



Observatoire  
Régional de la Santé  
Provence-Alpes-Côte d'Azur



NOTE DE SYNTHÈSE

# BIODIVERSITÉ ET SANTÉ HUMAINE QUELS LIENS ?

OCTOBRE 2022



# Table des matières

## **Introduction ..... 1**

## **Qu'est-ce que la biodiversité ?..... 2**

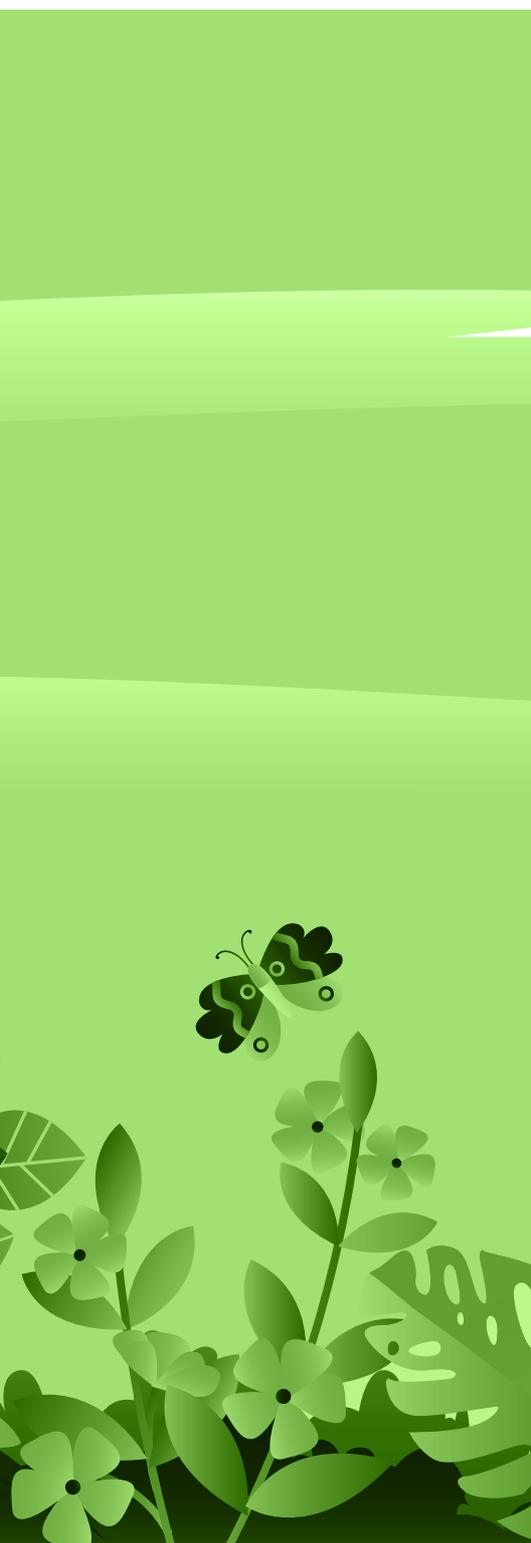
1. Définition ..... 3
2. Existence de trois niveaux ..... 3
3. Quelques chiffres ..... 3
4. Services rendus par la biodiversité ..... 4
5. De nombreuses pressions exercées sur la biodiversité ..... 5
6. La biodiversité intégrée dans de nombreuses politiques publiques ..... 5

## **Etat de la biodiversité actuelle en région Provence-Alpes-Côte d'Azur ..... 6**

1. L'indice région vivante : un indicateur global pour suivre l'état de la biodiversité..... 8
2. Proposition d'indicateurs de biodiversité dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur..... 9

## **Liens entre santé et biodiversité .....10**

1. Biodiversité : source de risques sanitaires liés à la faune et à la flore ..... 11
  - 1.1. Risques liés à la dégradation des écosystèmes ..... 11
  - 1.2. Risques sanitaires liés à la biodiversité végétale ..... 16
2. Biodiversité et aménagement du territoire ..... 19
3. Biodiversité et agriculture : enjeux entre santé et biodiversité ..... 22
4. Pratiques de soins et impacts écologiques ..... 24
  - 4.1. Médicaments humains ou vétérinaires - production de médicaments ..... 24
  - 4.2. Consommation d'antibiotiques et antibiorésistance ..... 25
  - 4.3. Antibiotiques et antibiorésistances dans le secteur vétérinaire ..... 33
  - 4.4. Résidus de médicaments dans les eaux (micropolluants) ..... 35



# Introduction

Jusqu'à présent, la biodiversité n'avait pas ou peu pénétré le champ de la santé ou de la santé environnementale<sup>1</sup>, mais la crise du Covid-19 à la fois sanitaire, économique, et sociale, nous invite plus que jamais à interroger leurs relations. A travers l'approche « Une seule santé », il existe depuis une dizaine d'années un intérêt croissant pour mieux comprendre la complexité des liens entre les systèmes naturels et la santé humaine<sup>2</sup>. « Une seule santé » est une approche globale de la santé, qui fait ressortir les liens entre la santé humaine, la santé animale et l'environnement. C'est donc dans ce contexte que la biodiversité sous toutes ses formes (animale, végétale, bactériennes, etc.) et sa préservation paraissent jouer un rôle déterminant dans la santé humaine.

En effet, la biodiversité peut être appréhendée comme une menace pour notre santé : réservoir de maladies infectieuses et de vecteurs, réactions allergiques, résistances aux antibiotiques, etc. A l'inverse, elle peut également apparaître comme ressource alimentaire et médicinale, source d'aménités environnementales ou une solution d'adaptation et d'atténuation du changement climatique grâce à ses nombreux bienfaits.

La biodiversité et sa préservation sont donc des enjeux majeurs pour la santé des populations et requièrent une mobilisation de chacun. Le baromètre santé environnement 2017 réalisé chez les personnes résidant en région Provence-Alpes-Côte d'Azur montre d'ailleurs que 71 % des habitants sont très sensibles à l'environnement et qu'en revanche 3 habitants sur 4 craignent de développer un problème de santé lié à leur environnement<sup>3</sup>.

Dans une première partie de la note, vous trouverez des éléments de définition de la biodiversité et une description de celle-ci en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. La deuxième partie de la note est consacrée aux liens existants, qu'ils soient positifs ou négatifs, entre la biodiversité et la santé. Pour chacun de ses liens, les processus et les enjeux de santé qui en découlent sont décrits ainsi que les éventuels systèmes de surveillance.

---

<sup>1</sup> D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la santé environnementale comprend les aspects de la santé humaine, y compris la qualité de la vie, qui sont déterminés par les facteurs physiques, chimiques, biologiques, sociaux, psychosociaux et esthétiques de notre environnement.

<sup>2</sup> D'après l'OMS, la santé ne résulte pas seulement d'une absence de maladie ou d'infirmité mais est un état de complet bien-être physique, mental et social.

<sup>3</sup> ORS PACA, Baromètre santé environnement 2017, [http://www.orspaca.org/sites/default/files/bse2017\\_brochure.pdf](http://www.orspaca.org/sites/default/files/bse2017_brochure.pdf)



# #1

## Qu'est-ce que la biodiversité ?



# 1. Définition

---

La biodiversité désigne la diversité du monde vivant et résulte d'une longue et lente évolution de ce dernier partout sur la planète. Elle représente l'ensemble des milieux naturels et des organismes vivants (plantes, hommes, animaux, bactéries etc.) ainsi que la totalité des interactions existantes entre les organismes eux-mêmes et avec leurs milieux de vie. Alors que la diversité d'espèces sur terre est estimée à plus de 10 millions par les scientifiques, nous ne connaissons que 20 % des espèces soit environ 1,8 million<sup>4</sup>.

D'après l'encyclopédie de l'environnement<sup>5</sup>, la biodiversité peut ainsi prendre deux sens qui sont complémentaires. Nous pouvons d'abord considérer qu'il s'agit d'un ensemble d'entités organisées au sein de systèmes interactifs dans lesquels tout est lié et évoluant en permanence : les écosystèmes. Animés d'une dynamique, ces systèmes assurent diverses fonctions essentielles à l'équilibre de la Terre. D'autre part, nous pouvons considérer que les enjeux entre la biodiversité et les humains relèvent de leurs interactions, par les services et bienfaits qu'elle nous rend (besoins vitaux de l'Homme et aménités environnementales).

## 2. Existence de trois niveaux

---

La notion de biodiversité comprend 3 niveaux :

- La diversité des milieux de vie ou écosystèmes (montagnes, océans, espaces végétalisés urbains, etc.) ;
- La diversité des espèces qui vivent dans ces milieux, qu'elles soient végétales, animales sauvages ou non, bactériennes etc. ;
- La diversité des individus au sein de chaque espèce c'est-à-dire la diversité génétique.

## 3. Quelques chiffres

---

La biomasse totale de la Terre (terrestre et marine) est composée à plus de 80 % de plantes et environ 12 % de bactéries<sup>6</sup>. Le reste est composé par ordre décroissant de champignons, d'archées<sup>7</sup>, de protistes<sup>8</sup>, d'animaux et de virus. L'Homme ne représente que 3 % des animaux de la biomasse.

La France est un pays très riche en biodiversité du fait de la diversité des écosystèmes d'outre-mer et métropolitains situés au carrefour de quatre régions biogéographiques terrestres (alpine, atlantique, continentale, méditerranéenne) et présente dans tous les océans sauf l'Arctique. Ainsi, la France possède le deuxième domaine maritime mondial le plus important et près de 23 millions d'hectares de forêts<sup>9</sup>. Les territoires français sont présents dans 5 des 34 points chauds de la biodiversité mondiale (zones prioritaires pour la conservation des écosystèmes car ils abritent un grand nombre d'espèces dont beaucoup ne vivent pas ailleurs) : Méditerranée, Caraïbes, Océan Indien, Polynésie et Nouvelle-Calédonie. Ce sont au total plus de 185 000 espèces animales et végétales sauvages différentes qui ont été recensées en France, dont environ 20 000

<sup>4</sup> National Géographique, *Il y aurait 10 millions d'espèces encore inconnues sur Terre*, octobre 2020, <https://www.nationalgeographic.fr/animaux/2020/10/il-y-aurait-10-millions-despeces-encore-inconnues-sur-terre>

<sup>5</sup> Encyclopédie de l'environnement, *La biodiversité n'est pas un luxe mais une nécessité*, mars 2020, <https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/biodiversite-nest-luxe-necessite/>

<sup>6</sup> Bar-On, Phillips, et Milo, *The Biomass Distribution on Earth*, 2018

<sup>7</sup> *Microorganismes unicellulaires (composé d'une cellule unique) procaryotes (ne comprend ni noyau ni organites).*

<sup>8</sup> *Etre vivant unicellulaire, soit animal, soit végétal.*

<sup>9</sup> UICN, *Ecosystèmes*, <https://uicn.fr/ecosystemes/>

étaient endémiques et sub-endémiques<sup>10</sup> en 2019 (principalement en outre-mer)<sup>11</sup>. En termes de biodiversité bactérienne, l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) estime qu'un gramme de sol français contient approximativement un milliard de bactéries, de cent mille à un million d'espèces différentes<sup>12</sup>.

De son côté, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur accueille 6 % de la biodiversité française grâce à ses nombreux espaces naturels et se place ainsi parmi les régions de France métropolitaine les plus riches en biodiversité<sup>13</sup>. Elle possède 4 parcs nationaux (Calanques, Port-Cros, Mercantour et les Ecrins) et 9 parcs naturels régionaux (les Alpilles, les Baronnies provençales, la Camargue, le Luberon, les Préalpes d'Azur, le Queyras, la Sainte-Baume, le Verdon et le Mont-Ventoux). Elle contient 1,5 millions d'hectares d'espaces forestiers ainsi que 65 % de la flore française dont 31 espèces visibles nulle part ailleurs comme la Sabline de Provence<sup>14</sup>. Sa faune se caractérise entre autres par son abondance d'espèces d'oiseaux nicheurs, de papillons de jour et de libellules et demoiselles. Son patrimoine maritime est également un réservoir de biodiversité considérable notamment par la présence des herbiers de posidonie dans la Méditerranée.

## 4. Services rendus par la biodiversité

---

Bien que la biodiversité puisse être à l'origine de désagréments pour l'Homme (maladies infectieuses, piqures d'insectes, réactions allergiques etc.), elle nous rend de nombreux services nous permettant de combler nos besoins. En effet, elle fournit en premier lieu des ressources vitales telles que l'oxygène, les matières premières, l'énergie, l'eau potable, les denrées alimentaires avec des nutriments variés, etc. Elle nous garantit également une bonne santé en étant source de nombreuses molécules thérapeutiques, en détoxifiant l'environnement et en participant au bien-être physique et mental grâce aux nombreuses aménités environnementales qu'elle offre (aspect de l'environnement appréciable et agréable pour l'humanité dans un lieu ou site particulier). De plus, la biodiversité est d'une aide considérable pour nous permettre de mener diverses activités en nous apportant une protection contre les risques environnementaux, en régulant le climat et en luttant contre le réchauffement climatique ou en participant à la pollinisation par exemple.

---

<sup>10</sup> Présence naturelle pratiquement limitée dans une zone géographique principale ou présence dans une unique écorégion qui est disjointe en plusieurs entités politiques

<sup>11</sup> Nature France, Les espèces, <http://naturefrance.fr/les-especes>

<sup>12</sup> INRAE, juillet 2020, Les richesses insoupçonnées du sol, <https://www.inrae.fr/actualites/richesses-insoupconnees-du-sol>

<sup>13</sup> UINC Congrès Mondial de la Nature, La biodiversité en Provence-Alpes-Côte d'Azur, <https://www.iucncongress2020.org/fr/france/la-biodiversite-en-provence-alpes-cote-dazur>

<sup>14</sup> Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, Biodiversité, <https://www.maregionsud.fr/la-region-en-action/amenagement-et-developpement-durable/biodiversite>

## 5. De nombreuses pressions exercées sur la biodiversité

---

Depuis plusieurs années, la communauté scientifique alerte sur la perte inquiétante de la biodiversité. Cette dernière, causée principalement par l'activité humaine, est qualifiée de sixième extinction massive des espèces comme le montre leur rythme de disparition qui est 100 à 1000 fois supérieur aux taux naturels d'extinction<sup>15</sup>. Si nous prenons l'exemple de l'artificialisation des sols, sur l'ensemble du territoire national, environ 590 000 hectares de milieux naturels, forestiers et terrains agricoles ont été remplacés par des routes, habitations, zones d'activités ou parkings en seulement 10 ans<sup>16</sup>. Ainsi, d'après le ministère de la transition écologique, 5 causes majeures ont été identifiées :

- Le changement d'usage des terres et de la mer avec la destruction et la fragmentation des milieux naturels (urbanisation, infrastructures routières et ferroviaires, construction de barrages) ;
- La surexploitation des ressources naturelles avec la déforestation, la surpêche, l'agriculture et l'élevage intensif, la monoculture, etc. ;
- La pollution de l'air, de l'eau et des sols ;
- Le changement climatique contribuant à modifier les conditions de vie des espèces, les forçant à migrer ou à adapter leur mode de vie ;
- La propagation d'espèces exotiques envahissantes et leur pression sur les espèces locales ayant des conséquences écologiques, économiques et sanitaires négatives comme par exemple le frelon asiatique (qui détruit l'équilibre du milieu dans lequel il vit en raison de son comportement agressif envers les autres espèces, de son régime alimentaire composé d'abeilles et de son absence de prédateurs), l'écrevisse de Louisiane (porteuse d'un champignon qui décime les écrevisses indigènes comme l'écrevisse à pattes blanches) et le ragondin (vecteur de maladies telle la leptospirose), espèces ciblées par le Plan d'action pour prévenir l'introduction et la propagation des espèces exotiques envahissantes 2022-2030<sup>17</sup>.

## 6. La biodiversité intégrée dans de nombreuses politiques publiques

---

Depuis les années 1990, la France s'est engagée dans le développement de stratégies, plans et programmes nationaux en faveur de la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité. Ainsi, la stratégie nationale pour la biodiversité, la loi pour la reconquête de la biodiversité, le plan biodiversité, les plans santé-environnement se sont succédés et ont permis la mise en place de nombreux objectifs et mesures. Afin de répondre au mieux à ces derniers sur leurs territoires, les régions, acteurs majeurs dans le domaine de la biodiversité, les ont déclinés à leur échelle, sous forme de plans, stratégies et à l'aide d'outils réglementaires.

---

<sup>15</sup> Ministère de la Transition écologique, *La biodiversité, c'est la vie*, <https://www.youtube.com/watch?v=Sr2HAemau0c>

<sup>16</sup> Ministère de la Transition écologique, *La biodiversité s'explique*, [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/10004\\_brochure-32p\\_Biodiversite-s-explique\\_web\\_planches.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/10004_brochure-32p_Biodiversite-s-explique_web_planches.pdf)

<sup>17</sup> Ministère de la Transition écologique, *Plan d'action pour prévenir l'introduction et la propagation des espèces exotiques envahissantes 2022-2030* [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20220315\\_EEE\\_VDEF.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20220315_EEE_VDEF.pdf)

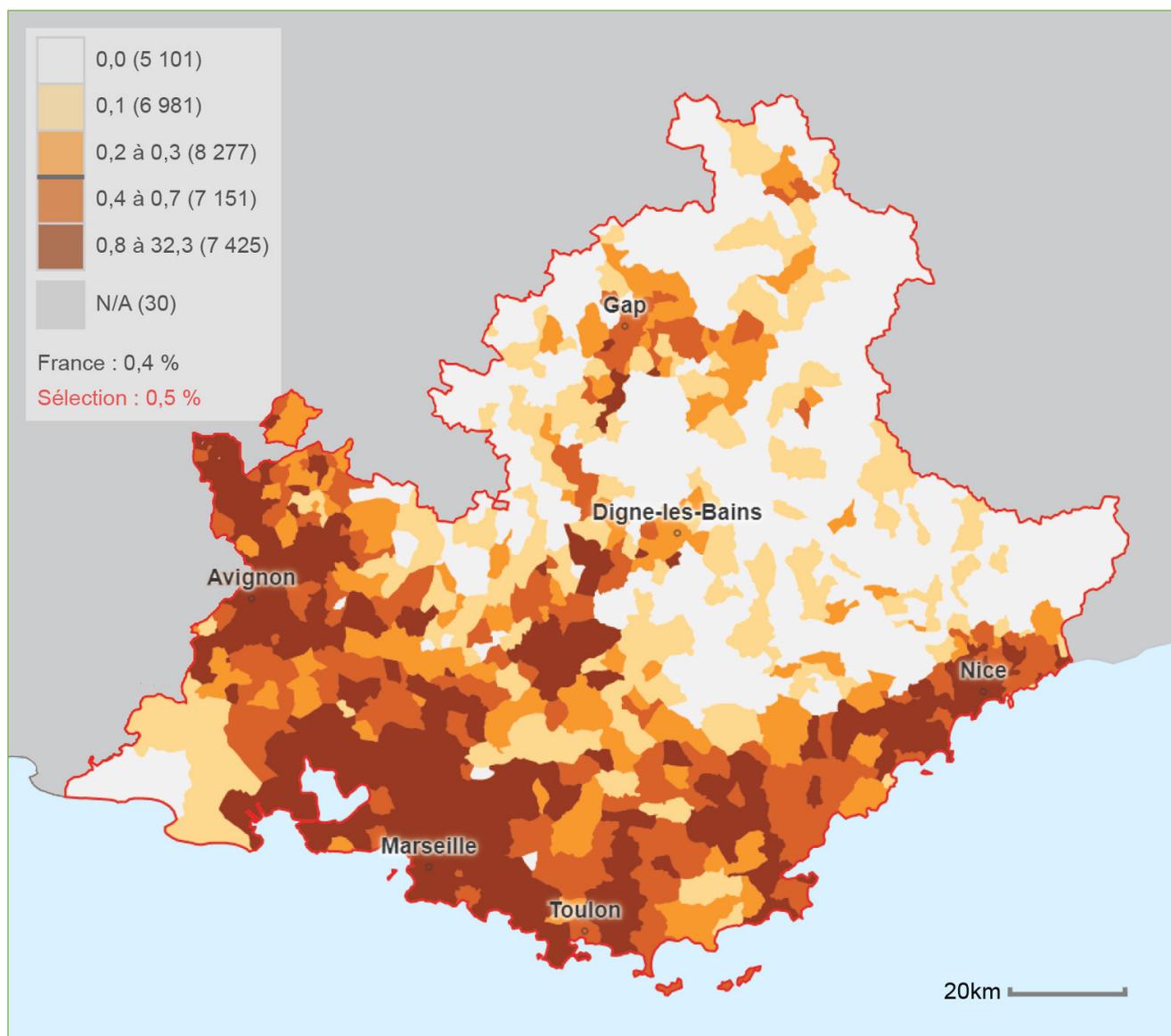
---

# #2

## Etat de la biodiversité actuelle en région Provence- Alpes-Côte d'Azur



Tout comme le reste du territoire français, la biodiversité de la région, qu'elle soit terrestre ou marine, subit les mêmes pressions qu'au niveau national à cause de l'activité humaine. Après la progression de la part de la surface des sols artificialisés (+0,5 %) entre 2009 et 2019 dans la région (contre +0,4 % au niveau national), ils représentaient 7,2 % du territoire régional en 2018<sup>18</sup> (Figure 1). Cette artificialisation des sols et cette urbanisation impactent de manière négative la biodiversité, le paysage ou encore le cycle de l'eau et cela s'illustre aujourd'hui avec près de 10 % de la flore régionale menacée de disparition et 1 % disparue<sup>19</sup>. Le littoral méditerranéen et sa biodiversité sont aussi sujets aux pressions de l'activité humaine que ce soit par les usagers de bateaux dont les mouillages détruisent fortement les fonds marins ou par la présence de contaminants affectant les mammifères marins.



**Figure 1 : Part de la surface artificialisée entre 2009 et 2019 (Source : Observatoire des territoires - <https://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr/outils/cartographie-interactive/>)**

<sup>18</sup> Observatoire régional de la biodiversité Provence-Alpes-Côte d'Azur, Regard sur la nature 2021, [http://www.observatoire-biodiversite-paca.org/files/arbe\\_-\\_regards\\_sur\\_la\\_nature\\_web\\_2022\\_03\\_03.pdf](http://www.observatoire-biodiversite-paca.org/files/arbe_-_regards_sur_la_nature_web_2022_03_03.pdf)

<sup>19</sup> Observatoire régional de la biodiversité Provence-Alpes-Côte d'Azur, Regard sur la nature 2021, [http://www.observatoire-biodiversite-paca.org/files/arbe\\_-\\_regards\\_sur\\_la\\_nature\\_web\\_2022\\_03\\_03.pdf](http://www.observatoire-biodiversite-paca.org/files/arbe_-_regards_sur_la_nature_web_2022_03_03.pdf)

# 1. L'indice région vivante : un indicateur global pour suivre l'état de la biodiversité

L'Indice Région Vivante (IRV), permet de connaître l'état de la biodiversité en région en se basant sur les variations démographiques de populations d'espèces de vertébrés (282 espèces). L'IRV de la région a été globalement stable entre 2000 et 2015<sup>20</sup> (Figure 2) avec des situations contrastées selon les écosystèmes et les territoires. Cette stabilité apparente est le résultat de 2 tendances distinctes : des espèces qui augmentent (du fait notamment d'une protection de l'espèce elle-même ou de son habitat) et d'autres qui déclinent. Par exemple, le traquet oreillard, espèce non protégée, est au bord de l'extinction alors qu'à contrario le faucon crécerellette est en augmentation grâce aux actions de conservation menées dans la région (Figure 3). Parallèlement, les listes rouges régionales de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) font état, par catégorie d'espèces, de leur niveau de menace. Pour exemple, la liste rouge des oiseaux nicheurs montre qu'un tiers de ces espèces d'oiseaux sont menacées d'extinction dans la région, soit 82 espèces sur 255 espèces évaluées<sup>21</sup>.



**Figure 2 : Indice Région Vivante 2000-2015 avec son intervalle de confiance\* (Source : Observatoire régional de la biodiversité Provence-Alpes-Côte d'Azur - Indice de Région Vivante : comment évolue la biodiversité en Provence-Alpes-Côte d'Azur ? - 2017)**

*\*L'année de référence choisie pour débuter le calcul de l'Indice Région Vivante est l'année 2000 et l'indice est fixé à 1 pour cette année. Les changements sont relatifs à cette valeur : supérieur à 1, la biodiversité a augmenté, entre 0 et 1, elle a diminué.*



**Figure 3 : Traquet oreillard**

20 Observatoire régionale de la biodiversité Provence-Alpes-Côte d'Azur, Etat de la biodiversité en région, <https://www.arbe-regionsud.org/Bloc/download/?id=140943>

21 Observatoire régional de la biodiversité Provence-Alpes-Côte d'Azur, Regard sur la nature 2021

## 2. Proposition d'indicateurs de biodiversité dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

---

L'Observatoire Régional de la Biodiversité (ORB) de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et ses partenaires produisent des indicateurs de biodiversité concernant différentes thématiques : les dynamiques et pressions exercées sur la biodiversité, l'état et l'évolution des composantes de la biodiversité (forêt, flore, état des cours d'eau, etc.) et les réponses de la société en faveur de la biodiversité. Ces indicateurs visent à décrire l'état de la biodiversité.

Une sélection d'indicateurs de biodiversité (état de la biodiversité et différentes thématiques présentant les liens entre biodiversité et santé) seront mis à disposition sur le Système d'information régional en santé Provence-Alpes-Côte d'Azur (SIRSéPACA - [www.sirsepaca.org](http://www.sirsepaca.org)) d'ici la fin du premier trimestre 2023.



# #3

## Liens entre santé et biodiversité



Depuis les années 2000, le concept « Une seule santé » s'est largement développé à travers le monde et en Europe sous l'impulsion d'institutions internationales telle que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Ce concept reconnaît les liens entre santé humaine, santé animale et état de l'environnement et soutient leur interdépendance. Cette approche de santé globale incite alors les organismes de recherche et les professionnels de ces trois domaines à collaborer afin de mieux comprendre et prévenir les risques sanitaires.

Seront donc abordés dans cette partie les risques sanitaires liés à la faune et à la flore, les bienfaits de la biodiversité par l'aménagement du territoire à travers l'exemple de l'apport des espaces verts ou à travers nos consommations et enfin, les pratiques de soins et leurs impacts écologiques.

## 1. Biodiversité : source de risques sanitaires liés à la faune et à la flore

---

### 1.1. Risques liés à la dégradation des écosystèmes

#### a. Maladies infectieuses, zoonoses et épidémies

##### **Données épidémiologiques sur les maladies infectieuses**

Les maladies infectieuses sont des maladies dont les pathogènes en cause peuvent être des bactéries, des virus, des prions, des parasites ou des champignons. La transmission de ces maladies se fait soit directement lors d'un contact soit indirectement par ingestion (eau et denrées alimentaires contaminées) ou par l'intermédiaire d'un vecteur (insecte, arachnide, etc.). Il peut s'agir de pathologies allant du simple rhume à la tuberculose et pouvant potentiellement donner lieu à des épidémies. Il est estimé que parmi les 1,7 millions de virus inconnus chez les mammifères et oiseaux (pour 25 familles de virus), 700 000 auraient le potentiel d'infecter l'homme<sup>22</sup>.

Depuis une cinquantaine d'années, la communauté scientifique observe une augmentation des épidémies au niveau mondial. En France, nous pouvons citer la grippe, qui chaque année est responsable d'épidémies saisonnières touchant environ 2,5 millions de personnes<sup>23</sup>, ou encore le virus de l'immunodéficience humaine (VIH, 6 200 personnes diagnostiquées séropositives en 2018) qui sévit également sur le reste de la planète<sup>24</sup>. Ainsi chaque année nous assistons à l'émergence de 2 ou 3 nouveaux agents infectieux dans le monde, un des derniers en date étant le virus du SARS-CoV-2 responsable de la Covid-19.

Les maladies émergentes sont pour 70 % d'entre elle des zoonoses<sup>25</sup>, c'est-à-dire des maladies ou infections qui se transmettent des animaux vertébrés à l'Homme, et vice versa.

---

22 Carroll et al., *The Global Virome Project*, 2018

23 Santé Publique France, *bulletin épidémiologique grippe et bilan de la surveillance, saison 2020-2021*, <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/grippe/documents/bulletin-national/bulletin-epidemiologique-grippe.-bilan-de-la-surveillance-saison-2020-2021>

24 Sidaction, *données épidémiologiques VIH/sida France 2019*, <https://www.sidaction.org/donnees-epidemiologiques-vihsida-france-2019>

25 Fondation pour la recherche sur la biodiversité, *Biodiversité et épidémies*, mars 2021, <https://www.fondationbiodiversite.fr/biodiversite-et-epidemies/>

## **Les zoonoses : maladies transmissibles entre l'Homme et l'animal**

Le terme « zoonose » regroupe des maladies très variées pouvant toucher le système digestif (salmonellose, campylobactériose, etc.), le système respiratoire (grippe aviaire, coronavirus, etc.), le système nerveux (rage, West Nile) ou même plusieurs organes à la fois.

L'émergence ou la réémergence de zoonoses peut avoir d'importantes conséquences sanitaires mais aussi sociales et économiques comme nous pouvons le voir avec la crise du Covid-19. Ce phénomène d'émergence est principalement dû aux différents changements d'environnement et à l'érosion de la biodiversité, deux facteurs causés par l'activité humaine. En effet, l'artificialisation des sols, l'exploitation intensive ou encore la pollution entraînent la simplification des écosystèmes avec une diminution des populations d'espèces et une perte de leurs fonctions de régulation. L'habitat naturel des animaux sauvages est réduit favorisant des contacts de plus en plus étroits entre différentes espèces animales sauvages et domestiques mais également avec l'homme. En parallèle l'érosion de la biodiversité entraîne une perte de l'effet dilution. Selon ce principe, plus il y a d'espèces hôtes pouvant héberger un organisme (agent pathogène ou vecteur porteur de l'agent pathogène dans le cas des zoonoses), plus il sera dilué. De plus, chaque espèce hôte n'a pas la même capacité d'accueil ni la même efficacité de transmission : certains hôtes agissent comme piège et bloquent la transmission alors que d'autres sont capables d'augmenter le taux d'infection. C'est ainsi que dans le cas où le pathogène hébergé évolue dans un environnement favorable à son développement avec la présence d'hôtes compétents, le risque de passage inter-espèces (y compris vers l'Homme) est alors très augmenté.

## **Les enjeux et mesures relatifs aux maladies zoonotiques dans les plans national et régionaux santé environnement**

Deux grandes problématiques apparaissent dans les plans santé environnement : celle des maladies vectorielles et celle des maladies liées à la faune sauvage.

L'action n°27 du Plan National Santé Environnement 3 (PNSE 3) « élaborer et mettre en œuvre des stratégies intersectorielles de lutte contre les vecteurs de maladies transmissibles » a permis d'améliorer la prévention et la gestion des risques liés aux maladies vectorielles. Ainsi par exemple, le plan anti-dissémination du chikungunya et de la dengue a été mis à jour en 2015 et un guide à l'attention des collectivités souhaitant mettre en œuvre une lutte contre les moustiques urbains vecteurs de dengue, de chikungunya et de l'infection à virus Zika a été réalisé fin 2016. Le plan de lutte contre la maladie de Lyme et les maladies transmises par les tiques a également été publié en septembre 2016. De plus, cette action a été déclinée au niveau régional et apparaît comme objectif n°5.1 dans le Plan Régional Santé Environnement 3 (PRSE 3) de la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur aux côtés de l'objectif n°5.2 visant à éduquer la population générale sur les risques vectorielles liés à *Aedes albopictus*. Ainsi, neuf projets ont été labélisés dans la région dont, par exemple, un porté par le Comité Régional d'Education pour la Santé (CRES) consistant en la réalisation d'un outil pédagogique sur les risques liés au moustique *Aedes albopictus* à destination des enseignants et des élèves de primaire.

Le 4<sup>ème</sup> axe du PNSE 4 « Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations », est lui consacré à la notion d'exposome, c'est-à-dire à la totalité des expositions à des facteurs environnementaux que subit un organisme humain de sa conception à sa fin de vie, dans le but d'appréhender l'apparition et les risques de maladies (chroniques ou infectieuses). Parmi les trois actions de l'axe, l'action n°19 « Surveiller la santé de la faune terrestre et prévenir les zoonoses » prévoit une feuille de route « Une seule santé » de prévention des zoonoses animales et

alimentaires. La mise en œuvre de la stratégie est facilitée par la création de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) exerçant des missions prioritaires en santé biodiversité. Les objectifs sont :

- D'améliorer les connaissances sur la santé de la faune et faciliter leur partage grâce à la plateforme d'épidémiologie-surveillance en santé animale (PF-ESA) ;
- De définir les orientations relatives à la surveillance, la prévention et la lutte contre les zoonoses issues de la faune sauvage. Pour cela un nouveau comité spécialisé au sein du Conseil national d'orientation de la politique sanitaire animale et végétale sera créé et travaillera en association avec les autres comités spécialisés pertinents ;
- De mettre en place des synergies et des collaborations interministérielles entre les différents réseaux de surveillance en santé humaine, animale (y compris l'alimentation) et environnementale afin de renforcer plus encore la surveillance des maladies zoonotiques ;
- De développer une nouvelle stratégie sanitaire intégrant des mesures de prévention pour éviter la diffusion de dangers sanitaires à l'Homme et aux animaux dans les parcs, les enclos de chasses et les parcs nationaux.

### **Systemes de surveillance**

La surveillance des maladies infectieuses est un élément essentiel de la santé publique dont les objectifs sont :

- Décrire les dynamiques des maladies ;
- Détecter et alerter en cas de risque sanitaire présent ou émergent ;
- Mettre en place des actions de prévention et de contrôle ;
- Evaluer les actions mises en place pour faire face à un problème sanitaire ;
- Elaborer et tester des hypothèses de recherche.

La surveillance repose sur une approche pluridisciplinaire regroupant différents acteurs (réseaux d'experts, partenaires institutionnels, comités, agences sanitaires, professionnels de santé etc.) et s'appuie sur des outils de surveillance qui se complètent. Parmi ces derniers nous pouvons retrouver les systèmes volontaires, le dispositif des maladies à déclaration obligatoire, ou les centres nationaux de références (CNR). Au niveau national, la surveillance, la prévention et le contrôle des zoonoses sont coordonnés par l'unité « infections zoonotiques, vectorielles et alimentaire » de la Direction des maladies infectieuses de Santé Publique France. Les cellules d'intervention en région (Cire) prolongent les missions de Santé Publique France en région. L'Agence Régionale de Santé (ARS) Provence-Alpes-Côte d'Azur assure une mission de veille et de sécurité sanitaire et organise également l'observation de la santé dans la région. Elle enregistre et analyse les signaux sanitaires et environnementaux susceptibles de représenter une menace de santé publique dans le but de prévenir les épidémies.

Parmi les outils de surveillance sur la thématique des zoonoses, deux exemples sont développés ci-dessous.

Le réseau SAGIR<sup>26</sup> est un réseau de surveillance des maladies infectieuses des oiseaux et des mammifères sauvages terrestres. Il s'appuie sur un réseau de plus d'un million d'observateurs potentiels de terrain coordonnés par deux interlocuteurs techniques spécialisés dans chaque département : un membre de la fédération départementale des chasseurs concernée et un représentant de l'OFB. En pratique, il s'agit d'identifier les causes de morts ou de maladies des

26 Office français de la biodiversité, Le réseau SAGIR, <https://www.ofb.gouv.fr/le-reseau-sagir>

animaux retrouvés grâce aux 79 laboratoires d'analyses partenaires. Les données issues du réseau sont accessibles sur la base de données Epifaune. Le réseau SAGIR répond ainsi à quatre objectifs principaux :

- La détection précoce de l'apparition de maladies nouvelles pour la faune sauvage ;
- La détection d'agents pathogènes transmissibles à l'Homme et/ou partagés par la faune sauvage et les animaux domestiques ;
- La surveillance des effets aigus non intentionnels de l'utilisation agricole des produits phytopharmaceutiques sur les oiseaux et les mammifères sauvages ;
- La caractérisation dans le temps et dans l'espace des maladies des oiseaux et des mammifères sauvages à enjeu pour la santé des populations.

Le Bulletin Epidémiologiques Santé animale – Alimentation<sup>27</sup> réalisé par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) et la Direction générale de l'alimentation (DGAL) du ministère en charge de l'agriculture est un outil d'échange d'informations entre les acteurs locaux, régionaux et nationaux œuvrant dans le champ de la sécurité sanitaire des aliments, de la santé animale et de la santé humaine. La diffusion d'informations se fait par la publication d'articles périodiques et de numéros spéciaux. Il s'appuie sur des réseaux proches du terrain afin de créer une véritable surveillance. Ce bulletin communique également sur les travaux de recherche en épidémiologie.

### Exemple de la maladie de Lyme en France

La maladie de Lyme, maladie à transmission vectorielle la plus fréquente en Europe, est un bon exemple de zoonose favorisée par la perte de la biodiversité. Elle est causée par la bactérie *Borrelia burgdorferi* transmise lors de la morsure d'une tique infectée. Un traitement par antibiothérapie est nécessaire pour éliminer la bactérie. En absence de traitement la maladie peut évoluer et donner lieu à des manifestations graves et handicapantes. Lorsque la biodiversité est importante, il existe des espèces pièges (oiseaux, cervidés) qui sont des hôtes empêchant la transmission de la bactérie par l'élimination de leurs tiques. Avec la perte de la biodiversité les principaux hôtes des tiques deviennent les rongeurs à la fois porteurs de la bactérie *Borrelia burgdorferi* mais aussi compétents en termes de transmission.

Le réseau Sentinelles collecte des informations épidémiologiques et permet une surveillance continue de plusieurs maladies infectieuses, dont la maladie de Lyme. Ainsi depuis 2009, le réseau, via les déclarations volontaires des médecins généralistes et en collaboration avec Santé Publique France, recense et analyse les cas de maladie de Lyme sur l'ensemble du territoire métropolitain. Dans l'ensemble, depuis une dizaine d'années en France, le taux d'incidence est en augmentation. En 2020, le taux d'incidence était de 91 [80-102] cas de maladie de Lyme vus en consultation de médecine générale pour 100 000 habitants en France et de 63 [21-105] pour 100 000 habitants En région Provence-Alpes-Côte d'Azur<sup>28</sup>.

Le Plan national de lutte contre la maladie de Lyme et les maladies transmissibles par les tiques<sup>29</sup> a pour objectif, par la mise en place de quinze actions concrètes (dont 3 projets de recherche), d'améliorer les connaissances sur ces maladies afin d'optimiser la prévention et la prise en charge des patients. Le plan est divisé en cinq axes : la surveillance vectorielle et la lutte contre les tiques, la surveillance et la prévention des maladies transmissibles par les tiques, la prise en charge des

<sup>27</sup> Anses, Bulletin épidémiologique santé animale - alimentation, <https://be.anses.fr/fr>

<sup>28</sup> Réseau Sentinelles, Bilan d'activité 2020, <https://www.sentiweb.fr/document/5361>

<sup>29</sup> Ministère des Solidarités et de la santé, Plan national de lutte contre la maladie de Lyme et les maladies transmissibles par les tiques, [https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/plan\\_lyme\\_180117.pdf](https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/plan_lyme_180117.pdf)

patients, les techniques de diagnostic, et la recherche. D'après le point d'étape de juillet 2019<sup>30</sup>, sept de ses actions ont été réalisées et les projets de recherche sont tous en cours. Par exemple, une liste de répulsifs efficaces contre les tiques a été publiée, la prévention a été renforcée grâce au déploiement d'actions de sensibilisation du grand public et de formation des professionnels de santé aux maladies transmissibles par les tiques. Dans chaque région, des centres de référence ont également été désignés comme le CHU de Marseille.

### **Exemple du moustique tigre en région Provence-Alpes-Côte d'Azur**

La surveillance du chikungunya, de la dengue et de l'infection à virus Zika, maladies se transmettant par l'intermédiaire des moustiques tigres (*Aedes albopictus*), constitue un enjeu de santé publique pour la région. En effet, elle fait partie des régions métropolitaines les plus exposées aux maladies vectorielles transmises par les moustiques avec plus de 60 % des communes qui sont colonisées par le moustique tigre et 97 % de la population qui vit à son contact<sup>31</sup>. Le risque d'émergence de ces maladies en Provence-Alpes-Côte d'Azur est alors bien réel. De plus, pour ces 3 maladies il n'existe ni traitement antiviral spécifique ni vaccin.

C'est pourquoi, une surveillance accrue et un système de déclaration obligatoire des cas probables ou confirmés d'une de ces trois maladies ont été mis en place par l'ARS et Santé Publique France. La surveillance repose sur le signalement immédiat à la plateforme régionale de veille et d'urgences sanitaires de l'ARS, par les médecins cliniciens et les laboratoires, de tout résultat positif. En complément, la lutte anti-vectorielle est indispensable. Cette dernière comprend la surveillance entomologique, la lutte insecticide avec les mesures de protection individuelles, la lutte contre les gîtes larvaires, la gestion des milieux (notamment par la préservation de la biodiversité qui permet de maintenir une compétition entre les espèces), l'aménagement du territoire et la mobilisation sociale. A titre indicatif, d'après l'ARS, 80 % des gîtes larvaires se situent dans les jardins et terrasses<sup>32</sup>.

Dans la région, l'EID Méditerranée a été choisi pour réaliser la surveillance entomologique et d'intervention après une déclaration de cas d'une de ces maladies. L'ARS et ses partenaires mènent également des campagnes d'informations à destination des collectivités locales et du grand public sur la mise en œuvre d'actions de lutte anti-vectorielle.

---

30 Ministère des Solidarités et de la santé, Mise en œuvre des actions du plan national de lutte contre la maladie de Lyme et les maladies transmissibles par les tiques, [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/actions\\_du\\_plan\\_maladies\\_vectorielles\\_a\\_tiques.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/actions_du_plan_maladies_vectorielles_a_tiques.pdf)

31 ARS Provence-Alpes-Côte d'Azur, Moustique tigre : tous responsables, ensemble, mobilisons-nous, mai 2021, <https://www.paca.ars.sante.fr/moustique-tigre-tous-responsables-ensemble-mobilisons-nous-1>

32 ARS Provence-Alpes-Côte d'Azur, Lutte anti-vectorielle et mobilisation sociale contre le moustique tigre, mai 2021, <https://www.paca.ars.sante.fr/lutte-anti-vectorielle-prevention-contre-les-maladies-transmises-par-les-moustiques-tigres>

## 1.2. Risques sanitaires liés à la biodiversité végétale

### a. Système immunitaire et allergie

La biodiversité peut avoir deux impacts sur le système immunitaire humain. Grâce aux fréquents contacts avec notre organisme, elle participe au développement du système immunitaire via l'enrichissement des différents microbiotes<sup>33</sup>. Elle donne ainsi la capacité au corps de pouvoir se défendre contre des agressions extérieures. Toutefois, la biodiversité peut aussi être à l'origine de réactions néfastes et toxiques (empoisonnement, urticaire, etc.) ou allergiques chez certaines personnes. Celles-ci peuvent être liées à des végétaux présents dans la nature existante mais également par des végétaux plantés par l'homme (introduction de plantes émettrices de pollens allergènes tels que les cyprès, platanes et graminées par exemple). Une diminution de la biodiversité peut également favoriser la diffusion d'espèces envahissantes allergisantes comme l'ambroisie, qui ne pousse que dans des environnements sans plantes concurrentes.

### **Données épidémiologiques sur les allergies**

Les allergies correspondent à des réactions inhabituelles et excessives du système immunitaire face à une substance étrangère (allergène). Elles peuvent se déclencher de différentes façons via les voies respiratoires, digestives ou par contact cutanéomuqueux. Les allergies se traduisent par des symptômes plus ou moins graves allant de la démangeaison cutanée jusqu'à l'asthme ou le choc anaphylactique<sup>34</sup>. Il existe un grand nombre d'allergènes se trouvant partout dans notre environnement. Il peut s'agir de substances alimentaires (lait, œuf, arachides etc.), de substances aériennes (acariens, moisissures, pollens, poils d'animaux), de métaux (nickel, chrome), de cosmétiques ou encore de venins d'hyménoptères.

Aujourd'hui il est estimé que 25 à 30 % de la population française est concernée par une pathologie allergique<sup>35</sup>. Depuis plusieurs années, cette prévalence est en augmentation du fait de l'impact de l'environnement (exacerbé par le réchauffement climatique et particulièrement pour les allergies aux pollens) sur l'expression de nos gènes, l'augmentation de la pollution atmosphérique et les changements de pratiques alimentaires. En plus d'avoir un impact sur la santé des populations, les allergies ont alors un fort impact socio-économique.

### **Pollinoses : maladie environnementale et enjeu de santé publique**

Les allergies aux pollens (pollinoses) sont qualifiées de maladie environnementale et toucheraient 20 % des enfants et 30 % des adultes en France<sup>36</sup>. Au niveau de la région, d'après une enquête menée en 2017 par l'Observatoire Régional de la Santé (ORS) Provence-Alpes-Côte d'Azur (Baromètre santé environnement) auprès de 2 000 habitants, 44 % ont déclaré être sensibles aux pollens et parmi ses derniers 61 % ont déclaré que cette sensibilité avait augmenté au cours des 5 dernières années<sup>37</sup>. Les allergies aux pollens se manifestent essentiellement par des réactions respiratoires sous deux formes principales : la rhinite allergique (inflammation des voies aériennes supérieures avec ou non démangeaisons des yeux, larmolements, paupières enflées et gonflées) qui est la plus fréquente et l'asthme allergique (maladie inflammatoire des bronches se manifestant par des troubles et spasmes respiratoires). Ses symptômes altèrent considérablement le bien-être et la qualité de vie

33 Ensemble de micro-organismes vivant dans un environnement spécifique chez un hôte ou une matière.

34 Réaction allergique immédiate, grave et généralisée constituant une urgence médicale car potentiellement mortelle.

35 Ameli, Allergies, novembre 2021, <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/allergies/comprendre-allergies>

36 Ministère des Solidarités et de la santé, Effets des pollens sur la santé, <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/air-exterieur/pollens-et-allergies/article/effets-des-pollens-sur-la-sante>

37 ORS Provence-Alpes-Côte d'Azur, note de synthèse : les pollens, les pollinoses et autres maladies respiratoires, mars 2021, <http://www.orspaca.org/sites/default/files/fiche-pollens.pdf>

et conduisent à un recours aux soins et une consommation médicamenteuse importants. De ce fait, l'exposition aux pollens constitue alors un réel enjeu de santé publique.

En France métropolitaine, plusieurs espèces végétales sont responsables de la création de pollens avec des propriétés plus ou moins allergisantes en fonction de la saison, de la quantité de pollens qu'elles rejettent, de la taille des grains, ou encore du type de particules responsable de la sensibilité. En 2019, la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur se caractérisait par un risque allergique moyen à très élevé pour les pollens de cyprès, de graminées, de platanes et de chênes<sup>38</sup>. Les pollens d'ambrosie constituent également une préoccupation de santé publique dans la région du fait des réactions allergiques sévères qu'ils provoquent et de l'augmentation de leurs concentrations dans l'air depuis quelques années (l'ambrosie à feuilles d'armoise a colonisé 8,3 % du territoire régional entre 2014 et 2020).

En ville, la conception et l'aménagement des espaces végétalisés sont de réels leviers pour contrôler le risque allergique en minimisant la présence d'espèces végétales fortement allergisantes.

### **Enjeux et mesures relatifs aux pollinoses dans les plans santé environnement**

Depuis 2010, la thématique des allergies a été intégrée dans les politiques publiques santé-environnement dans le but d'améliorer la qualité de vie et l'espérance de vie en bonne santé des personnes souffrant d'allergies aux pollens. C'est le cas dans le PNSE 3, qui a permis la réalisation de plusieurs projets : rédaction d'un rapport annuel de surveillance des pollens dans l'air ambiant, réalisation d'analyse de risques de certains pollens, diffusion de mesures à mettre en œuvre pour réduire ou éviter les émissions de pollens etc. On retrouve donc également la thématique des pollens dans le PNSE 4<sup>39</sup> à travers l'action n°11 « Prévenir les impacts sanitaires des espèces nuisibles par des méthodes compatibles avec la préservation de l'environnement ». La 3<sup>ème</sup> partie de cette action prévoit un élargissement des missions de l'Observatoire des ambrosies à d'autres espèces de pollen dans le but d'améliorer les connaissances sur certaines espèces d'intérêt et de créer et diffuser, pour le grand public et les professionnels, des outils de surveillance et de prévention, en lien notamment avec les acteurs de la surveillance pollinique (Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA)).

Le PRSE 3, décline au niveau régional certaines actions du PNSE 3 relative à la problématique des pollinoses<sup>40</sup>. Ainsi, nous retrouvons l'objectif 1.11 « Renforcer la surveillance, les prévisions et l'information sur les concentrations de pollens et de moisissures allergisantes dans l'air extérieur et évaluer l'exposition de la population » qui est issu de l'action n°8 du PNSE 3. Trois autres objectifs viennent compléter celui-ci : inciter les collectivités à réduire la présence et le développement de végétaux émetteurs de pollens allergisants et inciter à la diffusion d'une information sur le risque allergique et ou toxique lors de la vente des végétaux concernés (objectif 1.12 du PRSE3 - action 10 du PNSE3), évaluer l'exposition à l'ambrosie et surveiller son expansion géographique (objectif 1.13 du PRSE3 - action 11 du PNSE3) et prévenir les risques sanitaires liés à l'ambrosie en luttant contre sa prolifération (objectif 1.14 du PRSE3). Dans ce cadre, neuf projets ont été labélisés dont par exemple la réalisation d'un webinar à destination des professionnels de santé par le CRES ou encore la réalisation d'un bilan pollinique annuel de la région.

38 ORS Provence-Alpes-Côte d'Azur, note de synthèse : les pollens, les pollinoses et autres maladies respiratoires, mars 2021, <http://www.orspaca.org/sites/default/files/fiche-pollens.pdf>

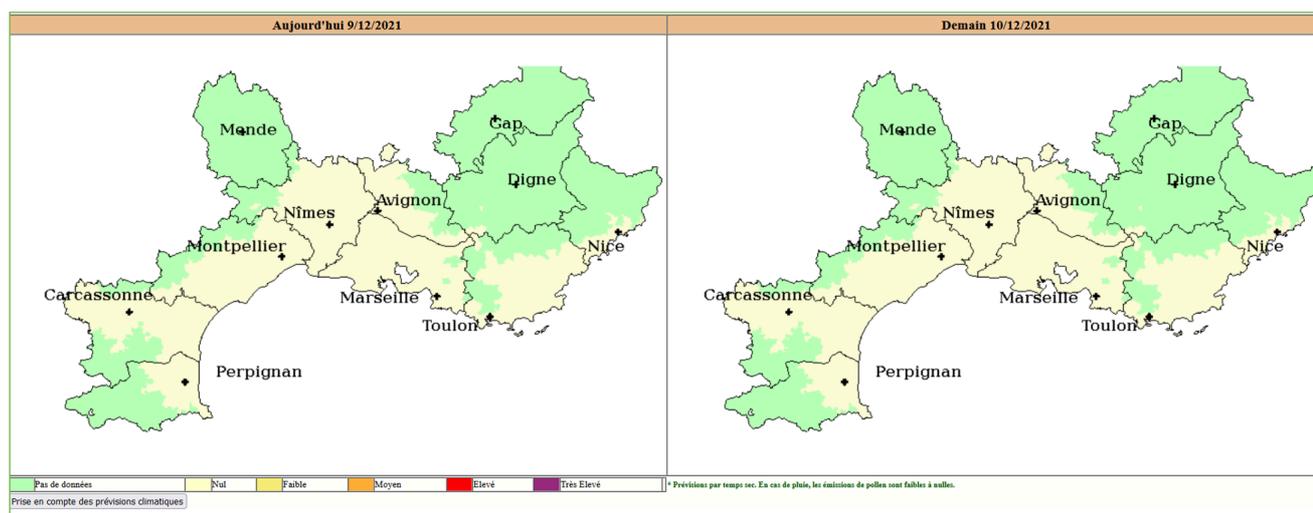
39 Ministère des Solidarités et de la santé, PNSE 4, <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/les-plans-nationaux-sante-environnement/article/plan-national-sante-environnement-4-pnse-4-un-environnement-une-sante-2021-2025>

40 Plan régional santé environnement 2015-2021, Plan d'orientations du PRSE 3, [http://www.oncopacacorse.org/sites/default/files/prse\\_3\\_-\\_projets\\_labellises\\_prse\\_sante\\_environnement\\_2019.pdf](http://www.oncopacacorse.org/sites/default/files/prse_3_-_projets_labellises_prse_sante_environnement_2019.pdf)

## Systèmes de surveillance

Au niveau national, le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) est un des acteurs majeurs de la surveillance dans ce domaine. Grâce à ses capteurs, il étudie le contenu de l'air en particules biologiques pouvant impacter le risque allergique et la cartographie. Parallèlement le réseau recueille des données cliniques dans la population ; ce qui permet ainsi de faire le lien entre les quantités de pollen et les symptômes. Ainsi en plus d'informer les professionnels de santé sur les concentrations polliniques et le risque associé, il informe également le grand public des alertes polliniques via la diffusion de bulletin sur leur site internet ou leur application smartphone. Le RNSA possède une base de données sur laquelle nous pouvons trouver les concentrations journalières en nombre de grains de pollen/m<sup>3</sup> d'air. En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le RNSA travaille en partenariat avec l'AASQA AtmoSud.

Dans le cadre du PRSE 2 (projet 7.1.2.1), l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) travaille sur la surveillance des pollens de cyprès dans la région car c'est une des causes majeures de risque allergique en région méditerranéenne. En se basant sur la végétation et le climat, il publie des estimations de l'exposition aux pollens jusqu'à 3 jours via l'outil spatio-temporel « CartoPollen ». Cela permet d'informer à l'échelle régionale et communale les personnes sensibles sur le risque allergique et leur permettre de prendre des mesures préventives (Figure 4).



**Figure 4 : Prédiction des émissions de pollen de cyprès en régions Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : CartoPollen)**

## 2. Biodiversité et aménagement du territoire

### Espaces de nature : sources de nombreux bienfaits pour l'Homme

De nombreuses études ont montré que le contact avec la nature jouait un rôle positif dans la santé physique et mentale, le bien-être et la qualité de vie, bien qu'un grand nombre de ces études concluent à une difficulté à réellement établir un lien de causalité du fait de la complexité de ces liens (Figure 5).

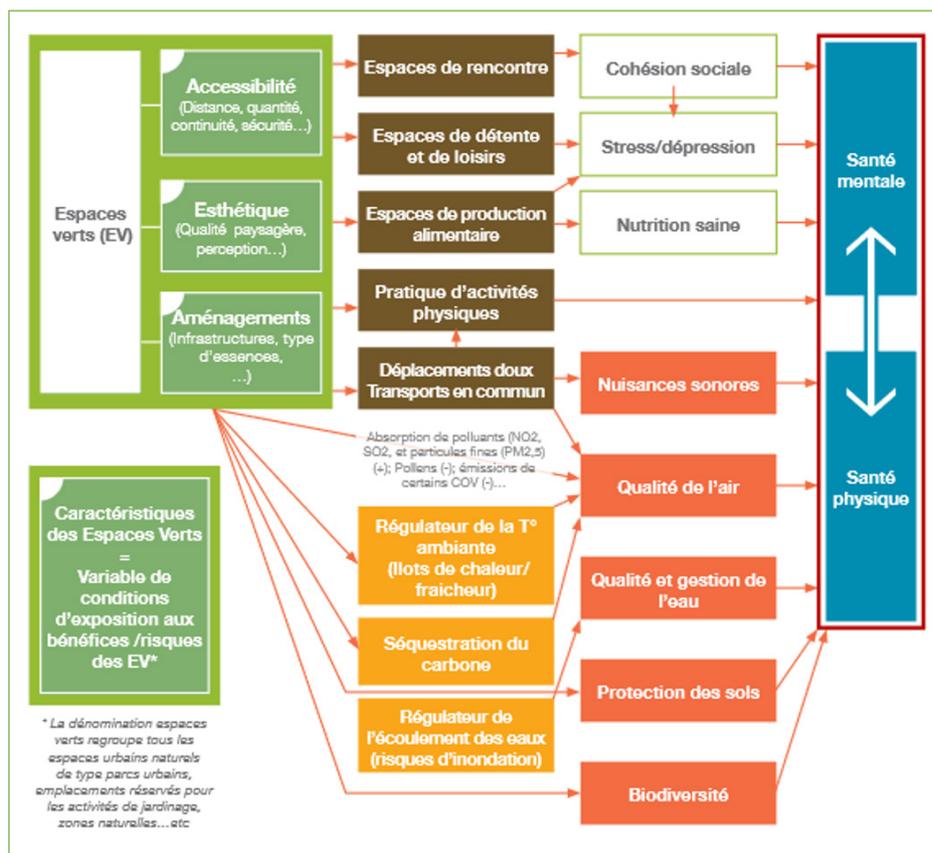


Figure 5 : Proposition d'une représentation graphique des liens de causalité entre espaces verts et santé (Source : Guide «Agir pour un urbanisme favorable à la santé»)

La méta-analyse de Kaczynski et al. publiée en 2007, démontre l'existence d'un lien plutôt positif entre les espaces verts et la pratique d'activité physique. Vingt des cinquante études étudiées, soit 40 %, ont identifié une relation significative et positive entre la pratique d'activité physique et l'accès à des espaces verts. De plus, il est établi que la pratique d'une activité physique est un comportement bénéfique à la santé (physique et mentale) car elle est associée à une réduction du risque d'obésité, de maladies cardiovasculaires, de diabète et bien d'autres pathologies. Une étude ayant suivi 3 144 personnes âgées à Tokyo durant 5 ans, a ainsi révélé que la longévité de ces personnes était positivement influencée par le fait d'habiter à proximité de zones dotées d'espaces verts praticables à pied.

Les espaces verts jouent également un rôle positif dans la santé mentale : réduction du stress, meilleure capacité de récupération suite à une fatigue psychologique, bénéfiques sur le développement psychologique et social des enfants et adolescents, etc. En effet, par exemple, selon une étude publiée en 2017, une courte sortie en forêt diminuerait la tension, la colère, la fatigue, la dépression, la confusion et l'anxiété, et améliorerait également les émotions positives. D'autre part, d'après une seconde étude, il existe des preuves solides d'une association positive entre la quantité d'espaces verts dans le cadre de vie des populations et la perception de leur santé mentale.

Ainsi, les personnes résidant à proximité d'espaces verts auraient une meilleure santé mentale. Les espaces verts sont également susceptibles de favoriser la cohésion sociale par la création d'opportunités de contacts entre usagers (activité commune, terrain de jeux pour enfants, etc.).

### Les espaces verts urbains en faveur d'un urbanisme favorable à la santé

Comme l'aborde l'OMS dans son rapport « Urban green spaces and health », en plus des bénéfices précédemment cités, d'autres enjeux de santé relatifs à la présence d'espaces verts se dégagent dans les zones urbaines. En effet, il est aujourd'hui reconnu que les espaces verts urbains constituent un levier d'intervention majeur des collectivités pour faire face simultanément aux grands enjeux environnementaux (urbanisation croissante, dégradation des écosystèmes, changements de modes de vie, changement climatique, etc.) et de santé publique (vieillesse de la population, augmentation des pathologies chroniques, émergence de maladies vectorielles, augmentation des inégalités de santé, etc.) en s'inscrivant dans une démarche d'un urbanisme favorable à la santé, c'est-à-dire qui permet de replacer la santé et le bien-être de l'humain au cœur de la conception des projets.

En ville, du fait de l'abondance d'activités humaines source de chaleur (transports, industries, usages domestiques), de la morphologie (manque ou absence de végétation, canyons urbains) et des revêtements, des îlots de chaleurs se sont créés. Il s'agit de lieux où l'on observe un stockage de la chaleur et donc une élévation de la température par rapport aux zones rurales ou forestières voisines ou même par rapport au reste de la ville. Cette différence de température est en moyenne de 4°C entre un centre urbain et les zones limitrophes et peut atteindre plus de 10°C (Figure 6). Ce phénomène, intensifié par le réchauffement climatique, pose de nombreux problèmes écologiques (utilisation excessive de climatiser), sanitaires (exacerbation de certaines pathologies comme le diabète, les troubles cardiovasculaires ou rénales) et de bien-être particulièrement lors des périodes de canicule. Les personnes vivant dans les îlots de chaleur sont exposées à un risque de mortalité plus important que celles vivant dans les territoires environnants. Les espaces verts, les surfaces végétalisées ou arborées, grâce à l'ombre qu'ils peuvent offrir mais surtout grâce à l'évapotranspiration assurent une fonction de régulation thermique et atténuent de ce fait les îlots de chaleur urbains. C'est ainsi qu'à contrario, des îlots de fraîcheur font surface dans les villes. Ce sont des lieux accessibles à tous et caractérisés par leur fraîcheur par rapport à leur environnement proche.

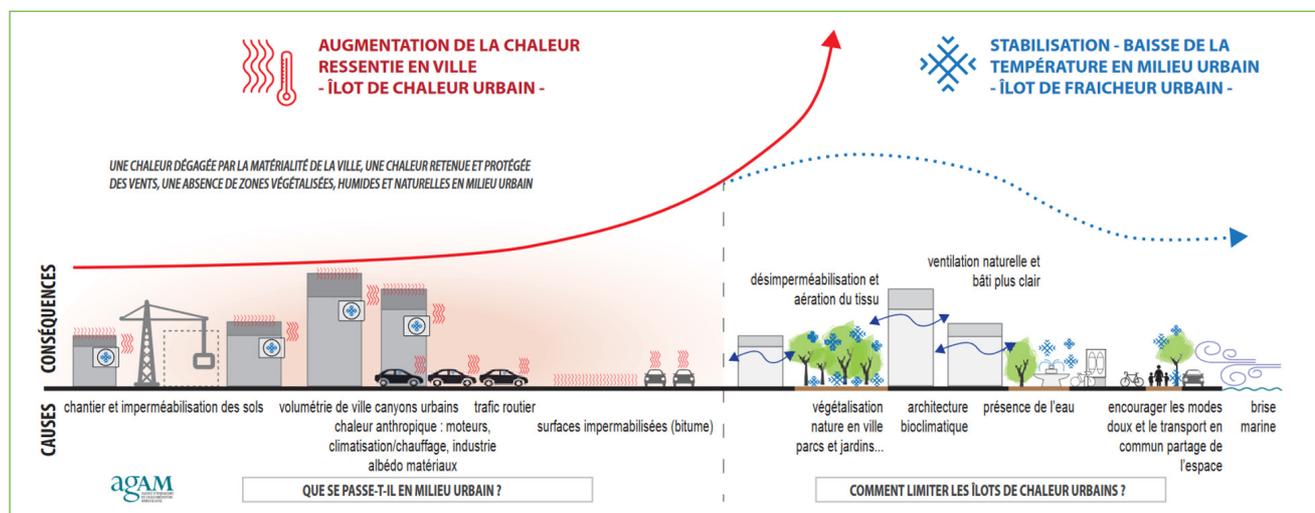


Figure 6 : Îlots de chaleur urbains et aménagement d'îlots de fraîcheur urbains (Source : Agence d'urbanisme de l'agglomération marseillaise, Regards environnement n°75)

De plus, du fait de leur caractéristiques intrinsèques, les végétaux sont capables de retenir le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), piéger les particules fines et métaux lourds ainsi que d'atténuer les concentrations en ozone et en oxydes d'azotes (NO<sub>x</sub>). Ces fonctions réduisent la pollution atmosphérique et ont un effet bénéfique sur la santé humaine ; enjeu particulièrement important dans les zones urbaines. Par exemple, d'après la revue *Air Pollution Abatement Performances of Green Infrastructure in Open Road and Built-up Street Canyon Environments*<sup>41</sup>, selon la configuration des rues, les barrières végétales pourraient diminuer de 15 % à 60 % les concentrations de polluants (dont les particules fines, l'ozone, et le NO<sub>2</sub>).

### **Initiatives en faveur du développement d'espaces verts urbains**

Pour encourager et guider les collectivités dans la créations d'espaces verts urbains, différents acteurs de ce domaine ont rédigé des aides documentaires.

Ainsi, le Réseau français des villes santé de l'OMS et l'Ecole des hautes études en santé publique (EHESP) ont publié en 2020 un ouvrage dédié aux espaces verts : *Espaces verts urbains, promouvoir l'équité en santé*. Il guide les collectivités sur la marche à suivre pour agir sur la santé des populations par le biais de l'aménagement d'espaces verts.

La Direction générale de la santé (DGS) a sollicité l'EHESP pour développer un outil d'analyse des impacts sur la santé des projets d'urbanisme. Développé dans le guide *Agir pour un urbanisme favorable à la santé à destination des ARS*, cet outil aborde la thématique des espaces verts urbains sous plusieurs angles.

L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) et la région Occitanie ont publié 12 fiches<sup>42</sup> d'adaptation au réchauffement climatique pour agir dans les collectivités locales dont une abordant la réduction des îlots de chaleur urbains (fiche 5) et une autre abordant la valorisation des zones de fraîcheur urbaines (fiche 6). Dans ces 2 fiches, les espaces verts sont présentés comme des leviers d'actions.

---

<sup>41</sup> Abhijith et al., *Air Pollution Abatement Performances of Green Infrastructure in Open Road and Built-up Street Canyon Environments - A Review*, 2017

<sup>42</sup> ADEME, *Adaptation au changement climatique - fiches pour agir dans les collectivités locales*, <https://occitanie.ademe.fr/sites/default/files/adaptation-changement-climatique-fiches-collectivites.pdf>

### 3. Biodiversité et agriculture : enjeux entre santé et biodiversité

---

L'agriculture est à l'interface de plusieurs enjeux en matière de santé : celle des hommes, des animaux et celle des sols et des eaux. En effet, en premier lieu l'agriculture permet en partie de répondre à nos besoins nutritionnels, besoins en augmentation constante du fait du nombre croissant d'habitants sur terre. Mais, en fonction des pratiques agricoles, nous observons des répercussions plus ou moins néfastes sur la biodiversité, la qualité des sols et des eaux et celle des produits agricoles mais également sur la santé des professionnels de ce secteur.

#### Usage des produits phytosanitaires et devenir dans l'environnement

Les produits phytosanitaires ou pesticides permettent de lutter contre les organismes jugés nuisibles (insectes, champignons, plantes indésirables etc.) principalement dans les exploitations agricoles (première cause de contamination de l'environnement). Les plus utilisés sont les insecticides, fongicides et herbicides. En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, ce sont plus de 4 500 tonnes de produits phytosanitaires qui sont utilisées chaque année (toutes utilisations confondues)<sup>43</sup>.

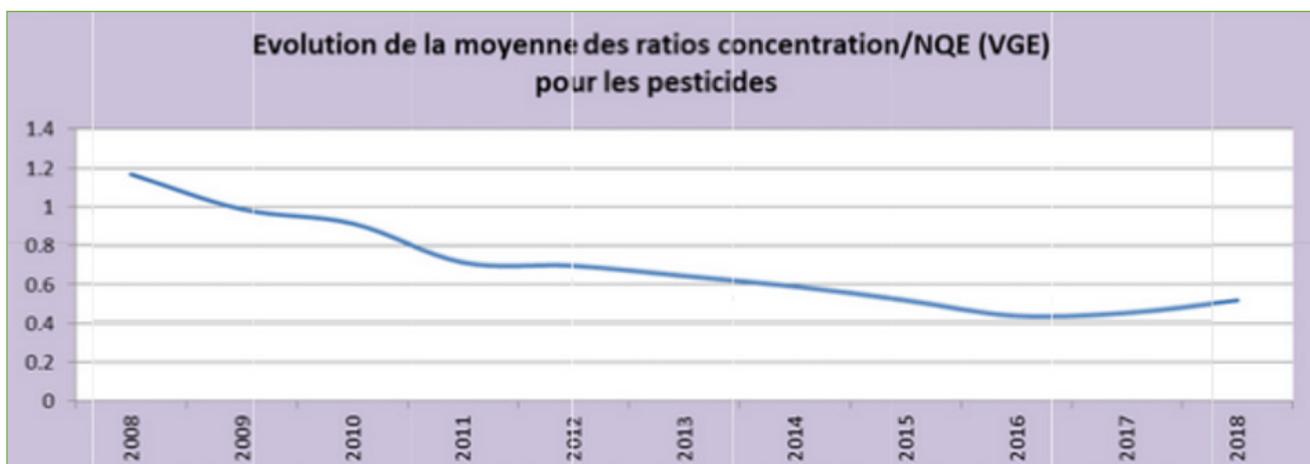
L'action biocide des pesticides entraîne une diminution de la biodiversité des sols et bouleverse ainsi la structure de la terre. Les sols seront alors plus sensibles à l'érosion, plus sujet à l'assèchement, et seront de moins en moins fertiles. Cela aura pour conséquence une baisse de rendement des exploitations agricoles et donc, pour compenser, un recours toujours plus important à des engrais chimiques et à une irrigation artificielle.

La pollution des eaux par les produits phytosanitaires résulte de plusieurs mécanismes. La contamination des eaux de surfaces est principalement due à leur entraînement par ruissellement alors que la contamination des nappes phréatiques résulte de leur infiltration. De plus, la pluviométrie, la nature des sols et les propriétés physico-chimiques des produits phytosanitaires sont des facteurs influençant le processus de contamination.

---

<sup>43</sup> ARS Provence-Alpes-Cotes d'Azur, « Contrôle de la qualité de l'eau du robinet ».

Ainsi, en 2018, sur les bassins Rhône-Méditerranée et de Corse, 51 % des rivières et 90 % des eaux souterraines étaient en bon ou très bon état. Toutefois, les deux causes principales qui empêchaient les eaux d'être qualifiée en bon état étaient les pollutions par les pesticides et les dégradations physiques qu'elles subissent. En effet, bien que la toxicité des pesticides dans les rivières ait chuté de moitié ces 10 dernières années, les pesticides restent les substances toxiques les plus présentes dans les eaux<sup>44</sup> (Figure 7). Afin de garantir la sécurité sanitaire des eaux distribuées, notamment celle destinée à la consommation, des traitements supplémentaires sont alors indispensables.



**Figure 7 : Évolution de la moyenne des ratios concentration/valeur guide environnementale\* pour les pesticides entre 2008 et 2018, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse - Rapport « L'état des eaux des bassins Rhône-Méditerranée et de Corse, mars 2020 ».**

\*La valeur guide environnementale correspond à la concentration qui ne doit pas être dépassée dans le milieu afin de protéger la santé humaine et l'environnement. Si le ratio est inférieur à 1 alors les concentrations garantissent la protection de la santé humaine et de l'environnement.

## Impacts des produits phytosanitaires

De par l'utilisation importante des pesticides, nous y sommes donc exposés de différentes manières principalement via les aliments, l'eau et l'air. Une intoxication aigüe se manifeste par des troubles digestifs, neurologiques, cardiovasculaires, respiratoires, etc. Les effets d'une exposition à long terme, même à faibles doses sont encore mal connus mais l'accumulation de ces substances dans les graisses et tissus adipeux pourraient favoriser l'apparition de pathologies. En effet, de nombreuses études ont montrés un lien entre exposition aux pesticides et apparition de pathologies tels que les cancers, la maladie de Parkinson, l'exacerbation des symptômes de l'asthme ou encore des troubles endocriniens. Une méta-analyse a montré que le risque de lymphome et de leucémie est significativement plus élevé chez les enfants dont la mère a été exposée aux pesticides durant la période prénatale<sup>45</sup>.

En plus de ces risques, les pesticides impactent aussi des organismes vivants et les environnements non ciblés, participant ainsi au déclin de la biodiversité. En 2017, une étude réalisée en Allemagne affirme que plus de 75 % des insectes volants ont disparu en 27 ans, n'excluant pas une part de responsabilité de l'agriculture intensive<sup>46</sup>. Cela n'affecte pas seulement la population d'insectes volants mais l'ensemble de la chaîne alimentaire et des activités humaines qui en dépendent en partie comme l'agriculture.

44 Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, État des eaux, [https://www.eaurmc.fr/jcms/vmr\\_36033/fr/etat-des-eaux](https://www.eaurmc.fr/jcms/vmr_36033/fr/etat-des-eaux)

45 Kim et al, Exposure to pesticides and the associated human health effects, Science of the total environment n°575, Janvier 2017

46 Hallmann et al., More than 75 Percent Decline over 27 Years in Total Flying Insect Biomass in Protected Areas, 2017

## 4. Pratiques de soins et impacts écologiques

---

La biodiversité rend de nombreux services en termes de prévention et de restauration de la santé humaine et animale grâce à la « mise à disposition » de molécules pouvant servir de principes actifs pour des produits de santé et cosmétiques. Néanmoins, nos pratiques de soins ont un impact non négligeable sur l'environnement et ses écosystèmes.

### 4.1. Médicaments humains ou vétérinaires - production de médicaments

Les végétaux, animaux, champignons, micro-organismes constituent des ressources en molécules pouvant avoir des propriétés thérapeutiques et des bienfaits. Elles peuvent être exploitées de différentes manières :

- Utilisation dans le cadre de la phytothérapie (tisane, poudre) ou de l'aromathérapie (huile essentielle). Nous pouvons citer par exemple la vigne rouge qui favorise la bonne circulation sanguine, l'ail noir qui maintient un taux de cholestérol normal ou encore l'huile essentielle de menthe poivrée qui permet d'atténuer les nausées ;
- Après extraction, les molécules peuvent servir de principe actif. Par exemple l'héparine est extraite du mucus de l'intestin du porc et est ensuite utilisée pour prévenir les événements thrombo-emboliques ;
- Certaines molécules naturelles servent de précurseurs pour la synthèse de principes actifs telle que la thébaine extraite du *Papaver somniferum* utilisée pour l'hémisynthèse de la buprénorphine (traitement de substitution aux opioïdes) ;
- Certaines molécules servent de modèle pour la synthèse de principe actif comme cela a été le cas pour l'insuline indiquée pour traiter des patients diabétiques.

## 4.2. Consommation d'antibiotiques et antibiorésistance

De par leur grande efficacité, les antibiotiques (ATB) ont été l'objet d'un usage excessif et inapproprié dans le monde entier et pas seulement dans le secteur médical, mais aussi notamment dans des domaines d'activités tels que l'agroalimentaire ou la santé animale. En France, en 2015, ce sont 786 tonnes d'antibiotiques destinés à la santé humaine et 514 tonnes d'antibiotiques destinés à la santé animale qui auraient été vendues<sup>47</sup>. Bien que nous observions une diminution globale de l'utilisation d'ATB depuis 2016 en France, cette dernière reste supérieure de 30 % par rapport à la moyenne européenne<sup>48</sup>.

Ainsi, l'utilisation massive et répétée des ATB à l'hôpital, en ville et dans les élevages a conduit à :

- Une pression importante de sélection sur les populations bactériennes en faveur de celles ayant des résistances ;
- A la contamination de l'environnement par des résidus d'antibiotiques et des bactéries résistantes.

Ce phénomène de pression de sélection, le mésusage des ATB (traitement inadapté, trop court, trop long) combiné à leur déversement dans l'environnement, ont conduit alors à l'accélération de la dissémination de l'antibiorésistance, c'est-à-dire la non efficacité d'un ou plusieurs ATB sur une infection bactérienne.

L'antibiorésistance est un phénomène global car les bactéries, les gènes de résistances et les ATB circulent au sein des quatre écosystèmes majeurs : les humains, les animaux, le sol et l'eau. De plus, il existe des environnements favorables aux transferts de gènes tels que le microbiote intestinal de l'Homme ou de l'animal sous antibiothérapie, les stations de traitement des eaux usées ou encore les biofilms.

---

<sup>47</sup> Santé Publique France, Anses, ANSM, Assurance maladie, *Consommation d'antibiotiques et résistance aux antibiotiques en France : soyons concernés, soyons responsables*, novembre 2017

<sup>48</sup> Santé Publique France, *Résistance aux antibiotiques*, <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/infections-associees-aux-soins-et-resistance-aux-antibiotiques/resistance-aux-antibiotiques>

## Bactéries, antibiotiques, écologie et résistances

Tous les ATB ne sont pas spécifiques d'une espèce bactérienne : ainsi lors de la prise d'ATB par l'Homme ou par les animaux, l'ATB va pouvoir détruire toutes les bactéries sensibles y compris celles des microbiomes. Seules les bactéries ayant une ou plusieurs résistances, qu'elles soient acquises<sup>49</sup> ou naturelles<sup>50</sup>, vont survivre. Les bactéries résistantes vont pouvoir alors se multiplier et prendre la place des bactéries sensibles.

En parallèle, les bactéries développent des mécanismes pour s'adapter, évoluer et survivre dans leur environnement ; c'est pourquoi elles font des transferts horizontaux de gènes qui pourront se transmettre aux descendances. Par l'intermédiaire d'éléments génétiques mobiles distincts de l'ADN chromosomique (plasmide, transposons, intégrons) les bactéries vont pouvoir transférer des gènes aux bactéries à proximité, dont les gènes de résistance. Ce transfert peut se faire entre bactéries de la même espèce ou non.

Parmi les bactéries résistantes et préoccupantes nous distinguons les bactéries multi-résistantes (BMR) comme le *Staphylococcus aureus* résistant à la Méricilline. Nous pouvons prendre également l'exemple des bactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu (BLSE) de type CTX-M. Ce type de résistance est issue d'un transfert génétique d'une bactérie de l'environnement *Kluyvera* principalement vers des entérobactéries telles que *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae*. Les BLSE sont résistantes à 3 familles d'ATB (pénicillines, céphalosporines et monobactames). Les bactéries hautement résistantes (BHRe) comme les entérobactéries productrices de carbapénèmases sont aussi préoccupantes.

## Consommation d'ATB et épidémiologie des résistances bactériennes

La remise en question du bon usage des ATB a été tardive, ayant pour conséquence l'émergence et la dissémination progressive de bactéries résistantes, devenues aujourd'hui un enjeu majeur de santé publique que ce soit en France, en Europe ou au niveau mondial.

En France, d'un point de vue global et d'après la synthèse des résultats préliminaires de surveillance de la consommation d'ATB et des résistances de 2019 en établissements de santé<sup>51</sup>, la consommation globale d'antibiotiques est de 285 DDJ/1 000 JH<sup>52</sup> (chiffre en baisse depuis 4 ans). Les antibiotiques les plus utilisés étaient l'association amoxicilline-acide clavulanique, l'amoxicilline seule et la ceftriaxone. On peut noter que la consommation d'ATB de 2<sup>nde</sup> intention a augmenté. En ville, la consommation d'ATB en 2018 était estimée à 22,2 doses pour 1 000 habitants et par jour<sup>53</sup> (chiffre stable mais plutôt tendance à la baisse).

49 Souche d'une espèce bactérienne naturellement sensible à un ATB qui y devient résistant.

50 Toutes souches d'une même espèce bactérienne résistante à un ATB donné.

51 Santé Publique France, Surveillance de la consommation des antibiotiques et des résistances bactériennes en établissement de santé - synthèse données de surveillance, novembre 2020

52 Dose définies journalière pour 1 000 journées d'hospitalisation : unité de mesure standardisée internationale

53 Santé Publique France, Résistance aux antibiotiques, <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/infections-associees-aux-soins-et-resistance-aux-antibiotiques/resistance-aux-antibiotiques>

D'après une étude<sup>54</sup> publiée dans The Lancet, en 2015 on estime à un peu moins de 125 000 cas d'infections dues à des bactérie résistantes aux ATB en France dont 5 543 auraient entraîné un décès. Le groupe d'infections impactant le plus l'espérance de vie en bonne santé comprenait celles causées par des *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae* résistantes aux céphalosporines de 3<sup>ème</sup> génération (C3G), des *Acinetobacter* spp résistants aux fluoroquinolones et aminoglycosides et des *Pseudomonas aeruginosa* résistants à au moins 3 familles d'ATB (Figure 8).

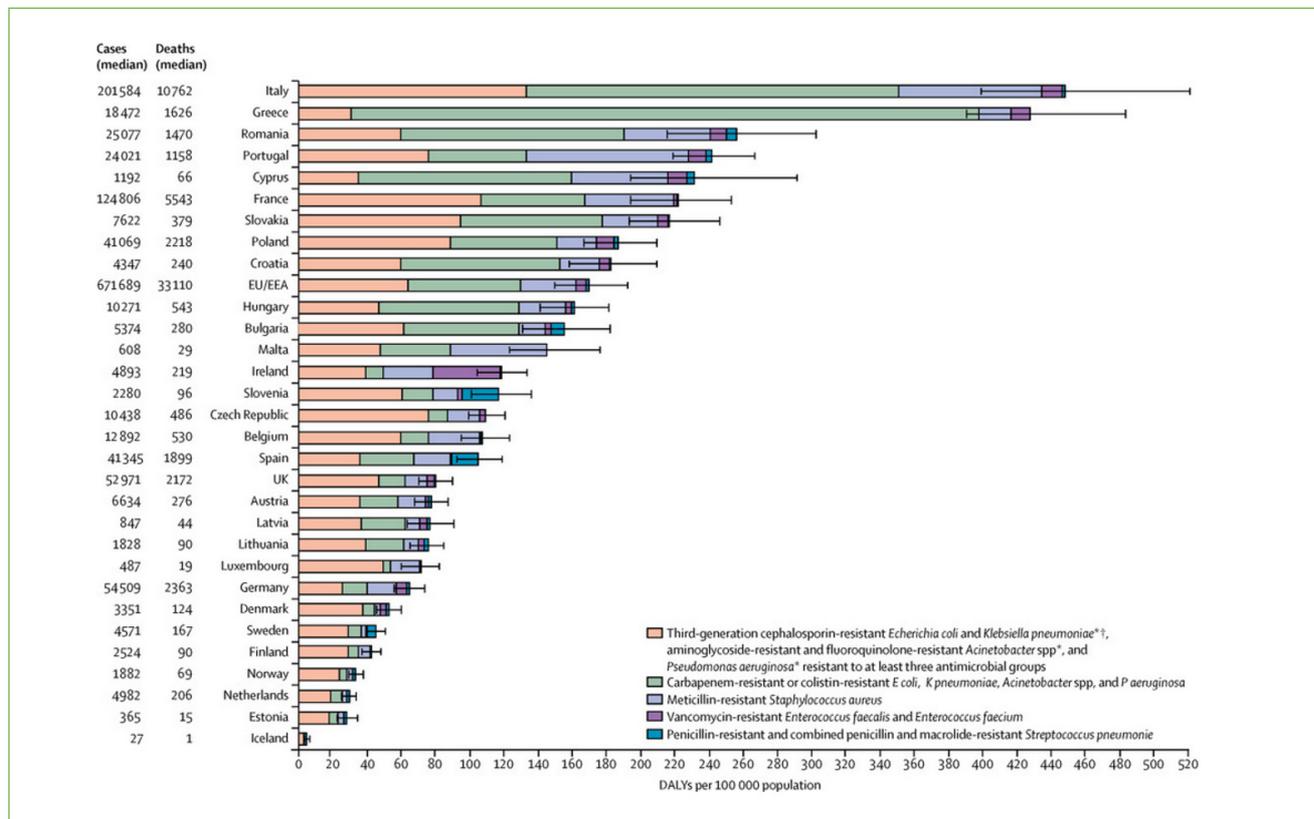
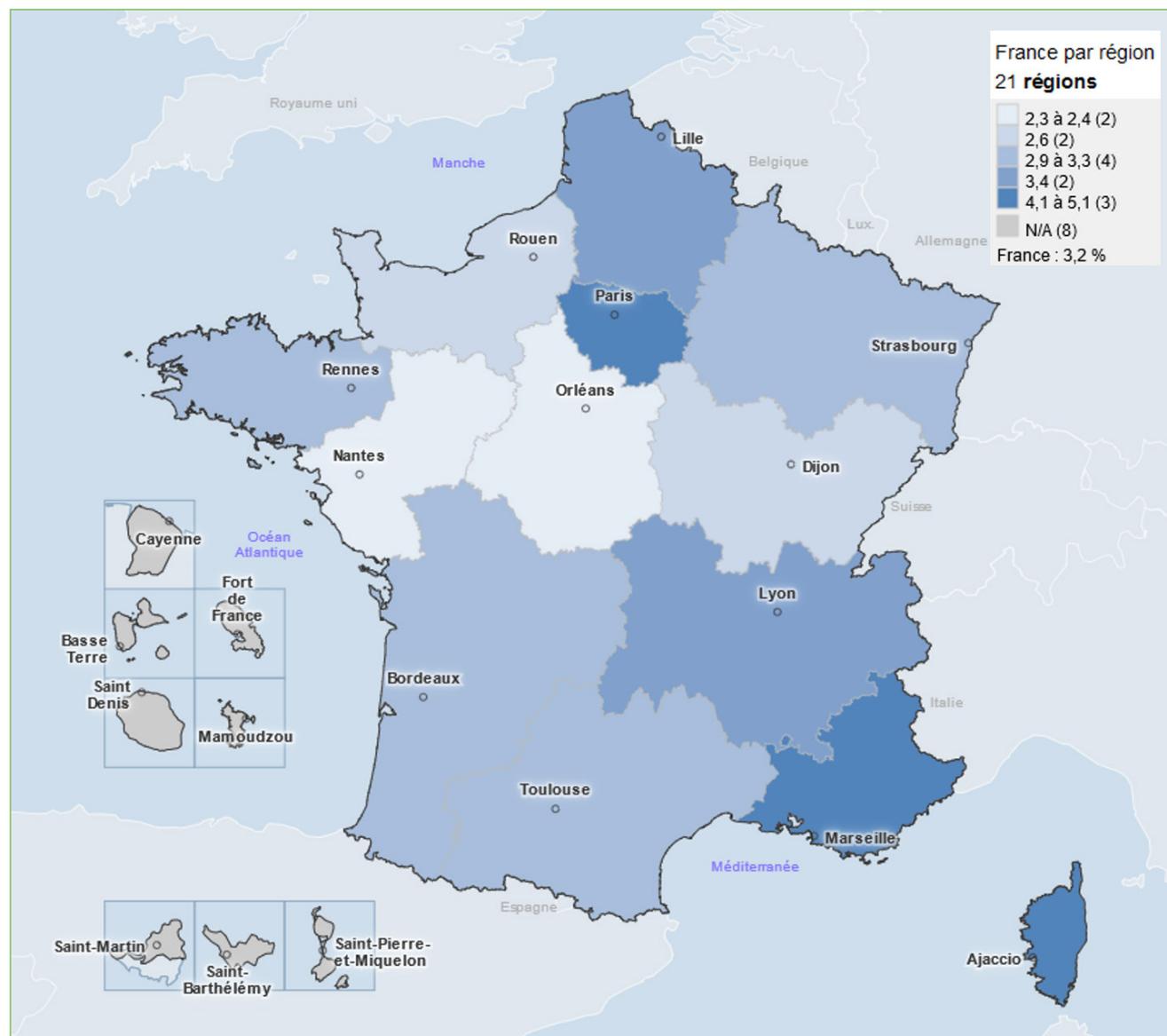


Figure 8 : Figure 6 : Graphique du fardeau des infections par des bactéries résistantes aux ATB en DALYs dans l'Espace économique européen en 2015, (Source : Attributable Deaths and Disability-Adjusted Life-Years Caused by Infections with Antibiotic-Resistant Bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015)

54 Cassini et al., Attributable Deaths and Disability-Adjusted Life-Years Caused by Infections with Antibiotic-Resistant Bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015, 2018

Un des événements particulièrement inquiétants est la fréquence élevée des bactéries productrices de bêtalactamases (BLSE) du fait de leur multi-résistance. En effet, d'après les données publiées par Santé Publique France, 3,2% des prélèvements urinaires chez des patients en secteur de ville sur tout le territoire métropolitain en 2019 contenait des *Escherichia coli* productrices de BLSE<sup>55</sup>. Les régions Ile-de-France, Provence-Alpes-Côte d'Azur et la Corse sont les régions les plus touchées avec des taux respectifs de 5,1 % pour les 2 premières et 4,1 % (Figure 9). En milieu hospitalier, les BLSE représentaient environ 8 % des souches d'entérobactéries recueillies et étaient majoritairement des *Escherichia coli* (48 %) *Klebsiella pneumoniae* (31 %) et *Enterobacter cloacae* complex (14 %)<sup>56</sup>.



**Figure 9 : Pourcentage de bactéries *Escherichia coli* productrices de BLSE isolées de prélèvements urinaires chez des patients en secteur ville en 2019 (Source : Géodes - Santé Publique France)**

<sup>55</sup> Géodes - Santé publique France, Résistance aux antibiotiques, <https://geodes.santepubliquefrance.fr/#c=indicator&view=map1>

<sup>56</sup> Santé Publique France, Surveillance de la consommation des antibiotiques et des résistances bactériennes en établissement de santé - synthèse données de surveillance, novembre 2020

Quelques espèces sont devenues résistantes à l'antibiothérapie de référence pour les traiter. C'est le cas de souches *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae* résistantes aux C3G (légèrement en baisse entre 2015 et 2018). En 2019, le taux de résistance aux C3G chez des *Escherichia coli* isolées dans des prélèvements urinaires des patients vivant à domicile était de 3,4 % et de 8 % chez *Klebsiella pneumoniae*<sup>57</sup>(Figure 10). Des traitements de deuxième intention doivent donc être utilisés.

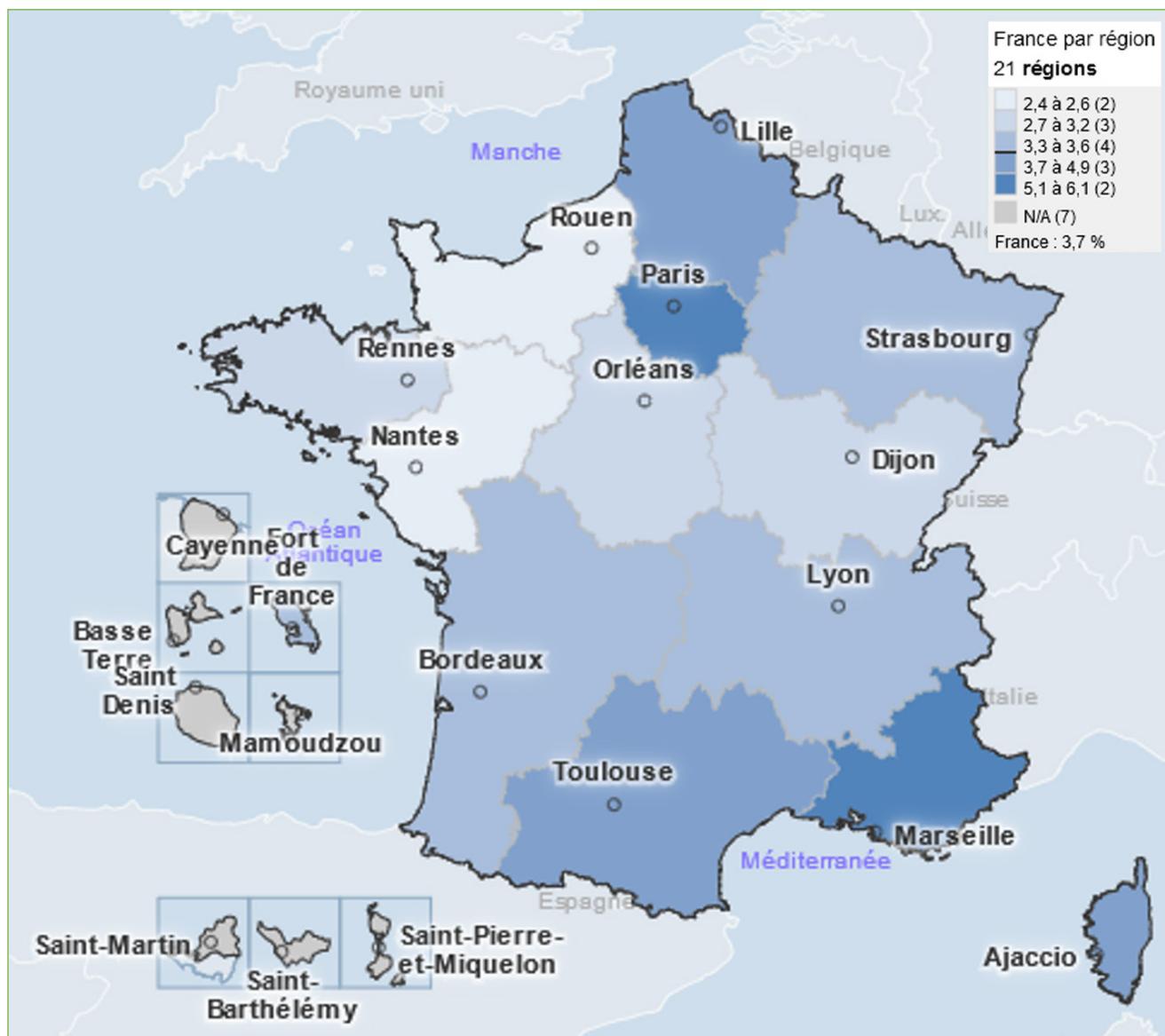


Figure 10 : Pourcentage de bactéries *Escherichia coli* résistantes aux C3G isolées de prélèvements urinaires par des laboratoires de ville en 2020 (Source : Géodes - Santé Publique France)

57 Santé Publique France, Surveillance de la consommation des antibiotiques et des résistances bactériennes en soins de ville et en établissement pour personnes âgées dépendantes - synthèse données de surveillance, novembre 2020

D'autres bactéries résistantes posent plus de problèmes en milieu hospitalier, comme les *Staphylococcus aureus* résistants à la méticilline (SARM) qui sont notamment responsables d'infections nosocomiales graves. Grâce à la mise en place de mesures de prévention, la fréquence des SARM est en diminution en France. D'après Santé Publique France, le taux d'incidence est passé de 0,26 pour 1 000 journées d'hospitalisation en 2015 à 0,17 pour 1 000 journées d'hospitalisation en 2019 en France<sup>58</sup>. Cependant, une souche de *Staphylococcus aureus* sur deux isolée à partir d'un prélèvement effectué chez un patient hospitalisé en long séjour est résistante à la méticilline.

D'après des estimations de l'OMS<sup>59</sup>, si rien ne change, à l'horizon de 2050 les infections dues à des agents pathogènes résistants pourraient engendrer ou être associées à jusqu'à 10 millions de décès par an et un impact économique important.

### **Impact de l'antibiorésistance sur la prise en charge des patients**

Les résistances bactériennes compliquent la prise en charge globale des patients. Du fait de l'arsenal thérapeutique réduit, le temps de mise en place d'une antibiothérapie efficace peut être long, augmentant les risques de complications ainsi que les périodes de contaminations. Les temps d'hospitalisation sont également susceptibles d'être allongés ; ce qui en plus d'affecter le patient a des impacts économiques importants. Les médecins sont parfois obligés d'avoir recours à des traitements de dernier recours lorsqu'il n'existe plus aucune autre alternative. Ces traitements doivent être préservés au maximum, car, à terme eux aussi feront l'objet de résistances bactériennes, et dans les cas les plus graves, d'impasse thérapeutique. De plus, ces traitements de seconde intention sont souvent plus lourds pour les patients et affecte potentiellement de manière plus importante la qualité de vie du patient (ATB par voie injectable pouvant nécessiter une hospitalisation, effets indésirables majorés).

Par exemple, d'après l'OMS<sup>60</sup>, il est estimé que le risque de décès chez les personnes ayant une infection due à un SARM, est 64 % plus élevé que chez celles qui sont infecté par cette même bactérie mais non résistante.

---

58 Géodes - Santé publique France, Résistance aux antibiotiques, <https://geodes.santepubliquefrance.fr/#c=indicator&i=ratb.sarm&s=2020&t=a01&view=map1>

59 OMS, Un nouveau rapport appelle à agir d'urgence pour éviter une crise due à la résistance aux antimicrobiens, avril 2019, les institutions internationales et des experts ont lancé aujourd'hui un rapport qui fera date appelant à prendre immédiatement des mesures coordonnées et ambitieuses pour éviter une crise potentiellement désastreuse due à la résistance aux antimicrobiens. Si aucune mesure n'est prise – prévient le Groupe spécial de coordination inter-institutions des Nations Unies sur la résistance aux antimicrobiens (IACG) <https://www.who.int/fr/news/item/29-04-2019-new-report-calls-for-urgent-action-to-avert-antimicrobial-resistance-crisis>

60 OMS, Résistance aux antimicrobiens, octobre 2020, <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

## Impact des rejets de résidus d'ATB et bactéries résistantes dans l'environnement

Peu de données sont disponibles sur les facteurs de l'environnement qui pourraient favoriser la sélection des bactéries résistantes ou la transmission de gènes de résistance. Mais il semble que les quantités d'antibiotiques retrouvées dans l'environnement en France soient trop faibles pour favoriser la survie des bactéries résistantes et la persistance des gènes de résistance. De plus, la présence d'éléments traces métalliques ou de biocides, la diversité des communautés bactériennes et l'hétérogénéité des milieux pourraient influencer leur devenir dans l'environnement.

Cependant, d'après l'Anses, les principales sources de contamination de l'environnement par des antibiotiques sont liées aux activités humaines : rejets d'eaux usées traitées et épandages de boues des stations d'épuration et d'effluents d'élevage. En effet, les hommes et animaux rejettent une partie des antibiotiques absorbés, via leurs déjections. D'où la présence de bactéries résistantes dans les cours d'eau en aval des villes ou des élevages, voire dans les nappes phréatiques. Ces sources sont les mêmes pour les bactéries résistantes aux ATB et les gènes de résistance<sup>61</sup>.

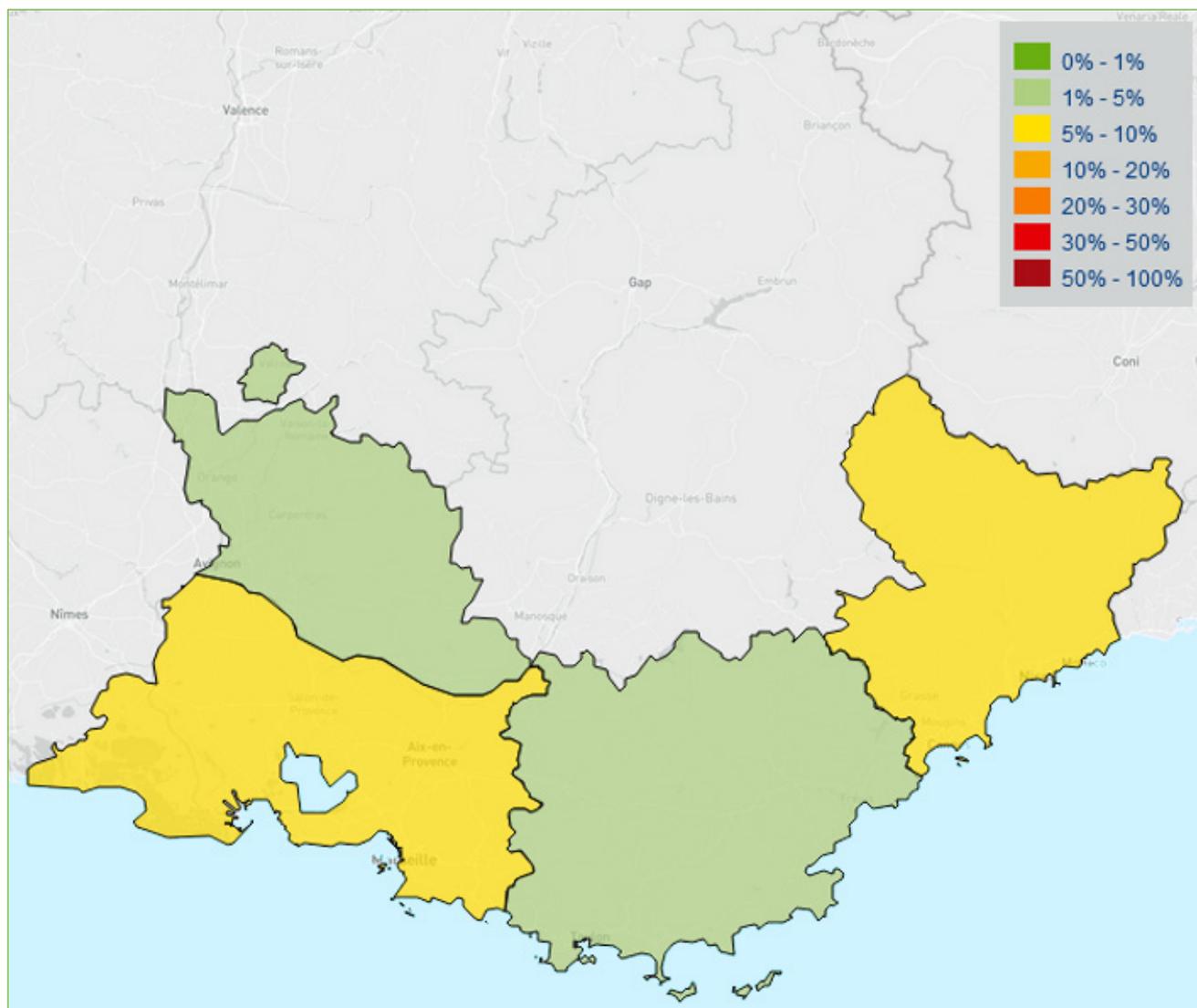
### Systèmes de surveillance

En santé humaine, le système de surveillance de l'antibiorésistance, piloté par Santé Publique France, repose sur 2 types de surveillance complémentaires : celle de la résistance aux ATB et celle de la consommation d'antibiotiques. Les réseaux de surveillance sont également séparés pour les établissements de santé et la médecine de ville / Ehpad. Les indicateurs qui en découlent sont disponibles sur la plateforme Géodes.

Pour la période 2018-2023 et pour les établissements de santé, la surveillance est assurée par la mission SPARES « Surveillance et prévention de l'antibiorésistance en établissements de santé » portée par le CPias Grand-Est et le CPias Nouvelle Aquitaine. La consommation des ATB, est quantifiée et décrite. Son évolution est également suivie dans le temps (via l'outil Consores). De plus, la mission SPARES décrit l'épidémiologie locale des résistances bactériennes présentant un intérêt clinique en mettant l'accent sur les BMR et BHR. Des indicateurs nationaux de résistances bactériennes sont recueillis et suivis dans le temps. Ces indicateurs sont transmis à Santé Publique France pour alimenter les réseaux de surveillance européen (EARS-NET) et mondial (GLASS). Les établissements participants ont également la possibilité d'utiliser ces données en se comparant aux autres afin d'optimiser leur consommation d'ATB et réduire les résistances.

La mission nationale Primo « Surveillance et prévention de l'antibiorésistance et des infections associées aux soins, en soins de ville et en secteur médico-social » est portée par le CPias Pays de La Loire et le CPias Grand-Est. Elle produit des indicateurs de résistances bactériennes aux antibiotiques en ville et en Ehpad grâce aux données issues d'un réseau de laboratoires de biologie médicale (via l'outil MedQual-Ville). Seules les espèces *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae* complex et *Staphylococcus aureus* sont suivis. Les indicateurs sont accessibles sur l'e-outil MedQual-Ville (Figure 11). La surveillance de la consommation des ATB dans ces 2 secteurs est quant à elle assurée par Santé Publique France grâce aux données de remboursement de l'Assurance maladie (Système national des données de santé : SNDS) sous forme de 2 indicateurs exprimés en nombre de prescriptions et en DDJ pour 1 000 habitants et par jour.

61 Anses, *Un premier état des connaissances sur l'antibiorésistance et les antibiotiques dans l'environnement*, novembre 2020, <https://www.anses.fr/fr/content/un-premier-%C3%A9tat-des-connaissances-sur-l%E2%80%99antibior-%C3%A9sistance-et-les-antibiotiques-dans-l>.



**Figure 11: Pourcentage d'Escherichia Coli résistantes aux céfotaxime et ceftriaxone (C3G) pour des patients vivant à domicile et en Ehpad, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, en 2020 (Source : MedQual-Ville)**

Concomitamment, l'Observatoire de l'Epidémiologie de la Résistance Bactérienne aux Antibiotiques (ONERBA) recueille et analyse des données concernant l'évolution des résistances bactériennes aux antibiotiques en France en partenariat avec différents réseaux de surveillance (REUSSIR, OSCAR, Résapath, etc.). Chaque année, l'ONERBA publie un rapport avec les faits marquants observés par les réseaux en ville et en établissement de santé.

### **Stratégies de lutte contre l'antibiorésistance**

L'antibiorésistance est un phénomène mondial et complexe requérant une approche multidisciplinaire. En 2001, l'OMS a lancé une stratégie mondiale pour la maîtrise de la résistance aux antimicrobiens puis le plan d'action mondial pour combattre la résistance aux antimicrobiens a vu le jour en 2015.

Au niveau national, trois plans nationaux sur les antibiotiques ont été mis en place par le ministère de la santé et des solidarités au cours des 15 dernières années : les plans 2001-2005 et 2007-2010 pour préserver l'efficacité des ATB et le plan 2011-2016 d'alerte sur les ATB. Ils ont été conçus en collaboration avec les différentes instances sanitaires comme la Haute autorité de santé, Santé Publique France, la société de pathologie infectieuse de langue française, l'Agence Nationale de

Sécurité des Médicaments et des produits de santé (ANSM) et l'Anses afin de réguler et rationaliser les prescriptions d'antibiotiques et diminuer leur consommation. Afin d'intensifier la politique menée dans ce domaine, un programme interministériel de maîtrise de l'antibiorésistance à travers une approche « One Health » a été lancé en 2016. Une feuille de route<sup>62</sup> comprenant 13 mesures phares a été adoptée. Les thèmes principaux de ces mesures étaient : la sensibilisation et la communication auprès du grand public et des professionnels de santé, la formation des professionnels de santé à un bon usage des ATB, un renforcement de la recherche et de l'innovation en matière de maîtrise de l'antibiorésistance, une amélioration de la mesure et de la surveillance de l'antibiorésistance et un renforcement de la gouvernance et des politiques interministérielles pour la maîtrise de l'antibiorésistance. La stratégie nationale de santé 2018-2022<sup>63</sup> consacre également des actions pour la préservation de l'efficacité des ATB. D'après elle, il est nécessaire de diminuer drastiquement la consommation d'ATB et de développer des tests de diagnostic afin de favoriser le bon usage des ATB mais également de développer des alternatives thérapeutiques.

De plus, le programme national d'actions de prévention des infections associées aux soins – PROPIAS<sup>64</sup> avec son axe 2 « Renforcer la prévention et la maîtrise de l'antibiorésistance dans l'ensemble des secteurs de l'offre de soins » accompagne les actions de la feuille de route précédente. Cet axe comprend 4 objectifs dont les actions sont mises en œuvre à différentes échelles (locale, régionale et nationale) : le patient acteur de la maîtrise de l'antibiorésistance, améliorer le niveau d'application des précautions « standards » lors des soins et la prise en charge du péril fécal, prioriser la lutte contre les BLSE, les BHR et maintenir les actions vis-à-vis du SARM et contrôler l'impact des antibiotiques sur la résistance bactérienne.

En parallèle de grandes campagnes de sensibilisation auprès du grand public ont été menées sur l'ensemble de la France avec notamment les slogan « Les antibiotiques, c'est pas automatique » et « utilisés à tort, ils deviennent moins forts ».

La recherche est aussi un acteur majeur et c'est pourquoi en 2019, l'Inserm et ses partenaires ont lancé un programme prioritaire de recherche antibiorésistance.

### 4.3. Antibiotiques et antibiorésistances dans le secteur vétérinaire

Dans une approche « One Health » la médecine vétérinaire doit également participer à la lutte contre l'antibiorésistance. Dans ce secteur, elle se traduit par deux objectifs : diminuer l'exposition des animaux aux antibiotiques et optimiser leur usage afin de limiter le risque d'apparition de bactéries résistantes dans le but de préserver leur efficacité. De plus, ces enjeux sont donc également importants pour la sécurité sanitaire des aliments car une partie des denrées que nous consommons est d'origine animale.

#### **Résistances bactériennes chez les animaux d'élevages**

Plusieurs bactéries présentes chez les animaux et non ou peu pathogènes pour eux sont en revanche pathogènes pour l'Homme. Il s'agit des salmonelles et des Campylobacters responsables respectivement de toxi-infections alimentaires collectives et de gastro-entérites d'origine bactérienne. D'après le bilan de surveillance 2014-2020 de l'Anses, bien que les taux de résistances

<sup>62</sup> Ministère des Solidarités et de la santé, Lutte et prévention en France, <https://solidarites-sante.gouv.fr/prevention-en-sante/les-antibiotiques-des-medicaments-essentiels-a-preserver/des-politiques-publiques-pour-preserver-l-efficacite-des-antibiotiques/article/lutte-et-prevention-en-france>

<sup>63</sup> Ministère des Solidarités et de la santé, Stratégie nationale de santé 2018-2022, [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/dossier\\_sns\\_2017\\_vdefpost-consult.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/dossier_sns_2017_vdefpost-consult.pdf)

<sup>64</sup> Ministère des Solidarités et de la santé, PROPIAS, juin 2015, <https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/propiasjuin2015.pdf>

soient élevés vis-à-vis de 3 classes d'ATB (pénicillines, tétracyclines et sulfamides) chez les souches de salmonelles isolées du porc, de la dinde ou du veau à l'abattoir, il y a peu ou pas de résistance aux antibiotiques d'importance critique pour la santé humaine. Concernant *Campylobacter jejuni* (*campylobacter* le plus fréquemment responsable d'infection chez l'Homme), des taux de résistances élevées à très élevées sont observés pour 2 classes d'ATB mais aucune résistance n'est observée pour les macrolides, classes d'ATB de première ligne pour le traitement des campylobactérioses chez l'Homme<sup>65</sup>.

*Escherichia coli* est une bactérie abondante, commensale<sup>66</sup> des animaux et de l'Homme et connue pour être un réservoir de gènes de résistances potentiellement transmissibles aux autres bactéries zoonotiques. D'après le bilan de surveillance 2014-2020 de l'Anses, les pourcentages de résistances aux ATB diminuent significativement chez la dinde, le poulet et le veau et particulièrement pour les ATB d'importance critique pour la santé humaine. La prévalence des *Escherichia coli* productrices de BLSE a également diminué chez toutes les espèces animales observées et dans la viande de poulet<sup>67</sup>.

### **Systemes de surveillance**

Afin de suivre l'évolution de l'antibiorésistance en France deux outils se complètent.

- La surveillance de l'antibiorésistance des bactéries zoonotiques et commensales isolées chez les animaux producteurs d'aliments et leurs denrées permet une surveillance active des bactéries animales transmissibles à l'Homme (*Salmonella* sp, *Campylobacter* sp) et de bactéries « indicatrices » (*Escherichia coli*, *Enterococcus* sp). Elle permet d'évaluer les tendances et de comparer les pourcentages de résistances des souches zoonotiques ou indicatrices entre les différentes bactéries ou types de productions.
- Le réseau Résapath animé par l'Anses, est un réseau de surveillance de l'antibiorésistance des bactéries pathogènes des animaux. Il suit les tendances d'évolution de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries animales, détecte les émergences et en caractérise les mécanismes moléculaires.

### **Le plan Ecoantibio : matérialisation de la lutte contre l'antibiorésistance dans le domaine de la santé animale**

Après le franc succès du plan Ecoantibio 1 2012-2016 qui a conduit à une réduction d'environ 37 % de l'exposition des animaux aux ATB en 5 ans, le plan Ecoantibio 2 2017-2021<sup>68</sup> permet de poursuivre cette dynamique. Ce plan en 4 axes met d'abord l'accent sur le développement de mesures de prévention des maladies infectieuses et sur l'utilisation de traitements alternatifs. Il aborde ensuite l'importance de communiquer sur les enjeux de lutte contre l'antibiorésistance et de former les professionnels au bon usage et à la prescription raisonnée des ATB. De plus, il préconise le développement d'outils d'évaluation et de suivi pour l'utilisation, la prescription et l'administration responsables des ATB. Il précise également que les efforts de bon usage des ATB doivent être collectifs et à adopter au niveaux européen et international. Ce plan mobilise ainsi autant les éleveurs des différentes filières, les vétérinaires, l'industrie pharmaceutique, la communauté scientifique et les pouvoirs publics.

65 Anger et al - Anses « Antibiorésistance des bactéries zoonotiques et commensales isolées chez les animaux producteurs d'aliments et leurs denrées - Bilan 2014-2020 »

66 Micro-organisme présent dans un organisme sans lui causer de dommage.

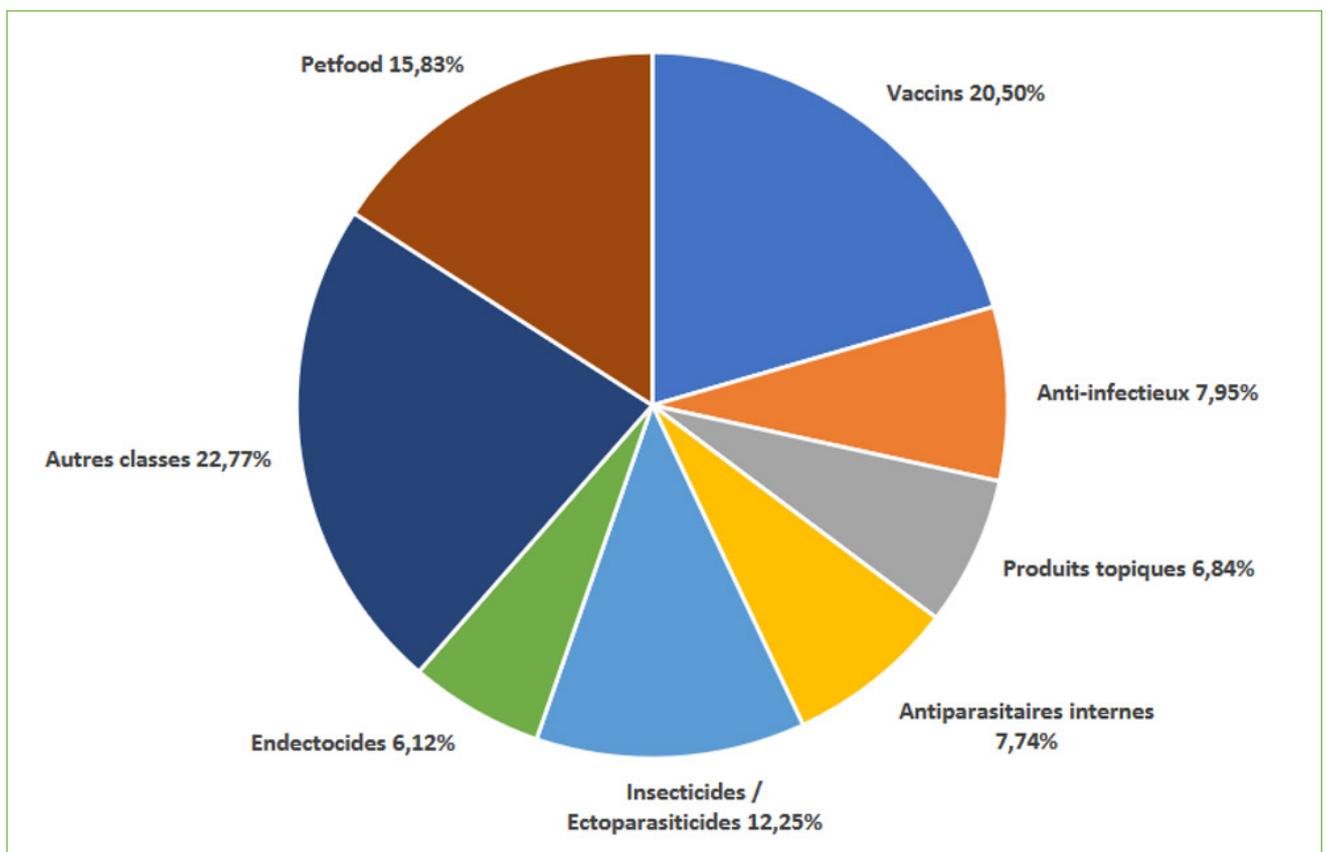
67 Anger et al - Anses « Antibiorésistance des bactéries zoonotiques et commensales isolées chez les animaux producteurs d'aliments et leurs denrées - Bilan 2014-2020 »

68 Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation, Plan Écoantibio 2 (2017-2022), <https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecoantibio-2-2017-2022>

En complément, des mesures législatives et réglementaires sont rentrées en vigueur telles que l'interdiction des remises, rabais, ristournes à l'occasion de la cession d'antibiotiques ou encore la publication du guide de bonnes pratiques d'emploi des antibiotiques en médecine vétérinaire et la prise en compte de ce défi dans le code de déontologie vétérinaire.

#### 4.4. Résidus de médicaments dans les eaux (micropolluants)

Les entreprises du médicament (Leem) ont estimé que la consommation de médicaments à usage humain (hors médicaments hospitaliers) a été de 32 592 000 d'euros en 2019<sup>69</sup>. Les médicaments agissant sur le système nerveux central occupent la 1<sup>ère</sup> place en pourcentage du marché en unités (36,1 %) suivi de ceux pour l'appareil digestif, la stomatologie et le métabolisme (17,3 %) puis de ceux actifs sur l'appareil cardiovasculaire (9,3 %). En médecine vétérinaire, ce sont les vaccins (20,5 %), les insecticides / ectoparasitiques (12,25 %) et les anti-infectieux (7,95 %) qui représentaient les parts de marché les plus importantes en 2020 (Figure 12).



**Figure 12 : Répartition par grandes classes thérapeutiques du marché des médicaments à usage vétérinaire, en France, en 2020 (Source : SIMV)**

Après consommation et/ou rejet, une partie de ces médicaments se retrouvent dans l'environnement par différents moyens. Ainsi, suite à une étude, l'Anses a estimé que 65 % des eaux brutes superficielles et 30 % des eaux brutes souterraines présentaient au moins une des 16 molécules recherchées (caféine, anxiolytique, antalgique, anticonvulsif, etc.) à des teneurs supérieures à la limite de quantification<sup>70</sup>.

<sup>69</sup> Leem, Consommation : répartition et financement, <https://www.leem.org/consommation-repartition-et-financement>

<sup>70</sup> Fondation Rovaltain et CDC Biodiversité, BIODIV'2050, <http://www.mission-economie-biodiversite.com/wp-content/uploads/2020/01/BIODIV-2050-N19-FR-MD-WEB.pdf>

## Contamination des eaux par les résidus de médicaments et conséquences

Les médicaments rejetés dans les eaux usées constituent la principale voie d'entrée des médicaments dans l'environnement. En effet, après administration et absorption par les hommes, les médicaments sont excrétés dans les urines et les fèces puis rejetés dans les eaux usées sous forme de résidus, inchangés ou métabolisés. Les stations d'épuration des eaux usées (STEU) n'étant pas conçues initialement pour traiter les micropolluants (dont font partie les résidus de médicaments) certains ne sont pas éliminés. Selon les propriétés physicochimiques des molécules, les taux d'élimination par les STEU sont variables : l'aténolol et la carbamazépine ont des taux inférieurs à 30 %, a contrario le 17 bêta-œstradiol à un taux supérieur à 80 %<sup>71</sup>. Une fraction des médicaments sont alors rejetés dans les eaux de surfaces du fait du déversement des effluents des STEU dans celles-ci. Ainsi, plusieurs classes de médicaments ont été trouvées dans les eaux usées de plusieurs pays : bêtabloquants, antidépresseurs, anxiolytiques, anti-inflammatoires, ATB, etc.<sup>72</sup> En France, en 2012, une étude a démontré la présence de 17 résidus médicamenteux, soit 75 % de ceux recherchés, dans les eaux de surfaces métropolitaines. La carbamazépine, l'acide niflumique, l'oxazepam et le kétoprofène ont été retrouvés dans plus de 50 % des échantillons et 2 hormones ont été quantifiées dans 5 % des analyses<sup>73</sup>.

Concernant les rejets de médicaments dus aux animaux (élevages principalement), la gestion des rejets détermine leur présence dans l'environnement. Les résidus de médicaments peuvent être déversés directement dans l'eau (aquaculture) et sur les sols (directement ou via le fumier par exemple).

Les concentrations dans les eaux de surface varient en fonction de leur proximité avec une STEU ou un élevage. Dans une moindre mesure encore, des résidus de médicaments sont également retrouvés dans les eaux souterraines et dans les eaux côtières.

Ces résidus de médicaments présents dans les eaux ont des conséquences sur les êtres vivants y habitant en raison de leur toxicité et de leur potentielle propriété bioaccumulatrice<sup>74</sup>. En effet, une étude publiée en 2012 démontre la présence de 9 composés issus de 5 familles thérapeutiques, à des concentrations supérieures à la limite de détection, dans les organismes de poissons dans des rivières méditerranéennes<sup>75</sup>. La plus forte concentration a été détectée pour la carbamazépine et le diclofénac apparaît le médicament le plus ubiquitaire<sup>76</sup>.

71 Choubert et al., *Évaluer les rendements des stations d'épuration*, 2011

72 Yang et al., *Occurrences and Removal of Pharmaceuticals and Personal Care Products (PPCPs) in Drinking Water and Water/Sewage Treatment Plants*, 2017 « plainCitation » ; Yang et al., « *Occurrences and Removal of Pharmaceuticals and Personal Care Products (PPCPs)* »

73 Académie nationale de Pharmacie, *Médicaments et environnement- rapport*, mars 2019

74 *Qui s'accumule dans les organismes vivants à mesure que ces derniers absorbent de l'air, de l'eau ou de la nourriture contaminés.*

75 Huerta et al., *Analysis of Multi-Class Pharmaceuticals in Fish Tissues by Ultra-High-Performance Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry*, 2013

76 *Présents dans différents milieux organiques.*

## **La problématique des résidus de médicaments intégré dans le plan micropolluant 2016-2021**

A la suite du plan sur les résidus de médicaments 2010-2015, les ministères en charge de l'écologie, de la santé et de l'agriculture ont élaboré le plan micropolluants 2016-2021<sup>77</sup> pour préserver la qualité des eaux et la biodiversité. Il constitue l'action n°53 du PNSE 3 : élaborer un nouveau plan « micropolluant » intégrant les plans sur les résidus de médicaments dans les eaux. Le plan s'articule autour de 3 objectifs principaux : réduire les émissions de micropolluants dans les eaux et milieux aquatiques, consolider les connaissances pour adapter la lutte contre les pollutions des eaux et préserver la biodiversité et dresser une liste de polluants sur lesquels agir. Le levier 3 « limiter les rejets de médicaments » de l'objectif 1 est spécifiquement dédié aux médicaments et comporte 3 actions (n°8, 9 et 10). Deux autres actions concernent également les résidus de médicaments : l'action n°2 visant à mettre en œuvre des recommandations pour la bonne gestion des déchets issus de médicaments et l'action n°34 visant à travailler sur la disponibilité et le partage de données permettant de connaître le danger et l'exposition pour les résidus de médicaments humains et vétérinaires dans les eaux.

---

<sup>77</sup> Ministère de la Transition écologique, tableau de suivi des actions du plan micropolluants, [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Tableau\\_de\\_suivi\\_des\\_actions\\_du\\_plan\\_micropolluants.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Tableau_de_suivi_des_actions_du_plan_micropolluants.pdf)



**NOTE DE SYNTHÈSE**

# BIODIVERSITÉ ET SANTÉ HUMAINE QUELS LIENS ?

©Édition Octobre 2022 - ORS PACA

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales  
27 Boulevard Jean Moulin, 13385  
Marseille Cedex 5

Courriel : [accueil@orspaca.org](mailto:accueil@orspaca.org) | [www.orspaca.org](http://www.orspaca.org)

