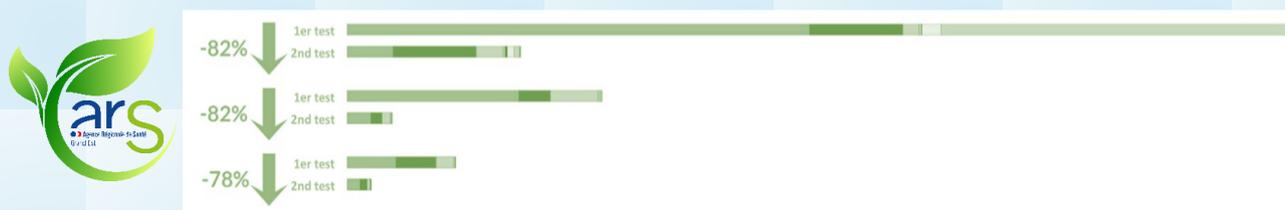
Le projet EXAPH

L'étude de l'exposition aux phtalates (EXAPH) a été menée en 2022 par le RES avec le soutien de l'ARS Grand Est et la participation de 40 personnes volontaires des communes de Strasbourg, Schiltigheim et Bischheim¹⁴.

La plupart des participants sont têtes de réseaux ou actifs dans des associations ce qui leur a conféré un rôle d'éco-ambassadeur.

Après une première série d'analyses, les 10 personnes les plus contaminées ont bénéficié d'une sensibilisation plus poussée et un 2^e test leur a été proposé quelques semaines après. Sauf pour 2 personnes, une diminution moyenne de -59% entre la première série de test et la seconde a été observée.

En incluant les 2 personnes qui ont vu leur exposition augmenter une diminution moyenne de - 32 % est observée sur le total des 9 phtalates recherchés.



Le graphique ci-dessus montre la réduction de l'exposition pour les 3 personnes les plus exposées au départ.

→ En savoir plus : <http://www.reseau-environnement-sante.fr/projet-exaph-exposition-aux-phtalates/>

Analyses menées dans 3 lycées d'Annecy en 2023

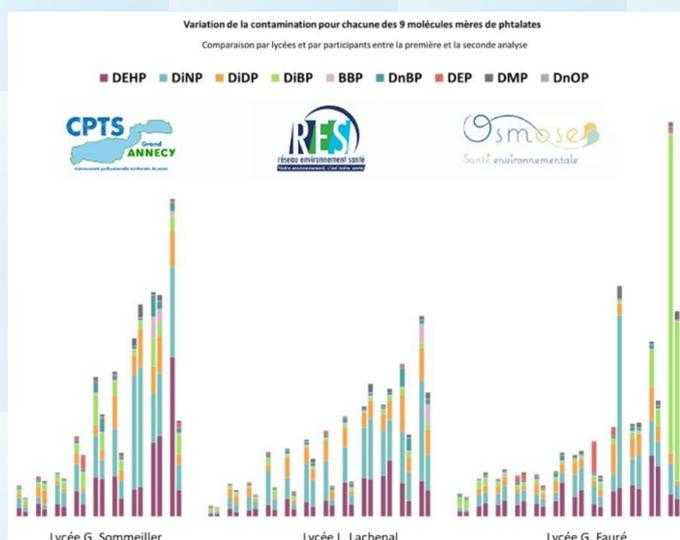
2 séries de mesures pour les élèves participants, avant et après des temps de sensibilisation similaires à ceux de PELIF2.

Résultat : 70% des 33 élèves participants ont réduit leur exposition.

Graphique ci-contre : Chaque colonne correspond à une mesure pour un élève. Les colonnes sont groupées par 2, la colonne de gauche correspond à la première mesure, la colonne de droite correspond à la seconde mesure.

→ En savoir plus :

<https://www.reseau-environnement-sante.fr/operation-zero-phtalates-lycees-annecy/>



Autres données : programme CHAMACOS aux Etats-Unis

L'étude californienne HERMOSA, qui fait partie du programme de recherche CHAMACOS mené depuis près de 20 ans par l'Université de Berkeley, a porté sur une cohorte d'une centaine d'adolescentes hispaniques volontaires de 14 à 18 ans¹⁵. Durant 3 jours, ces adolescentes ont remplacé leurs cosmétiques habituels par des cosmétiques bio. L'analyse des échantillons urinaires, avant et après, ont montré des baisses significatives de la contamination. La concentration des métabolites du phtalate nommé DEP a diminué de 27 %.

Les mêmes auteurs ont montré dans une autre étude une différence très significative de contamination selon l'usage ou pas de cosmétiques : diminution de moitié de la contamination par le DEP, d'un facteur 9 pour le méthyl parabène et 21 pour le propyl parabène¹⁶.

3.3 AGIR SUR LES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS POUR DIMINUER L'INCIDENCE DES MALADIES CHRONIQUES

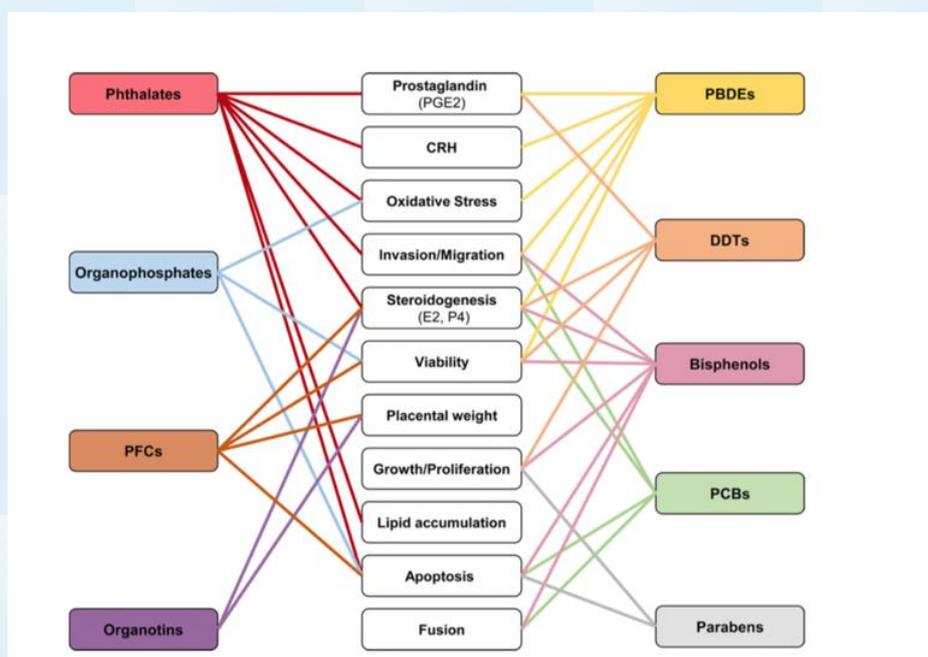
Le bilan de l'opération PELIF dépasse le cadre des lycées proprement dit. L'utilisation des bracelets en silicone s'est avéré un bon support de communication en rendant visible la pollution invisible par les phtalates, mais plus largement en sensibilisant de cette façon à la contamination par l'ensemble des Perturbateurs Endocriniens et en donnant envie de diminuer cette contamination. Cette démarche est tout à fait transposable dans tous les milieux et à tous les âges.

Le bénéfice sanitaire à attendre d'une telle sensibilisation apparaît de plus en plus important comme le démontre le rapport de Santé Publique France PEPS-PE publié en décembre 2023. Celui-ci a identifié 31 problèmes de santé liés à l'exposition aux Perturbateurs endocriniens : 15 avec un niveau de preuves suffisant et 16 avec un niveau de preuve plausible.⁴

Annexe XII. Classement des effets sanitaires selon le niveau du poids des preuves, basé sur une revue de la littérature

Niveau de preuves suffisant	Niveau de preuves plausible	Niveau de preuves insuffisant	Non documenté
<ul style="list-style-type: none"> - Endométriose - Fibrome utérin - Cryptorchidies - Hypospadias - Altération qualité du sperme - Sex ratio - Issues défavorables de grossesse - Cancer du sein - Cancer de la prostate - Troubles du comportement chez l'enfant - Troubles cognitifs chez l'enfant - Diminution des points de QI - Maladies thyroïdienne auto-immune - Asthme - Lymphomes et leucémies chez l'enfant 	<ul style="list-style-type: none"> - Cancer du testicule - Puberté précoce - Diminution fécondité - Infertilité - Cancer endomètre - Cancer des ovaires - Troubles du spectre autistique - Troubles relationnels - Troubles émotionnels - Trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité - Paralyse cérébrale - Obésité - Diabète de type 2 - Allergies - Troubles hématopoïétiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Syndrome des ovaires polykystiques - Cycles menstruels irréguliers - Ménopause prématurée - Cancer thyroïde - Fractures osseuses - Ostéoporose - Altération développement du squelette - Anomalies développement des dents (émail, hypominéralisation, etc.) - Hyperthyroïdie congénitale - Hypothyroïdie congénitale - Hyper et hypothyroïdie subclinique - Diabète de type 1 - Maladies cardiovasculaires - Syndrome métabolique 	<ul style="list-style-type: none"> - Insuffisance ovarienne prématurée - Maladie de Cushing - Maladie d'Addison - L'ensemble des troubles de la peau - Diabète gestationnel - Altération de la surface oculaire - Altération de la rétine

Les phtalates agissent en eux-mêmes mais interagissent avec les autres PE, persistant et non persistants, comme le montre plus précisément la littérature sur l'impact sur le placenta. Agir pour réduire l'exposition aux phtalates est ainsi un moyen de réduire l'impact des autres perturbateurs endocriniens, notamment ceux dits persistants en raison de cet effet cocktail.



Résumé des altérations fonctionnelles du placenta liées aux perturbateurs endocriniens. ¹⁷

Le focus sur les phtalates permet de mettre en avant une famille qui à elle-seule est impliquée dans de nombreux problèmes de santé en commençant par ceux qui surviennent tôt comme la prématurité et les maladies infantiles. La littérature scientifique montre que des résultats très significatifs peuvent être obtenus à partir de la réduction de la contamination par les phtalates.

La prématurité

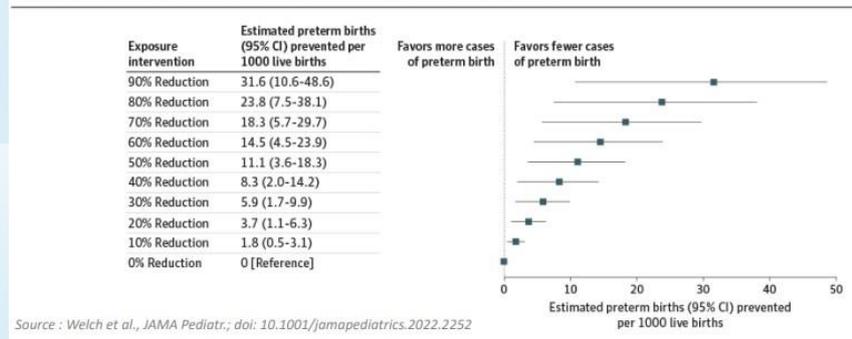
« Urgence silencieuse dont l'ampleur et la gravité ont longtemps été sous-estimées et qui entrave les progrès en matière de santé et de survie de l'enfant, principale cause de mortalité infantile, plus d'un décès d'enfant sur cinq survenant avant leur cinquième anniversaire.... » C'est le message lancé à l'issue de la conférence tenue sur la prématurité à Johannesburg le 10 mai 2023 par l'OMS et l'UNICEF¹⁸.

Selon l'Inserm, la prématurité est passée en France de 5,9% en 1995 à 7,4% en 2010 toutes prématurités confondues, soit + 1,7% /an. Le nombre de naissances prématurées en France est estimé actuellement à 60 000 pour un taux de 8%¹⁹.

Les publications les plus récentes confirment le rôle déterminant des Perturbateurs Endocriniens²⁰ et plus particulièrement Bisphénol A, Phtalates, Pesticides Organochlorés et Organophosphorés, Polybromés, Plomb. Pour les phtalates, une publication récente dans la revue de référence des pédiatres²¹, synthétisant 16 études menées dans le cadre du programme de référence NHANES qui collecte des échantillons biologiques dans un échantillon représentatif de la population américaine depuis plusieurs décennies (1983-2018, avec le concours de 6045 femmes) a montré que :

« L'exposition à quatre des onze phtalates détectés chez les femmes enceintes était associée à une probabilité de 14 à 16 % plus élevée d'accouchement prématuré. [...] Les chercheurs ont également utilisé des modèles statistiques pour simuler des interventions visant à réduire l'exposition aux phtalates. Ils ont constaté qu'en réduisant de 50 % le mélange de niveaux de métabolites de phtalates, on pouvait prévenir les naissances prématurées de 12 % en moyenne». Une diminution de 90 % préviendrait 35 % des naissances prématurées.

Figure 2. Estimated Number of Prevented Preterm Births per 1000 Live Births Under Hypothetical Interventions to Reduce the Overall Mixture of Phthalate Metabolite Concentrations in Maternal Urine



Appliquée à la situation française, une diminution de 12 % du nombre de cas, correspondant à une diminution de la contamination par les phtalates de 50%, représenterait donc une diminution de 7200 naissances prématurées/an (de l'ordre de 20 000 pour une réduction de 90 %).

Par ailleurs, la mise en évidence d'une augmentation de la mortalité infantile en France depuis une dizaine d'années, à l'opposé de l'évolution des autres pays européens, devrait inciter à analyser les causes de cette évolution, et à agir en priorité sur les causes identifiées comme les Perturbateurs Endocriniens, notamment ceux qui, comme les phtalates, permettent d'envisager des effets positifs de cette action à très court terme.

La mortalité infantile

Une équipe de l'INSERM a publié en mai 2022, dans une des revues du journal de référence The Lancet, un article sous le titre « Augmentation historique récente de la mortalité infantile en France » qui constatait²²:

« En France, pour la première fois en temps de paix, le taux de mortalité infantile remonte significativement depuis une dizaine d'années... la France s'éloignant ainsi de la situation d'autres pays avec des économies développées. »

L'Inserm a calculé à partir d'un traitement statistique un taux de 3,8 ‰ en 2020. Le coût sanitaire de ce retard sur les pays européens les plus avancés a été évalué : « 1200 décès d'enfant par an auraient pu être évités aujourd'hui si la France avait continué à évoluer de la même façon que des pays comme la Suède ou la Finlande ». ²³ L'article rappelle que le taux de mortalité infantile ne doit pas être considéré de façon isolée. C'est « un indicateur clé de la santé de la population, étant donné sa forte relation avec le développement socio-économique et la qualité des soins préventifs et curatifs existants dans le pays. »

La conclusion est sans ambiguïté : "La récente augmentation historique du taux de mortalité infantile depuis 2012 en France devrait donner lieu à une enquête approfondie urgente pour en comprendre les causes et préparer des actions correctives. »

L'estimation par l'INSEE pour 2022 montre que cette progression continue avec un taux atteignant 3,9 ‰ ²⁴

L'évolution de la mortalité infantile en France sur les 2 dernières décennies, surtout au regard de l'évolution européenne, doit conduire à en analyser les causes et à agir de toute façon rapidement sur celles déjà identifiées. Mais les évolutions contrastées nécessitent une analyse plus fine au niveau des territoires.

L'INSEE a également publié le 14 juin 2023 la carte par départements et régions pour la période 2019-2020-2021, ce qui permet d'évaluer l'évolution depuis la précédente publication pour 2014-2015-2016.

Les maladies infantiles

Il existe en particulier au moins 9 maladies infantiles liées à l'exposition aux phtalates pendant la grossesse, ou pendant la petite enfance, pour lesquelles des données épidémiologiques solides sont disponibles, dont l'asthme, le déficit d'attention-hyperactivité (TDAH), les troubles du langage, l'autisme, et le MIH (défaut de formation de l'émail des dents qui touche de 15 à 20 % des enfants de 6 à 9 ans et favorise les caries) ²⁵. Les phtalates sont également à l'origine de la progression de l'infertilité.

Une étude publiée début 2022 dans *Science* ²⁶ fait la démonstration que l'exposition à un mélange de perturbateurs endocriniens pendant la grossesse a des effets sur le bon fonctionnement du cerveau des enfants, avec en particulier un risque multiplié par 3,3 de retard de langage chez les enfants fortement exposés avant la naissance.

Une méta-analyse récente ²⁷ montre notamment que les enfants et les adolescents les plus exposés au DEHP, un des principaux phtalates, sont 3 fois plus susceptibles d'être diagnostiqués d'un déficit d'attention-hyperactivité (TDAH). Une étude portant sur 297 enfants avait déjà mis en évidence en 2018 que les mères les plus contaminées par le DEHP ont 3 fois plus de risque que leurs enfants développent la maladie ²⁸. Cela signifie qu'en réduisant l'exposition par les phtalates, il serait possible de diminuer de façon importante le risque pour les enfants de développer un TDAH.

Le lien entre les sols en PVC et l'asthme suit la même logique. Une grande étude suédoise ²⁹ portant sur 3 200 enfants suivis pendant 10 ans démontre que le taux d'asthme est doublé en présence d'un sol en PVC dans la chambre des parents, comparé aux enfants dont le sol de la chambre des parents est en bois.

EN CONCLUSION

Le programme PELIF est un programme pilote qui a permis de tester, avec succès sur une échelle à laquelle aucun programme n'avait jamais été mené, une méthodologie auprès d'une population significative de lycéens. Ces lycéens sont à considérer en fonction de leur âge mais aussi en tant que futurs parents.

Cette méthodologie peut être utilisée dans des campagnes de sensibilisation plus larges. Le focus sur une famille de Perturbateurs endocriniens comme les phtalates permet de communiquer de façon positive dans la mesure où ces substances sont éliminées quotidiennement par l'organisme humain et qu'il est possible de quantifier la diminution de la contamination lors d'une 2^{ème} séquence d'évaluation.

Les gains sanitaires à attendre de ces campagnes apparaissent très significatifs au regard des pathologies identifiées aujourd'hui comme étant liées non seulement aux phtalates mais plus largement aux Perturbateurs Endocriniens.

REFERENCES

- ¹ The Lancet Diabetes Endocrinology (2020). EDCs: time to take action. *The lancet. Diabetes & endocrinology*, 8(8), 649. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(20\)30242-4](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(20)30242-4)
- ² OMS/PNUE (2012) *State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals : Summary for Decision-Makers*
- ³ EDC-2: *The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals', (2015)*
- ⁴ Santé publique France (2023) Étude PEPS'PE : priorisation des effets sanitaires à surveiller dans le cadre du programme de surveillance en lien avec les perturbateurs endocriniens. Résultats
- ⁵ <https://www.1000-premiers-jours.fr/fr/limiter-les-perturbateurs-endocriniens>
- ⁶ <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/exposition-a-des-substances-chimiques/perturbateurs-endocriniens/documents/rapport-synthese/impregnation-de-la-population-francaise-par-les-phtalates-programme-national-de-biosurveillance-esteban-2014-2016>
- ⁷ <https://www.oqai.fr/fr/pollutions/les-composes-organiques-semi-volatils-cosv>
- ⁸ <https://echa.europa.eu/fr/hot-topics/phthalates> <https://substitution-phthalates.ineris.fr/fr/information-reglementaire>
- ⁹ https://single-market-economy.ec.europa.eu/news/sustainable-chemicals-commission-advances-work-restrictions-harmful-chemical-substances-2022-04-25_en
- ¹⁰ <https://www.ecologie.gouv.fr/traite-pollution-plastique-presentation>
- ¹¹ Rapport de l'OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques) : « Pollution plastique : une bombe à retardement ? (2020)
- ¹² <https://eduscol.education.fr/document/51263/download?attachment>
- ¹³ O'Connell, S. G., Kincl, L. D., & Anderson, K. A. (2014). Silicone wristbands as personal passive samplers. *Environmental science & technology*, 48(6), 3327–3335. <https://doi.org/10.1021/es405022f>
- ¹⁴ <http://www.reseau-environnement-sante.fr/projet-exaph-exposition-aux-phtalates/>
- ¹⁵ Berger, K.P., Kogut, K.R., Bradman, A. et al. Personal care product use as a predictor of urinary concentrations of certain phthalates, parabens, and phenols in the HERMOSA study. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 29 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41370-017-0003-z>
- ¹⁶ Harley, Kim G et al. "Reducing Phthalate, Paraben, and Phenol Exposure from Personal Care Products in Adolescent Girls: Findings from the HERMOSA Intervention Study." *Environmental health perspectives* (2016): <https://doi.org/10.1289/ehp.1510514>
- ¹⁷ Gingrich J, Ticiani E, Veiga-Lopez A. Placenta Disrupted: Endocrine Disrupting Chemicals and Pregnancy. *Trends Endocrinol Metab.* 2020 Jul;31(7):508-524.
- ¹⁸ <https://www.unicef.fr/article/150-millions-de-bebes-sont-nes-prematures-au-cours-de-la-derniere-decennie/>
- ¹⁹ <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/preterm-birth-more-likely-exposure-phthalates>
- ²⁰ Kolan, A.S.; Hall, J.M. Association of Preterm Birth and Exposure to Endocrine Disrupting Chemicals. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24, 1952. <https://doi.org/10.3390/ijms24031952>
- ²¹ Welch BM, Keil AP, Buckley JP, et al. Associations Between Prenatal Urinary Biomarkers of Phthalate Exposure and Preterm Birth: A Pooled Study of 16 US Cohorts. *JAMA Pediatr.* 2022;176(9):895–905. [doi:10.1001/jamapediatrics.2022.2252](https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2022.2252)
- ²² Trinh NTH, de Visme S, Cohen JF, Bruckner T, Lelong N, Adnot P, Rozé JC, Blondel B, Goffinet F, Rey G, Ancel PY, Zeitlin J, Chalumeau M. (2022) Recent historic increase of infant mortality in France: A time-series analysis, 2001 to 2019. *The Lancet Regional Health – Europe*, Volume 16, 100339. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2022.100339>
- ²³ Communiqué INSERM mars 2022
- ²⁴ <https://www.insee.fr/fr/statistiques/7627069?sommaire=7624746>
- ²⁵ Même à faibles doses, l'exposition au perturbateur endocrinien DEHP altère le développement des dents (CP Inserm, 2022)
- ²⁶ Caporale N.,..., Demeneix B., Fini JB, et al.. (2022). From cohorts to molecules: Adverse impacts of endocrine disrupting mixtures. *Science* <https://doi.org/10.1126/science.abe8244>
- ²⁷ Nilsen F., Tolve N. (2020) A systematic review and meta-analysis examining the interrelationships between chemical and non-chemical stressors and inherent characteristics in children with ADHD <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108884>
- ²⁸ Engel, et al. (2018) 'Prenatal Phthalates, Maternal Thyroid Function, and Risk of Attention-Deficit Hyperactivity Disorder in the Norwegian Mother and Child Cohort' <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108884>
- ²⁹ Shu, et al. (2014) 'PVC flooring at home and development of asthma among young children in Sweden, a 10-year follow-up', <https://doi.org/10.1111/ina.12074>