

# L'HUMANITÉ FACE AUX LIMITES DE LA PLANÈTE TERRE

Depuis la révolution industrielle (début du 19<sup>ème</sup> siècle), les activités humaines ont considérablement modifié les conditions qui avaient permis à la Terre de se maintenir dans un état stable et propice au développement de la vie durant les 10.000 dernières années. Pour de nombreux chercheurs, nos activités industrielles ont fait basculer la planète dans une nouvelle ère géologique dans laquelle l'activité humaine est devenue la principale cause globale des déséquilibres terrestres : l'Anthropocène.

Une synthèse des travaux scientifiques, réalisée par une équipe de chercheurs menés par le scientifique suédois Johan Rockström, a permis de mieux comprendre le « système-Terre ». De nombreux liens ont été identifiés entre les différentes composantes de la planète (biosphère, atmosphère, lithosphère, hydrosphère), qui constituent un ensemble fortement interdépendant et jusqu'à présent équilibré. La Métropole de Lyon a ainsi réalisé une série d'infographies sur chacune des limites planétaires. Elles présentent le fonctionnement des cycles planétaires, ses dérèglements d'origine humaine, leurs conséquences, ainsi que des pistes d'action.

## QU'EST-CE QU'UNE LIMITE PLANÉTAIRE ?

Les travaux des chercheurs ont permis d'identifier 10 limites planétaires à ne pas dépasser pour maintenir les équilibres du système-Terre. Une limite correspond au seuil critique au-delà duquel la biosphère (c'est à dire l'ensemble du vivant) s'expose au risque d'un effondrement global. Cependant, l'établissement d'une limite avec un simple chiffre est compliqué pour les scientifiques, par exemple lorsque la connaissance n'est pas suffisante, ou bien lorsque les effets sont lents, diffus et locaux. Le franchissement d'une limite marque donc l'entrée dans une zone d'incertitude, qui renvoie au risque que la société est prête à prendre.



## DES EFFETS RÉTROACTIFS

De nombreux processus du système Terre sont étroitement liés, ce qui signifie qu'ils peuvent générer des rétroactions. Ainsi, la détérioration d'un processus peut aggraver la situation d'un ou plusieurs autres, avec des effets en cascade qui peuvent s'avérer dramatiques. Par exemple, l'acidification des océans et le changement climatique sont très liés, et ils ont tous les deux un impact sur la biodiversité.

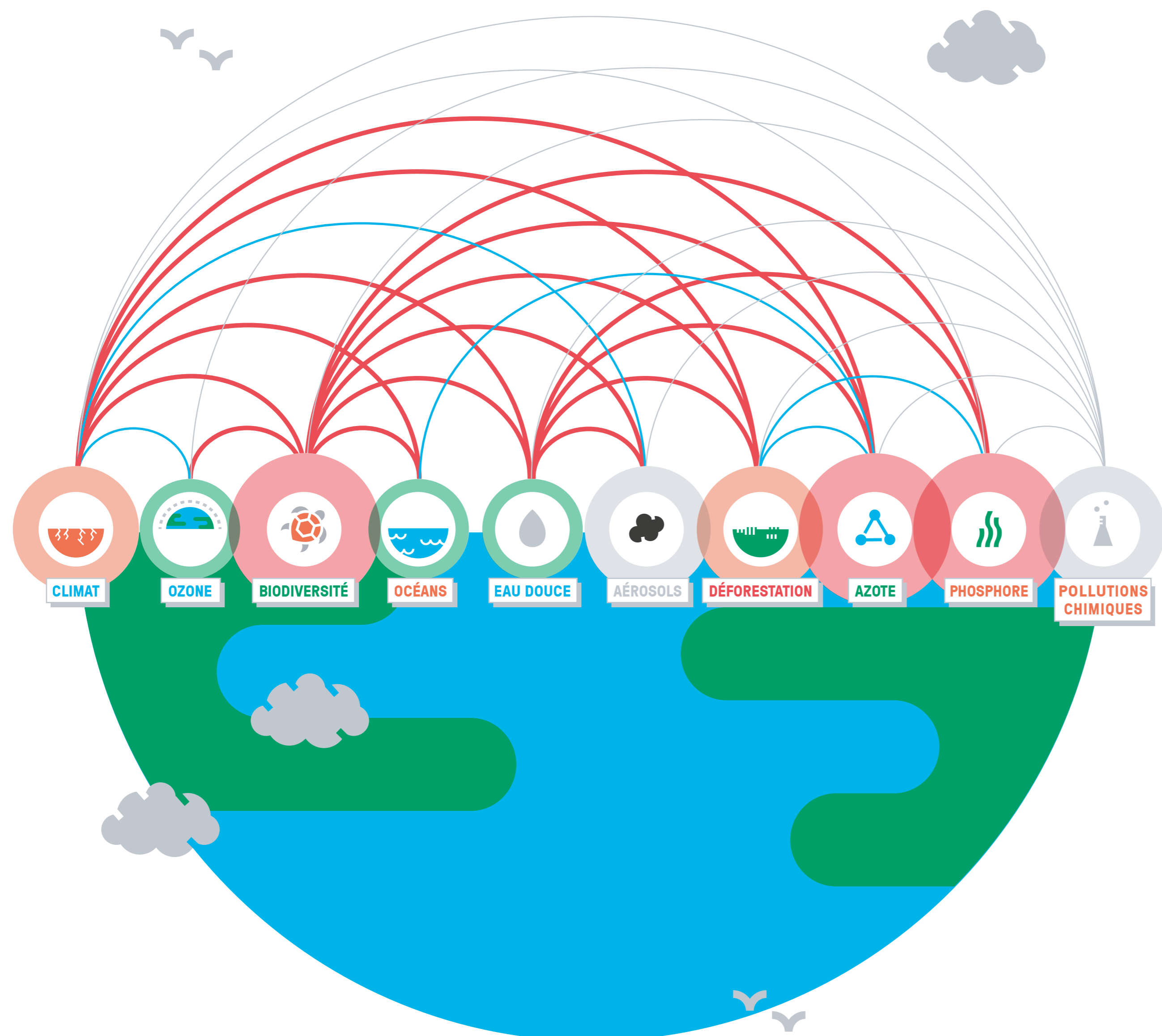
### LÉGENDE

SITUATION DE L'INDICATEUR PAR RAPPORT À LA LIMITE PLANÉTAIRE :

- RISQUE D'EFFONDREMENT
- RISQUE INCERTAIN
- SITUATION SOUS LE SEUIL DE RISQUE
- NON QUANTIFIÉ

TYPES DE LIENS D'INTERDÉPENDANCE :

- LIEN MAJEUR
- LIEN MINEUR
- EFFET POTENTIELLEMENT CATALYSEUR



### POUR EN SAVOIR PLUS :

Aurélien Boutaud et Natacha Gondran (2019), Les limites planétaires Comprendre (et éviter) les menaces environnementales de l'Anthropocène, Métropole de Lyon (DPDP). Étude disponible sur [www.millenaire3.com](http://www.millenaire3.com).

Johan Rockström et al. (2009), « Planetary boundaries : exploring the safe operating space for humanity ». Ecology and Society, vol. 14, n°2, art.32.

Will Steffen et al. (2015), "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet". Science , N°347.

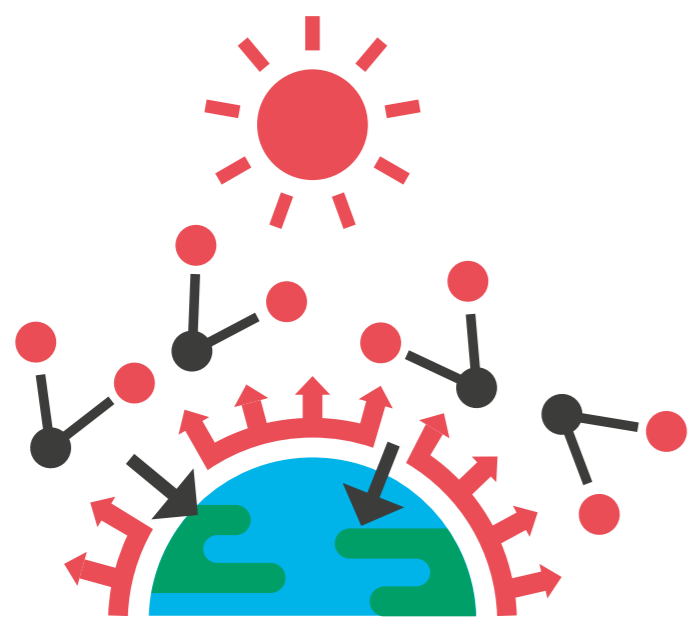


# RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE



Si nous sommes aujourd'hui davantage sensibilisés au changement climatique, c'est que ses causes et ses conséquences en sont globalement assez bien connues. Le réchauffement climatique a aussi la particularité d'aggraver les autres déséquilibres planétaires. Si les effets de cette prise de conscience tardent à se concrétiser et que la situation continue de se dégrader, c'est que les enjeux climatiques interrogent le plus frontalement nos modes de vies actuels.

## LES ÉMISSIONS DE GAZ POLLUANTS ACCENTUENT L'EFFET DE SERRE NATUREL DE L'ATMOSPHÈRE...



### 1 L'EFFET DE SERRE EST UN PHÉNOMÈNE NATUREL

Les rayons solaires réchauffent la surface de la Terre. Ils sont répercutés en rayons infrarouges. Certains gaz (comme le CO<sub>2</sub>) confinent ces rayons dans les basses couches de l'atmosphère, qui se réchauffent. Sans l'effet de serre naturel, la température terrestre serait de -18°.

### 2 SANS INTERVENTION HUMAINE, LE CLIMAT ACTUEL DEVIENDRAIT ÊTRE STABLE AU COURS DES PROCHAINS MILLÉNAIRES

La période interglaciaire actuelle, appelée l'Holocène, est marquée par une teneur de l'atmosphère en gaz à effet de serre relativement constante, et un climat favorable pour l'Homme.

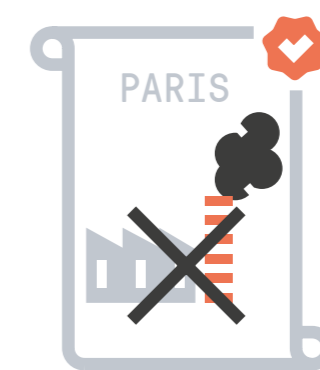
### 3 NOS REJETS DE GAZ POLLUANTS RENFORCENT L'EFFET DE SERRE

Depuis 1850, nos activités industrielles et nos modes de vies ont pollué l'atmosphère : combustion d'hydrocarbures, déforestation et agriculture intensive, etc.



## COMMENT AGIR ?

### RESPECTER LES ENGAGEMENTS DE L'ACCORD DE PARIS



### À LYON

**20,3**

KG DE CO<sub>2</sub>/JOUR PAR HABITANT  
 C'est l'empreinte carbone quotidienne moyenne d'un habitant de la métropole (WWF). Pour tenir l'accord de Paris, ce chiffre ne devrait pas excéder 8,8 kg de CO<sub>2</sub>/jour.

Ils visent le maintien du réchauffement climatique à +1,5° et un bilan carbone neutre d'ici la fin du siècle. Pour la France, cela suppose de diviser par 5 nos émissions de CO<sub>2</sub>.



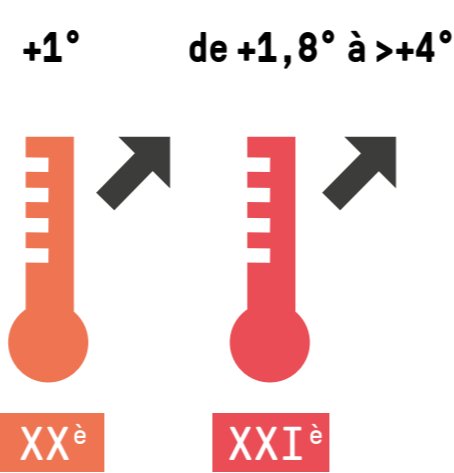
### RÉNOVER NOS TRANSPORTS ET NOS BÂTIMENTS

Cela passe par la décarbonisation quasi complète du secteur des transports, et l'application des normes BBC ("Bâtiments Basse Consommation") partout en France.

## ... ENTRAÎNANT UN RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE BRUTAL POUR LES ÉCOSYSTÈMES.

### 4 LE RENFORCEMENT DE L'EFFET DE SERRE PROVOQUE UN RÉCHAUFFEMENT GLOBAL DU CLIMAT

Les températures ont augmenté en moyenne d'environ 1°C depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle. Le GIEC prévoit une hausse entre 1,8 et 4° d'ici la fin du siècle.

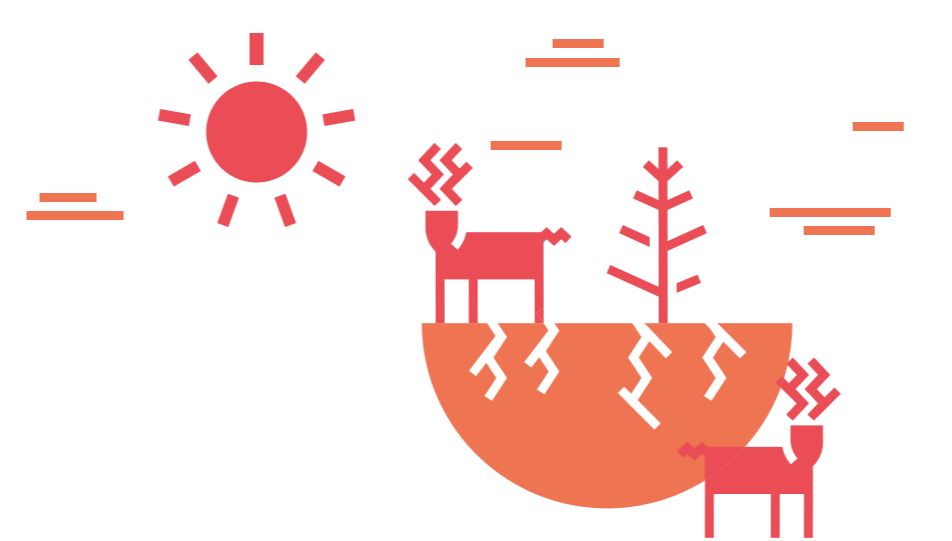


### 5 IL PROVOQUE DES DÉSÉQUILIBRES EN CASCADE SUR LA PLANÈTE

Fonte des glaces, montée des océans, désertification, etc. L'équilibre planétaire global est mis en danger par ce phénomène.

### 6 LE VIVANT N'A PAS LE TEMPS DE S'ADAPTER À DES VARIATIONS SI BRUSQUES

Ces variations ne sont pas ressenties partout avec la même intensité, mais notre planète n'en n'avait jamais connu de si brutales à l'échelle humaine.



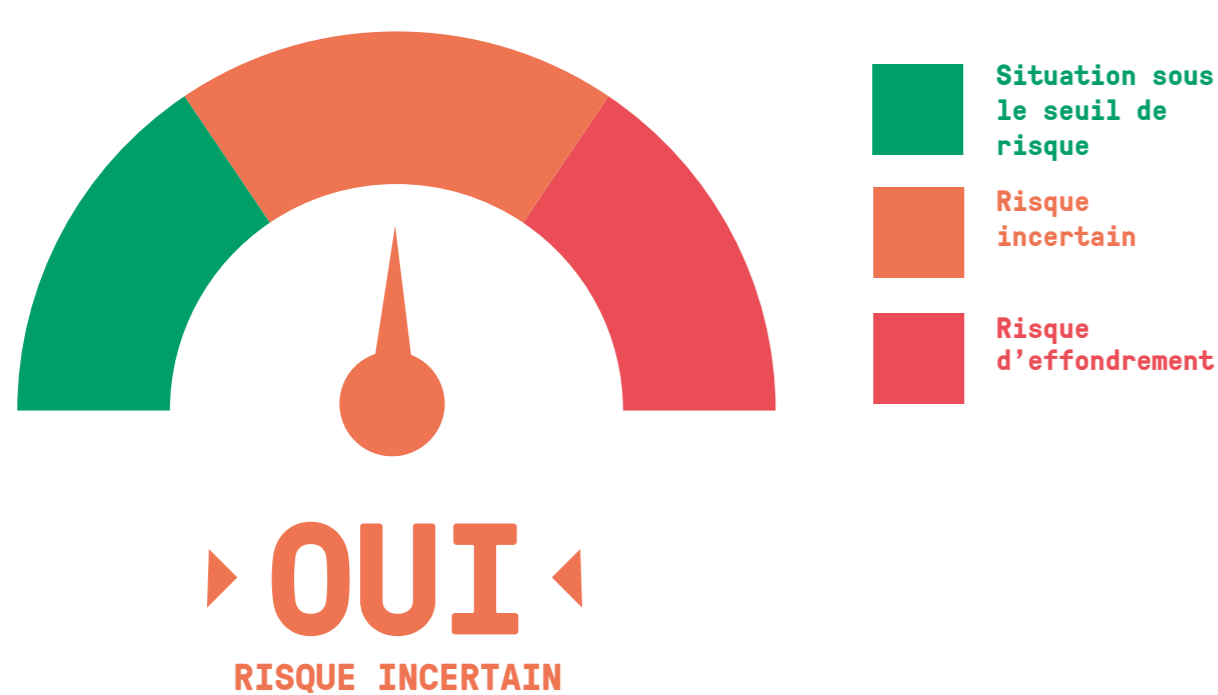
### PRODUIRE DE L'ÉNERGIE DÉCARBONÉE

Il faut augmenter la part des énergies renouvelables dans notre mix énergétique. Actuellement, le nucléaire permet de contenir nos émissions de CO<sub>2</sub>, mais il crée aussi un problème de gestion des déchets radioactifs.



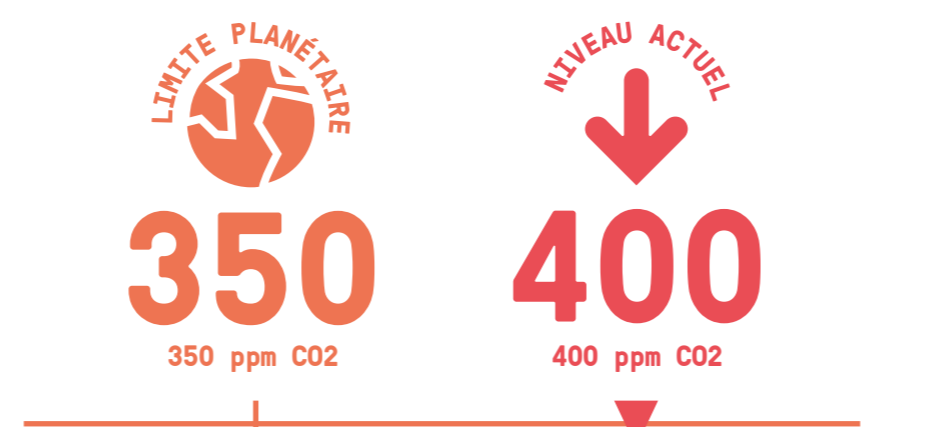
### SUR NOTRE TERRITOIRE

## AVONS-NOUS DÉPASSÉ LA LIMITE ?



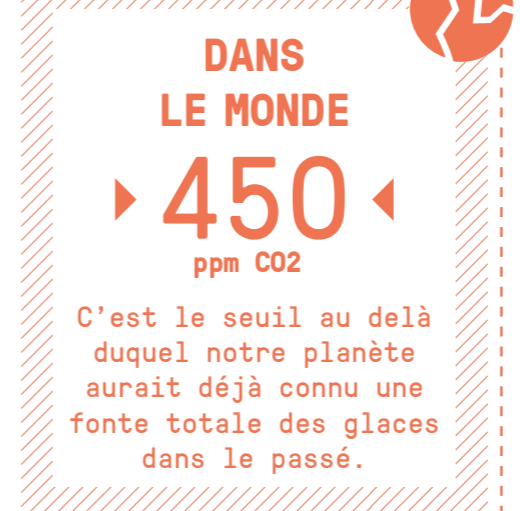
La limite planétaire est le seuil critique au-delà duquel les conséquences du changement climatique sont incontrôlables. Si elle est franchie, la biosphère (c'est-à-dire l'ensemble du vivant) s'expose au risque d'un effondrement global.

Le changement climatique est mesuré ici par le taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.



Unité de mesure : Concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, exprimée en partie par million (ppm).

La limite planétaire est fixée sur l'objectif de l'accord de Paris (limitation du réchauffement à 2° d'ici 2100). Mais les conséquences du changement climatique sont trop imprévisibles pour qu'un seuil certain puisse être défini, d'autant que l'indicateur ne porte que sur le CO<sub>2</sub> (alors que les gaz à effet de serre sont multiples).



# 37,6%

### D'ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> LIÉES AUX TRANSPORTS

Le transport représentait en 2015 le principal secteur émetteur de CO<sub>2</sub> dans la métropole de Lyon, devant le résidentiel (27,9%), l'industrie (21,5%), le tertiaire (12,5%) et l'agriculture (0,5%).



# APPAUVRISSEMENT DE LA COUCHE D'OZONE

La couche d'ozone, qui fait obstacle aux radiations du soleil, est l'une des particularités de la Terre qui la rend habitable. L'imprudence de l'industrie chimique, dans la seconde partie du 20<sup>ème</sup> siècle, a failli détruire cette barrière de protection naturelle. Heureusement, une prise de conscience internationale a permis d'endiguer - pour l'instant - le phénomène.

## LES ÉMISSIONS DE GAZ CHLORÉS DÉTÉRIORENT LA PROTECTION NATURELLE DE LA TERRE CONTRE LES UV...

**1** LA COUCHE D'OZONE STRATOSPHÉRIQUE PROTÈGE NATURELLEMENT LA TERRE DES RAYONS UV DU SOLEIL

La vie terrestre n'a pu se développer qu'après la constitution de cette couche, qui protège le vivant des rayons ultra-violet (UV) nocifs. Elle n'est pas homogène autour de la planète (la concentration d'ozone varie selon les conditions climatiques).

**2** LA COUCHE D'OZONE EST CONSTITUÉE GRÂCE À UNE RÉACTION CHIMIQUE

Elle a lieu dans la stratosphère (alt. 30km) où le rayonnement solaire fractionne les molécules de dioxygène (O<sub>2</sub>) rendant possible la formation de l'ozone (O<sub>3</sub>).

**3** LE CYCLE DE L'OZONE EST STABLE

Sa quantité est régulée naturellement : en hiver au niveau des pôles, l'absence de soleil transforme des molécules d'ozone (O<sub>3</sub>) en dioxygène (O<sub>2</sub>).

**4** LES ÉMISSIONS DE GAZ CHLORÉS ONT DÉRÉGÉ LE CYCLE

Entre 1960 et 1990, l'industrie chimique a massivement produit des chlorofluorocarbures (CFC), composés d'atomes de chlore, utilisés dans les bombes aérosols, les liquides refroidissants ou encore comme solvants. Ils ont provoqué de fortes émissions de gaz chlorés.

**DANS LE MONDE**

**x5**

Entre 1960 et 1990, l'industrie mondiale a provoqué une multiplication par cinq des émissions de gaz chlorés.

**5** LE CHLORE PROVOQUE LE FRACTIONNEMENT ET LA DESTRUCTION DES MOLÉCULES D'OZONE

Sous l'effet des rayons solaires, le chlore fractionne l'ozone. Ce fractionnement provoque des "trous", qui sont en réalité une diminution localisée de la densité de la couche d'ozone. Une seule molécule de chlore peut détruire plusieurs milliers de molécules d'ozone.

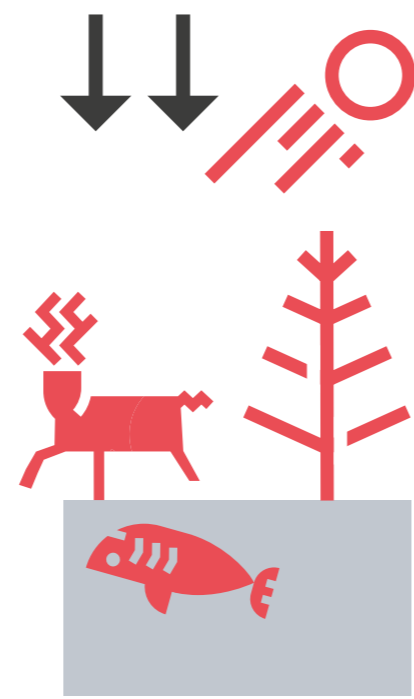
## ... CE QUI AFFECTE NOS SYSTÈMES IMMUNITAIRES AINSI QUE LA PHOTOSYNTÈSE.

**6** LE CHANGEMENT D'INTENSITÉ DU RAYONNEMENT SOLAIRE DÉRÈGLE LA PHOTOSYNTÈSE

L'augmentation du taux de radiation porte atteinte à la croissance des plantes et planctons.

**7** L'EXPOSITION AUX RAYONS UV DÉTRUIT LES SYSTÈMES IMMUNITAIRES DU VIVANT

Elle provoque l'affaiblissement des défenses immunitaires et plusieurs types de cancers.



**8** LA DESTRUCTION DE LA COUCHE D'OZONE PARTICIPE AU DÉRÈGLEMENT CLIMATIQUE

Même si son effet sur les basses couches de l'atmosphère semble faible, on estime qu'elle est responsable d'un tiers du réchauffement observé dans les couches hautes de l'atmosphère.

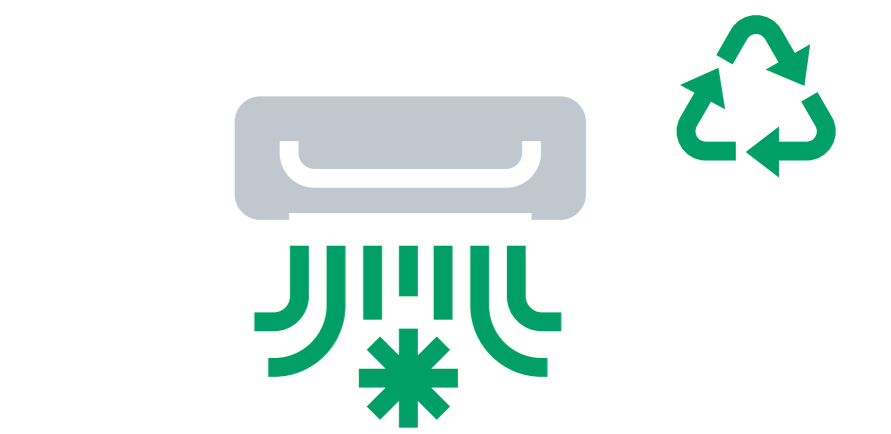
### COMMENT AGIR ?

**RESPECTER LE PROTOCOLE DE MONTRÉAL (1987)**

Il engage les nations à réduire leurs émissions de particules chlorées dans l'atmosphère, et a permis d'inverser la tendance.

**METTRE EN OEUVRE L'AMENDEMENT DE KIGALI (2016)**

Il vise à réguler les hydrofluorocarbures (HFC) auxquels l'industrie a largement recouru après la signature du protocole de Montréal. Leur impact est neutre sur la couche d'ozone, mais ils sont de puissants gaz à effet de serre.

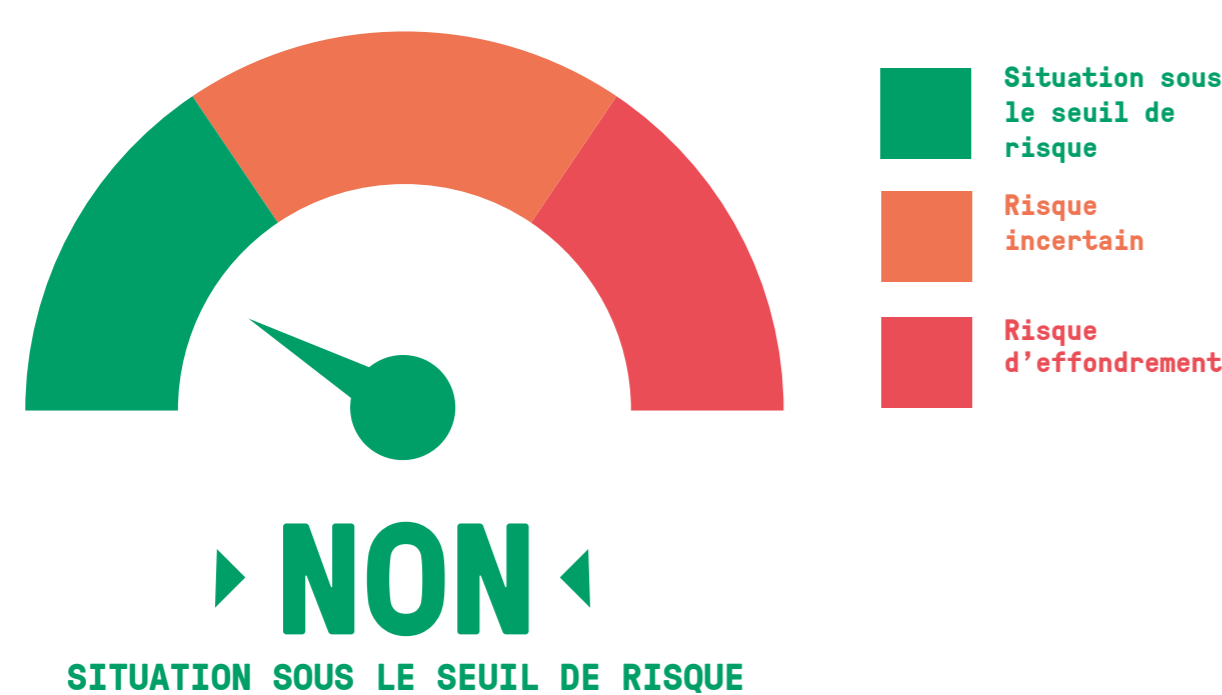


### TROUVER DES ALTERNATIVES INDUSTRIELLES DURABLES POUR LE SECTEUR DE LA CLIMATISATION ET LA RÉFRIGÉRATION

Les secteurs industriels les plus concernés (réfrigération, climatisation, chauffage) doivent trouver des alternatives technologiques pour avoir un impact neutre.

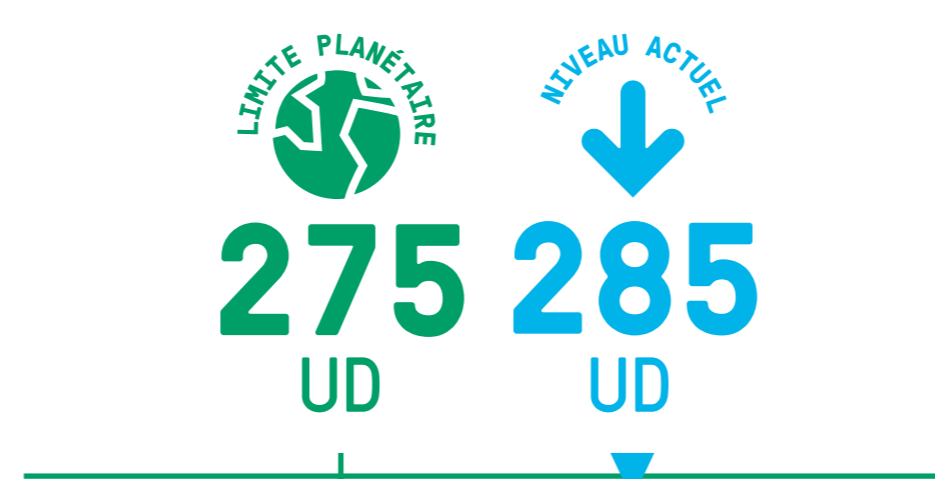
### SUR NOTRE TERRITOIRE

## AVONS-NOUS DÉPASSÉ LA LIMITE ?



La limite planétaire est le seuil critique au-delà duquel les conséquences de l'appauvrissement de la couche d'ozone sont incontrôlables. Si elle est franchie, la biosphère (c'est-à-dire l'ensemble du vivant) s'expose au risque d'un effondrement global.

L'évolution de l'épaisseur de la couche d'ozone est l'indicateur de son état.



Unité de mesure : Épaisseur de la couche d'ozone stratosphérique, exprimée en unité Dobson (UD). (1UD = 0,01 mm d'ozone à pression et conditions atmosphériques normales).

Malgré des dépassements localisés et temporaires dus à des conditions climatiques particulières, la couche d'ozone se reconstitue. La mobilisation internationale survenue suite à l'alerte scientifique (protocole de Montréal 1987) devrait permettre à la couche d'ozone de revenir à un état «normal» au cours du 21<sup>ème</sup> siècle.

**757**

TONNES DE HFC ÉMISES EN 2007

Dans l'ex-région Rhône-Alpes, 757 tonnes d'hydrofluorocarbures (HFC) ont été émises en 2007, ce qui équivaut à 1,4 million de tonnes de CO<sub>2</sub> (source : base Eider).



# ÉROSION DE LA BIODIVERSITÉ

Par la sélection naturelle, la biodiversité (c'est-à-dire le vivant) est un ensemble en constante évolution, habitué à se transformer. Dans l'histoire de notre planète, la biodiversité a même déjà su résister et se reconstruire après de grandes crises. Ce qu'elle n'a encore jamais subi, en revanche, c'est l'influence aussi rapide d'une espèce sur toutes les autres : l'humain, dont les impacts multiples sont en train de conduire les êtres vivants vers une extinction de masse.

## LES MULTIPLES AGRESSIONS DE L'HOMME CONTRE LA BIODIVERSITÉ...

**1**  
**PLUS ELLE EST DIVERSE, PLUS LA BIOSPHERE EST RÉSISTANTE ET CAPABLE DE S'ADAPTER**

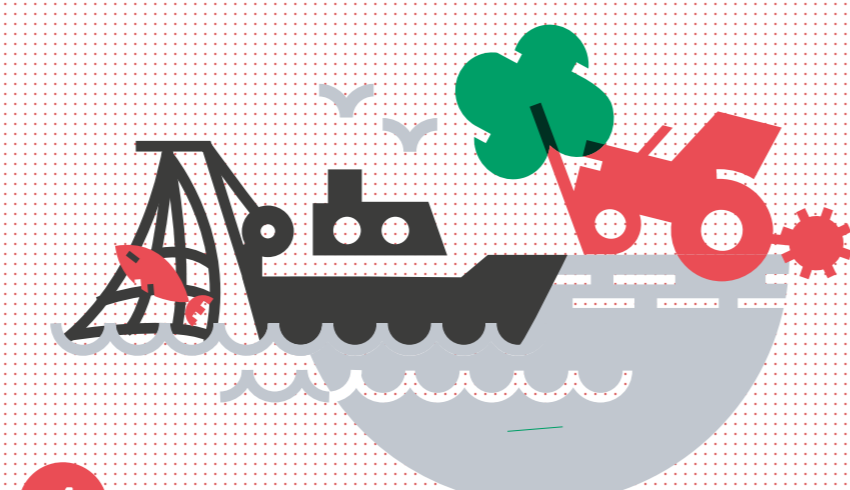
La biosphère représente l'ensemble du vivant sur Terre (animaux, végétaux, diversité génétique, etc.) Ces ensembles sont en constante évolution et interaction. Ils assurent l'adaptabilité et la résilience du vivant.

**2**  
**ELLE EST DYNAMIQUE MAIS S'ÉQUILIBRE NATURELLEMENT**

La biodiversité s'enrichit à travers les spéciations (évolution ou adaptation). La disparition de certaines espèces est un phénomène préexistant à l'Homme, notamment provoqué par la sélection naturelle.

**3**  
**DE NOMBREUX HABITATS NATURELS SONT DÉTRUITS OU DÉGRADÉS PAR L'HOMME**

Première cause de perte de biodiversité, ce phénomène est essentiellement provoqué par la déforestation, le changement d'affectation des sols, l'urbanisation, etc.

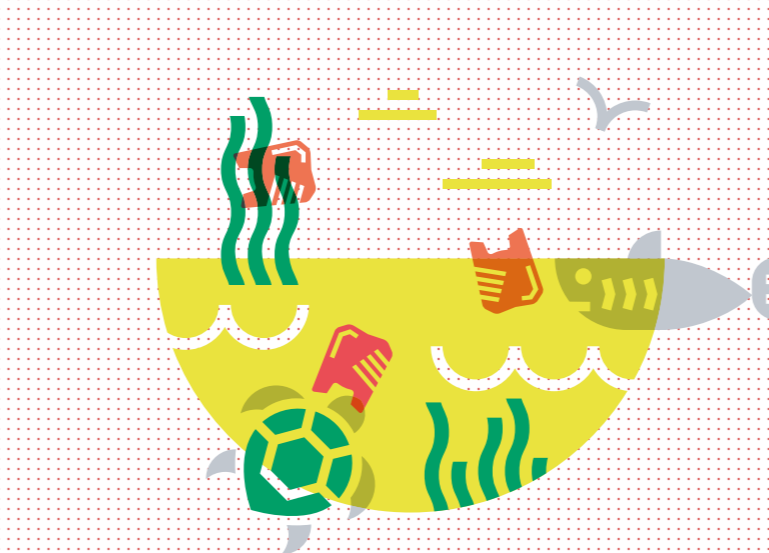


**4**  
**DE NOMBREUSES ESPÈCES SUBISSENT UNE SUREXPLOITATION**

L'Homme prélève un volume global d'espèces (par l'intermédiaire de la pêche, de la chasse et de l'exploitation forestière intensive) supérieur aux capacités de régénération de la biodiversité.

**5**  
**CERTAINES ESPÈCES INVASIVES PERTURBENT LE RESTE DE LA BIODIVERSITÉ**

C'est le phénomène de prolifération, qui concerne des espèces animales ou végétales envahissantes, mais aussi des virus.



**6**  
**LES POLLUTIONS NUISENT AU VIVANT**

Industrielles, domestiques ou agricoles, elles affectent aussi bien l'air, l'eau, mais aussi les sols, et ont toujours un impact sur la biodiversité.

### COMMENT AGIR ?

#### STOPPER LA DESTRUCTION DES HABITATS NATURELS



Les objectifs d'Aichi, adoptés par la communauté internationale en 2010, prévoient que 17% des zones terrestres et 10% des zones maritimes fassent l'objet d'une conservation particulière.

#### STOPPER LES POLLUTIONS ET PRESSIONS ANTHROPIQUES

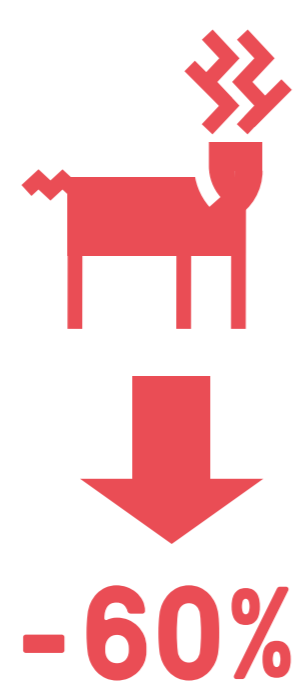


Les pollutions anthropiques et chimiques (pesticides, engrais agricoles, relargage de polluants, etc.) constituent le principal facteur d'effondrement de certaines populations.

## ... PROVOQUENT LA PREMIÈRE EXTINCTION DE MASSE DEPUIS LA DISPARITION DES DINOSAURES.

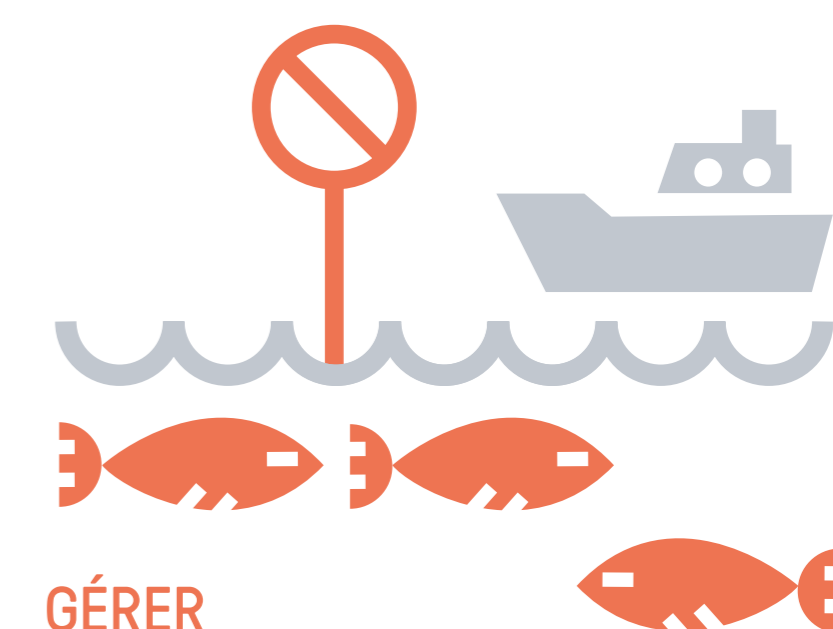
**7**  
**UNE SIXIÈME EXTINCTION DE MASSE EST À L'ŒUVRE**

C'est la première fois depuis 65 millions d'années et la disparition des dinosaures, provoquée par un dérèglement naturel, qu'on observe ce phénomène à un rythme aussi rapide. Au niveau global, les populations de vertébrés ont baissé de 60% depuis 1970.



**8**  
**L'ÉROSION DE LA BIOSPHERE A DES CONSÉQUENCES EN CASCADE SUR LES ÉQUILIBRES PLANÉTAIRES**

En retour, la perturbation des autres cycles planétaires affecte systématiquement la biodiversité, qui constitue l'équilibre le plus sensible du système terrestre.

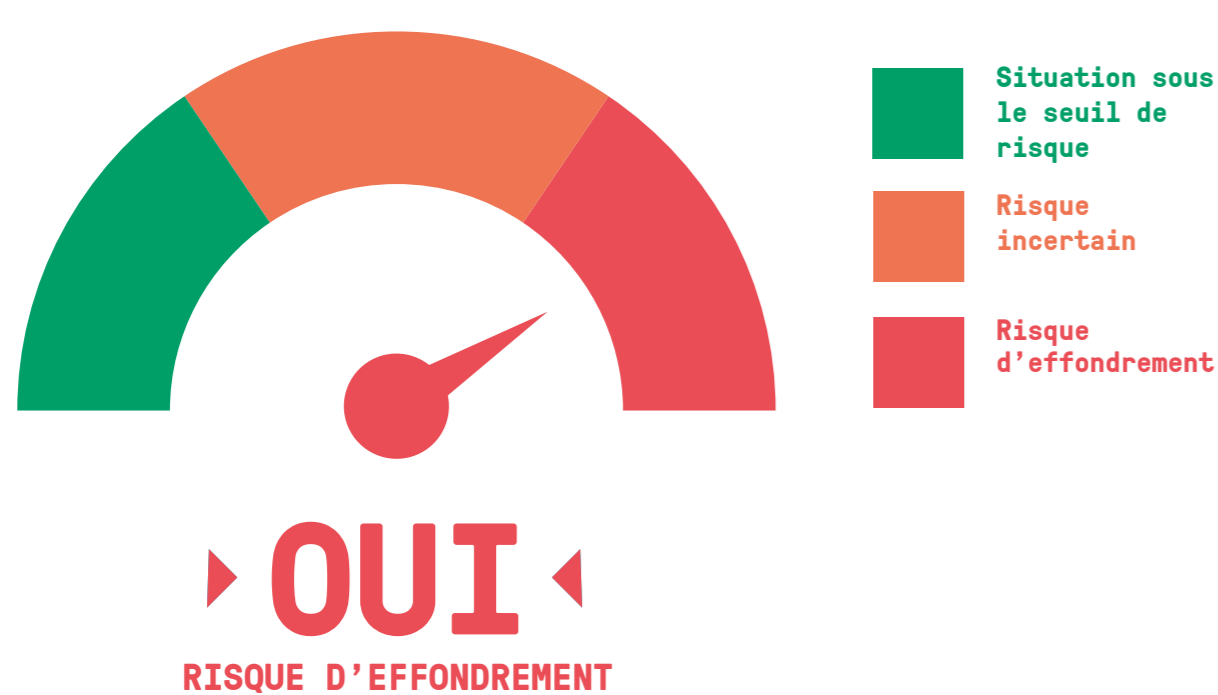


#### GÉRER DURABLEMENT LES RESSOURCES BIOLOGIQUES

Et ce, afin d'empêcher toute forme de surexploitation (en particulier la pêche), qui constitue le principal facteur de l'extinction de nombreuses espèces.

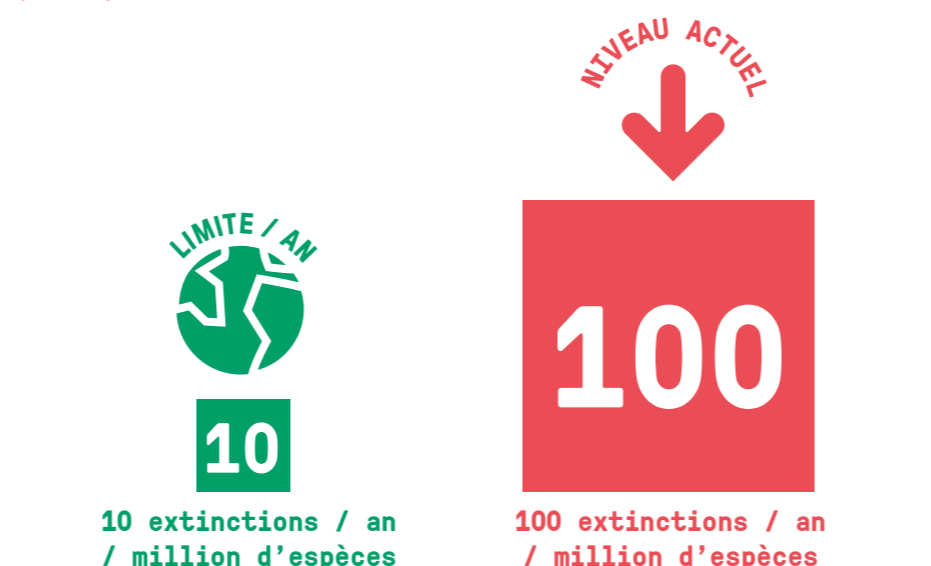
#### SUR NOTRE TERRITOIRE

## AVONS-NOUS DÉPASSÉ LA LIMITE ?



La limite planétaire est le seuil critique au-delà duquel les conséquences de l'érosion de la biodiversité sont incontrôlables. Si elle est franchie, la biosphère (c'est-à-dire l'ensemble du vivant) s'expose au risque d'un effondrement global.

L'érosion de la biodiversité est mesurée par le taux d'extinction d'espèces par an.



Unité de mesure : Taux d'extinction d'espèces vivantes, exprimé en nombre d'extinction d'espèces par an et par million d'espèces.

Le taux d'extinction des espèces est estimatif. Les hypothèses hautes mettent en avant un taux d'extinction d'environ 1000 espèces par an et par million d'espèces, c'est à dire 100 fois supérieur à la limite planétaire.

De plus, l'érosion des espèces n'est qu'une facette de la réalité de l'érosion du vivant (la diversification génétique et la diversification des écosystèmes sont encore plus sensibles à l'impact de l'Homme).

**DANS LE MONDE**  
**FORTE MENACE SUR LES BIODIVERSITY HOTSPOTS**  
Ces zones caractérisées par une densité exceptionnelle d'espèces vivantes sont aussi les plus sujettes aux dégradations d'origines humaines.

**755**  
**ESPÈCES MENACÉES DANS LA RÉGION**  
On estime que 182 espèces animales (dont 100 espèces de vertébrés) et 573 espèces végétales sont menacées de disparition en Auvergne-Rhône-Alpes.



# ACIDIFICATION DES OCÉANS

Bien que les océans recouvrent les 70% de notre planète, l'impact de l'espèce humaine y est déjà perceptible. Au-delà des multiples pollutions à base de plastiques ou d'hydrocarbures, les émissions de CO2 provoquent une acidification des océans, dont les conséquences sont dramatiques pour la survie d'espèces indispensables aux écosystèmes sous-marins.

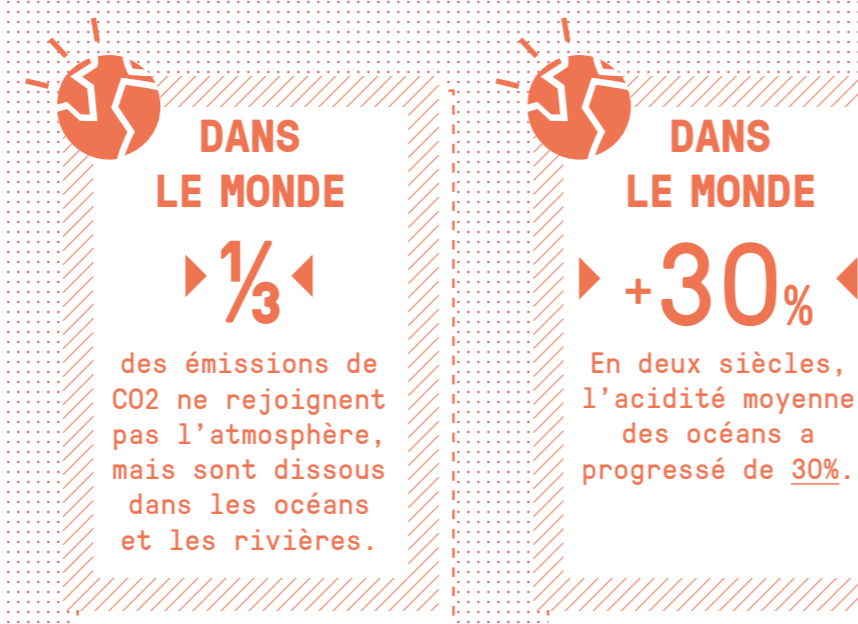
## LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ACCÉLÈRENT L'ACIDIFICATION DES OCÉANS...

1 L'ACIDITÉ D'UN LIQUIDE EST DÉTERMINÉE PAR SA CONCENTRATION EN IONS HYDROGÈNE (H+)

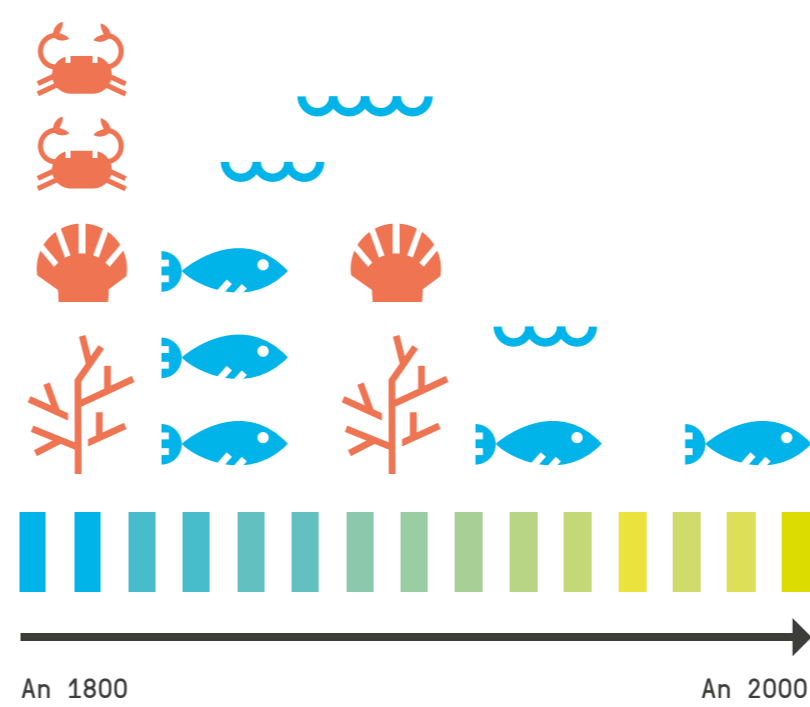


Elle est mesurée par le pH (potentiel hydrogène). L'eau pure a un pH de 7. Sous cette valeur, l'eau est considérée comme acide. L'eau de mer, qui permet le développement de la vie aquatique, a un pH de 8,2. Cet écart de point est important car l'eau pure est en réalité dix fois plus acide que l'eau de mer.

2 LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE AUGMENTENT L'ACIDITÉ DES OCÉANS



À travers une réaction chimique, les gaz à effet de serre augmentent la concentration en H+ des océans. Massivement relargué par l'Homme, le CO2 est ainsi devenu la principale cause de l'acidification des océans.



## COMMENT AGIR ?



RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE CO2 DANS L'ATMOSPHÈRE

Elles constituent la principale cause de l'acidification des océans. Cela passe en particulier par une baisse drastique, à l'échelle globale, du recours aux énergies fossiles.

PROTÉGER LES ÉCOSYSTÈMES MARINS

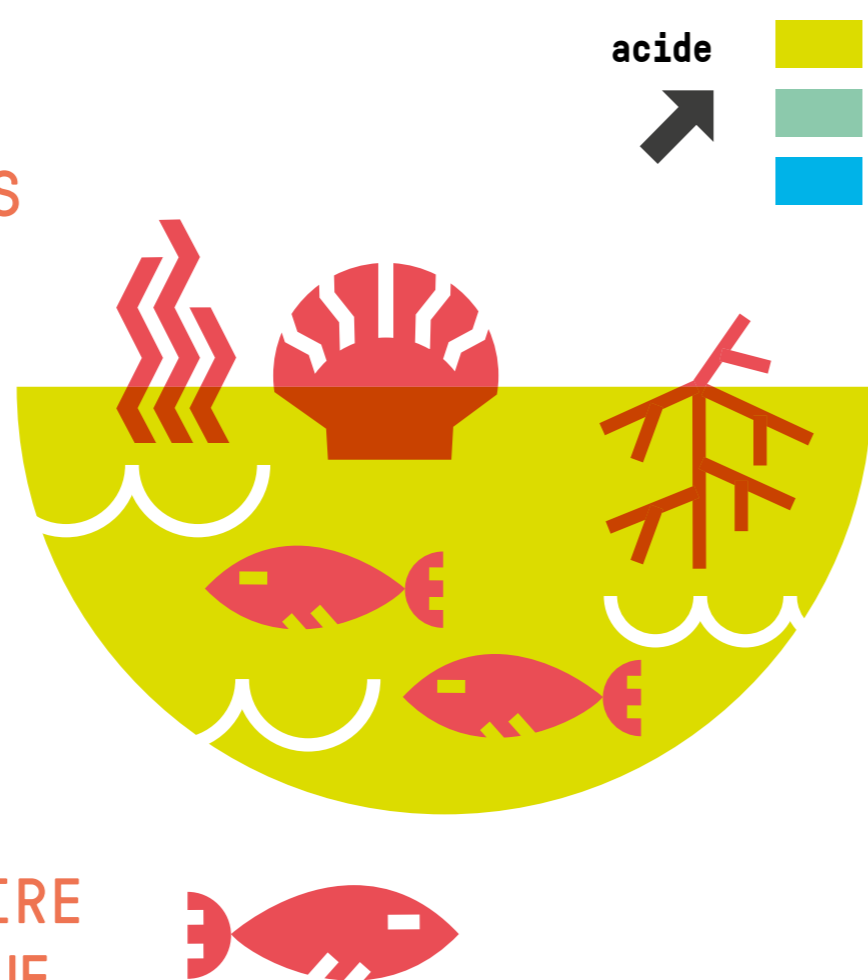


Il faut notamment créer davantage de réserves marines, qui permettent de réguler la pêche et réduire les pollutions.

## ... ET DÉTRUISENT LES ÉCOSYSTÈMES MARINS.

3 L'ACIDIFICATION FRAGILISE LE CORAIL, LES COQUILLAGES ET LES CRUSTACÉS

Les espèces les plus affectées sont les coraux, les coquillages et les crustacés dont les organes composés de calcium (un élément qui se dissout dans l'acide), sont les plus sensibles.

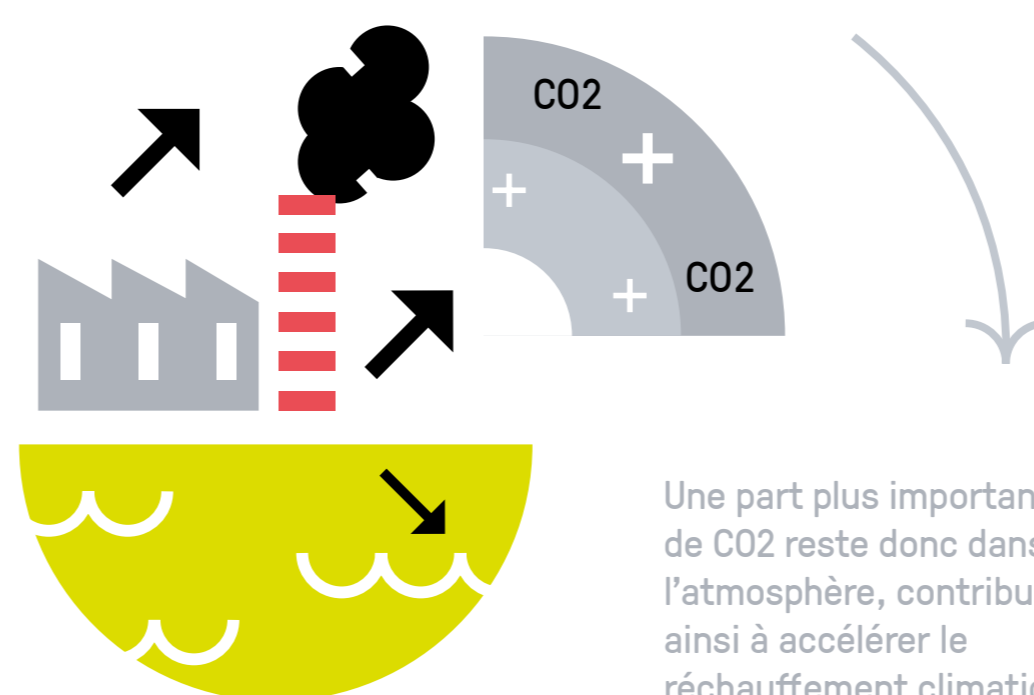


4 LE PHÉNOMÈNE PERTURBE TOUTE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE ET LA BIODIVERSITÉ OCÉANIQUE

L'acidification menace les plus petits mollusques à la base de toute la chaîne alimentaire. Les comportements des poissons et leurs capacités de reproduction semblent aussi affectés par le phénomène.

5 L'ACIDIFICATION RÉDUIT LA CAPACITÉ DES OCÉANS À ABSORBER UNE PARTIE DES ÉMISSIONS DE CARBONE

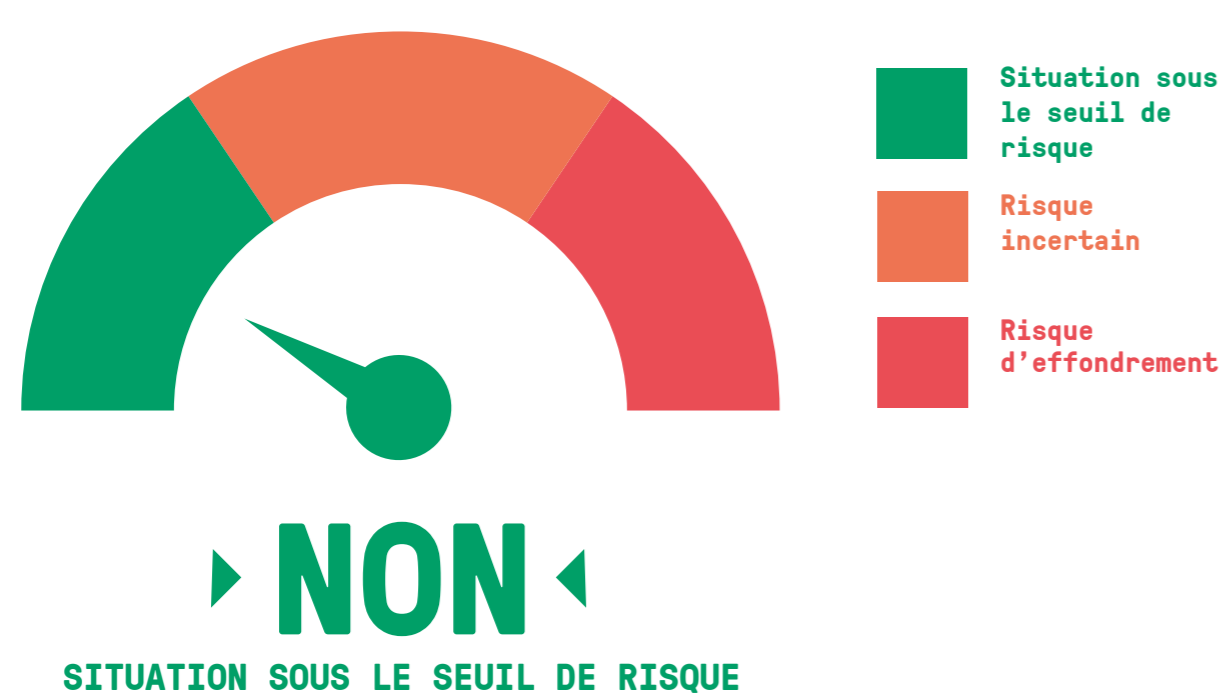
Les océans, qui séquestrent naturellement une partie du carbone terrestre, sont saturés.



RÉPARER LES ÉCOSYSTÈMES MARINS FRAGILES

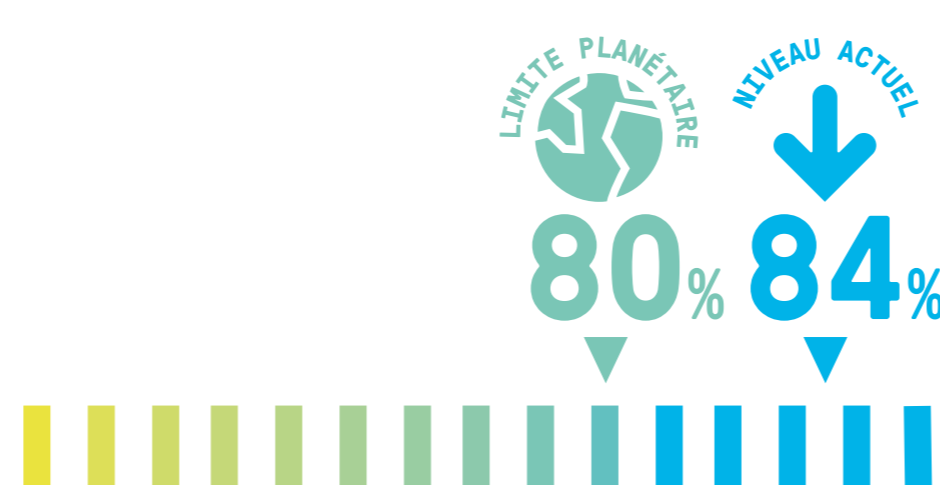
La plantation de mangroves, l'élevage de coraux ou encore la consolidation des plages, permettent par exemple d'aider à la régénération d'écosystèmes marins atteints.

## AVONS-NOUS DÉPASSÉ LA LIMITE ?



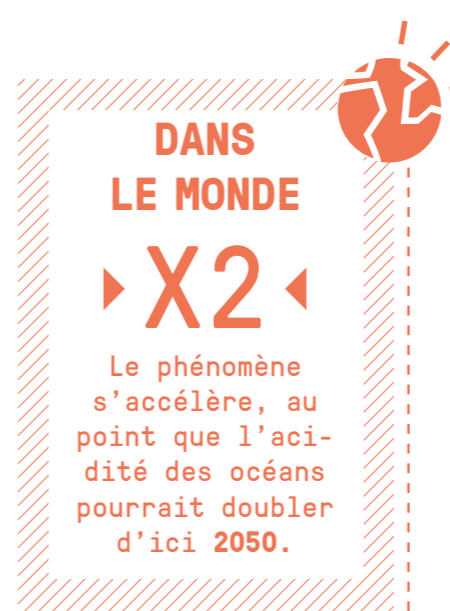
La limite planétaire est le seuil critique au-delà duquel les conséquences de l'acidification des océans sont incontrôlables. Si elle est franchie, la biosphère (c'est-à-dire l'ensemble du vivant) s'expose au risque d'un effondrement global.

La capacité des organismes marins à calcifier dépend du degré de saturation de l'eau en calcites. Plus l'océan s'acidifie, plus il est faible.



Unité de mesure : Degré de saturation de l'eau de mer de surface en aragonites (c'est à dire en calcium) par rapport au niveau constaté en moyenne avant l'ère industrielle, exprimé en %.

Le calcium se dissout dans un milieu acide. Au delà d'un certain seuil d'acidité, le phénomène de calcification, indispensable à certains organismes marins, est impossible.



-16%  
D'ÉMISSIONS DE CO2

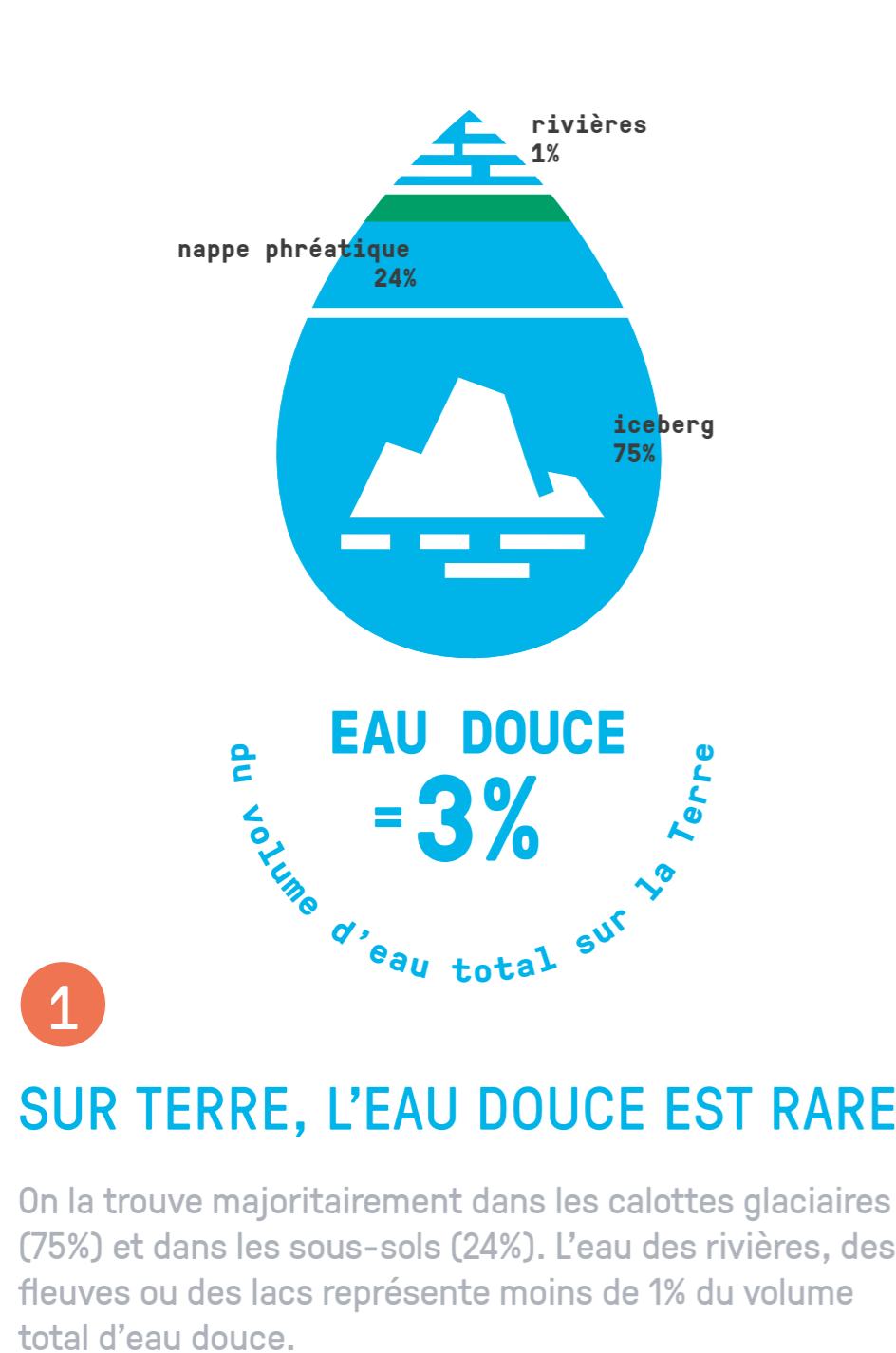
Entre 2000 et 2015 sur le territoire de la métropole de Lyon, les émissions de dioxyde de carbone (CO2), principal responsable de l'acidification des eaux, ont diminué malgré une hausse de la population.



# PERTURBATION DU CYCLE DE L'EAU DOUCE

L'eau est une ressource vitale pour l'Homme, qui la maîtrise techniquement depuis des millénaires. Depuis la révolution industrielle, et afin de satisfaire des besoins toujours croissants, l'Homme détourne, prélève ou pollue de telles quantités d'eau qu'il en perturbe parfois tout le cycle. Provoquant des conséquences en cascade sur les équilibres terrestres.

## LES CAPTATIONS ET POLLUTIONS DE L'EAU DOUCE DÉSÉQUILIBRENT SON CYCLE NATUREL...



**2** LA CIRCULATION DE L'EAU EST LIÉE À DES PHÉNOMÈNES NATURELS

La chaleur provoque l'évaporation. La condensation forme les nuages. La saturation entraîne des précipitations (¼ seulement atteint le sol terrestre). Le ruissellement permet enfin à l'eau de rejoindre les sols ou les océans.

**3** ELLE EST VITALE POUR L'ÉQUILIBRE TERRESTRE ET LE VIVANT

Sous tous ses états, la circulation de l'eau permet de réguler le système terrestre en assurant les flux de nutriments, de sédiments et d'autres ressources. L'eau constitue aussi la base d'écosystèmes pour beaucoup d'espèces.

**4** L'INTENSE CAPTATION D'EAU DOUCE NOUS EXPOSE À DES RISQUES MAJEURS

Depuis la révolution industrielle, l'Homme n'a jamais autant capté les sources et détourné les flux d'eau douce (barrages, pompage, canaux, irrigation, etc.) pour servir l'agriculture et l'urbanisation.

### COMMENT AGIR ?

TRANSFORMER LES PRATIQUES AGRICOLES POUR CONSOMMER MOINS D'EAU

Il faut éviter les productions qui obligent à développer l'irrigation et améliorer nos techniques de micro-irrigation (type goutte-à-goutte).

À LYON  
150 LITRES D'EAU/JOUR PAR HABITANT.

En réduction depuis les années 2000, la consommation moyenne d'eau pour un habitant de la métropole reste très élevée.

RÉDUIRE NOTRE CONSOMMATION DE PRODUITS LES PLUS DESTRUCTEURS

Il faut limiter la consommation d'aliments dont la production est particulièrement exigeante en eau (viande, orge, soja, blé, etc.) et dont les impacts (déforestation, prélèvements) frappent surtout les pays du Sud.

## ... PROVOQUANT DES PHÉNOMÈNES D'ASSÈCHEMENT ET DE DÉSSERTIFICATION.

**5** LES SOLS S'ASSÈCHENT, LES RIVIÈRES AUSSI

Le changement d'affectation des sols favorise le ruissellement au détriment de l'infiltration ce qui nuit à la croissance des végétaux. Les intenses captations entraînent aussi des assèchements (ex : la mer d'Aral).

**6** LE PHÉNOMÈNE AUGMENTE LES TEMPÉRATURES PRÈS DU SOL

La modification du couvert végétal entraîne une réduction de l'évapotranspiration, qui entraîne une baisse des précipitations et l'augmentation de la température près du sol.

DANS LE GRAND LYON  
87% DES MASSES D'EAUX SOUTERRAINES SONT EN BON ÉTAT QUANTITATIF

En 2013, elles présentaient un bon état quantitatif (pas de sur-prélèvement), mais 44% de ces masses d'eau risquent de ne pas atteindre les objectifs de quantité en 2021.

LUTTER CONTRE L'ARTIFICIALISATION DES SOLS

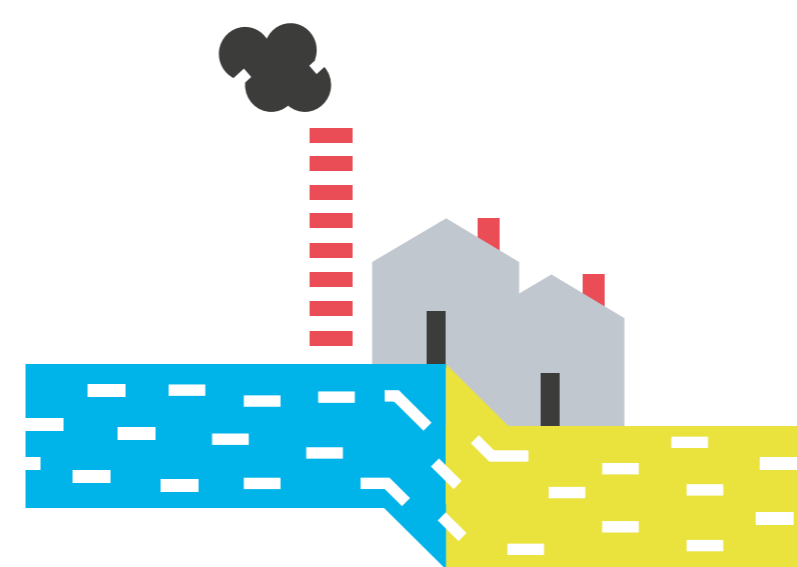
En particulier pour freiner l'imperméabilisation dans les pays du Nord, particulièrement concernés du fait des caractéristiques de leurs zones urbaines et de leurs pratiques agricoles.

**7** LES POLLUTIONS DÉGRADENT LA QUALITÉ DE L'EAU TERRESTRE

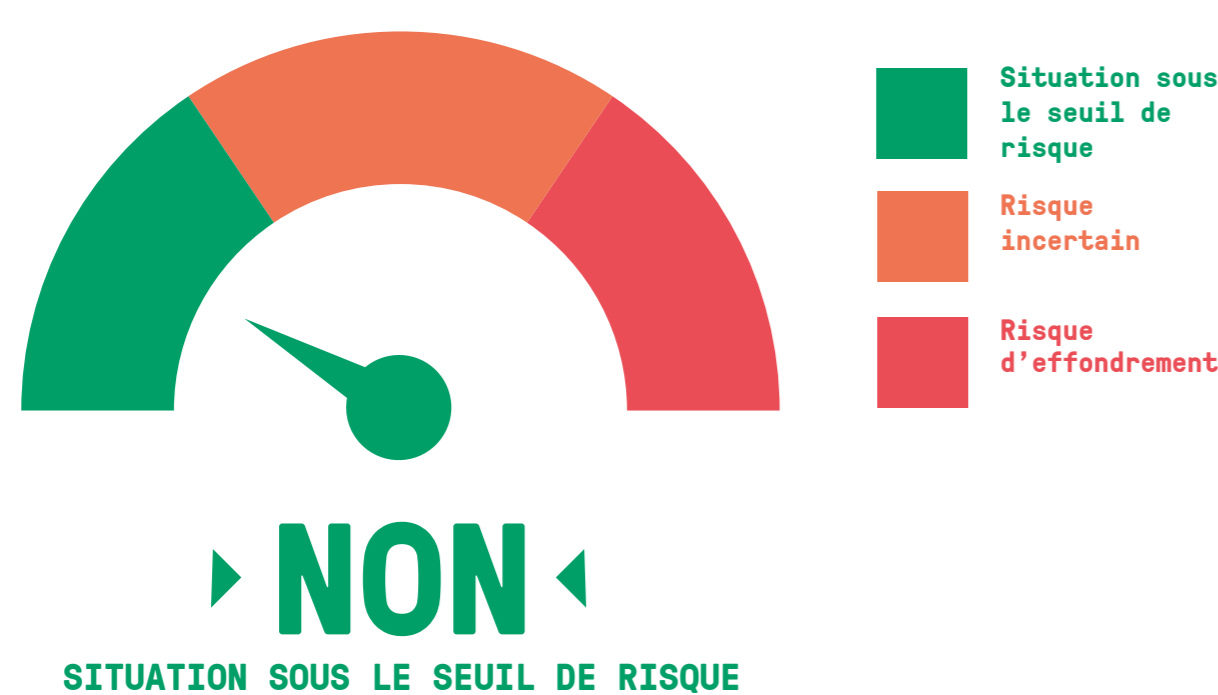
Les pollutions humaines sont multiples : matières organiques, sédiments, polluants chimiques et toxiques, etc.

LES POLLUTIONS DÉGRADENT LA QUALITÉ DE L'EAU TERRESTRE

Les pollutions humaines sont multiples : matières organiques, sédiments, polluants chimiques et toxiques, etc.

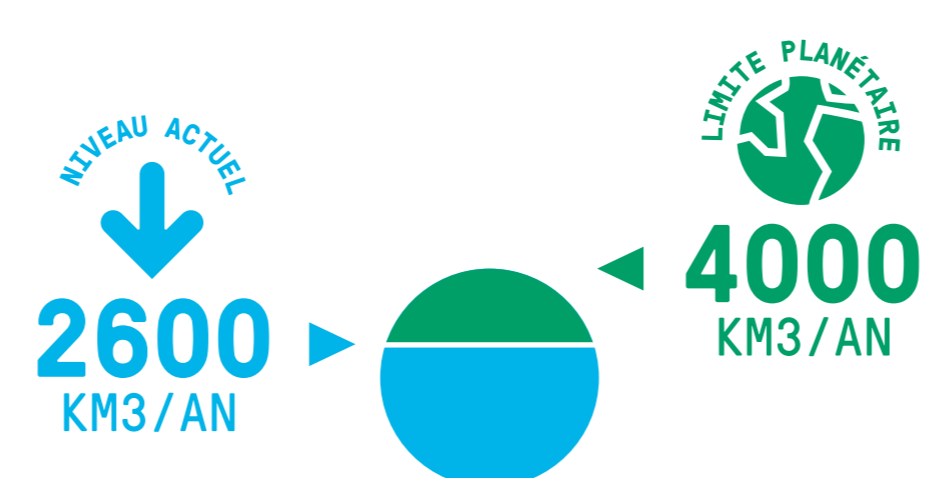


## AVONS-NOUS DÉPASSÉ LA LIMITE ?



La limite planétaire est le seuil critique au-delà duquel les conséquences de la perturbation du cycle de l'eau sont incontrôlables. Si elle est franchie, la biosphère (c'est-à-dire l'ensemble du vivant) s'expose au risque d'un effondrement global.

La perturbation du cycle de l'eau est mesurée par la quantité d'eau douce prélevée par l'Homme.



Unité de mesure : Volume total annuel d'eau douce prélevée dans les eaux de surface et les eaux souterraines renouvelables, exprimé en km3/an.

Le seuil de 4 000 km3 /an est mondial et les volumes d'eau douce disponibles sur Terre sont très hétérogènes, selon les régions et les périodes de l'année. En conséquence, cette limite est largement dépassée à certains endroits de la planète...

DANS LE MONDE  
70% DES BESOINS EN EAU CONCERNENT L'AGRICULTURE.

Nos besoins industriels et domestiques représentent respectivement 20% et 10%.

???

NIVEAU MINIMAL DU RHÔNE AU PRINTEMPS

Au cours des décennies à venir, le régime du Rhône (qui joue un rôle clé dans pour nos réserves d'eau douce) va être bouleversé. Le niveau minimal du Rhône pourrait alors advenir à la fin du printemps, au moment même où l'on constate aujourd'hui le pic de consommation annuel.



# POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE EN AÉROSOLS

Indépendamment de la présence de l'Homme, notre atmosphère est composée de particules fines en suspension, appelées aérosols. Elles proviennent de phénomènes parfois violents mais naturels (tempêtes, éruptions volcaniques, etc.), qui peuvent influencer positivement ou négativement le climat. Depuis le 19ème siècle, l'Homme est aussi devenu un émetteur de ce type de particules, au point que certaines zones du globe en sont désormais saturées, entraînant ainsi des pollutions aux conséquences préoccupantes.

## NOTRE ATMOSPHÈRE EST CHARGÉE DE PARTICULES EN SUSPENSION...

**1** LES AÉROSOLS SONT DES PARTICULES DE MATIÈRE EN SUSPENSION

Lorsqu'elles sont minuscules (< 0,01 mm), elles pénètrent dans les poumons. On appelle "particules fines" les particules de taille inférieure à 0,0025 mm.



**2** NATURELLEMENT PRÉSENTS DANS L'ATMOSPHÈRE, LEURS ORIGINES SONT MULTIPLES

Les tempêtes du désert, les éruptions volcaniques, ou les pollens forment des aérosols naturels. Leur densité varie aussi au gré des saisons.




**3** LES AÉROSOLS PEUVENT INFLUER LE CLIMAT

Certains aérosols ont un effet refroidissant et dévient les rayons du soleil vers l'espace. D'autres, captent la chaleur des rayons du soleil et participent au réchauffement climatique.



**DANS LE MONDE** 10% DES AÉROSOLS D'ORIGINE HUMAINE

On estime que 10% des aérosols présents dans l'atmosphère proviennent des activités humaines.



**4** LES ÉMISSIONS DE PARTICULES AUGMENTENT DEPUIS LA RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

Ces émissions sont surtout localisées dans les zones les plus peuplées et urbanisées, si bien que la population mondiale y est en moyenne très exposée. Les émissions d'aérosols sont multiples : elles proviennent notamment de la combustion d'énergies fossiles, du trafic automobile, de l'agriculture intensive, etc.



## ... QUI SONT L'UNE DES PREMIÈRES CAUSES DE MORTALITÉ DANS LE MONDE.

**5** LES AÉROSOLS POLLUENT L'ATMOSPHÈRE ET AFFECTENT LE CLIMAT

En Asie du Sud-Est, très exposée à ces pollutions, des "nuages d'aérosols" se forment et la mousson est perturbée. Les scientifiques soupçonnent des effets comparables dans d'autres régions du monde.



**6** LES PARTICULES FINES NUISENT À LA SANTÉ HUMAINE

L'exposition aux aérosols a des effets directs sur l'asthme, ou les maladies cardiovasculaires.

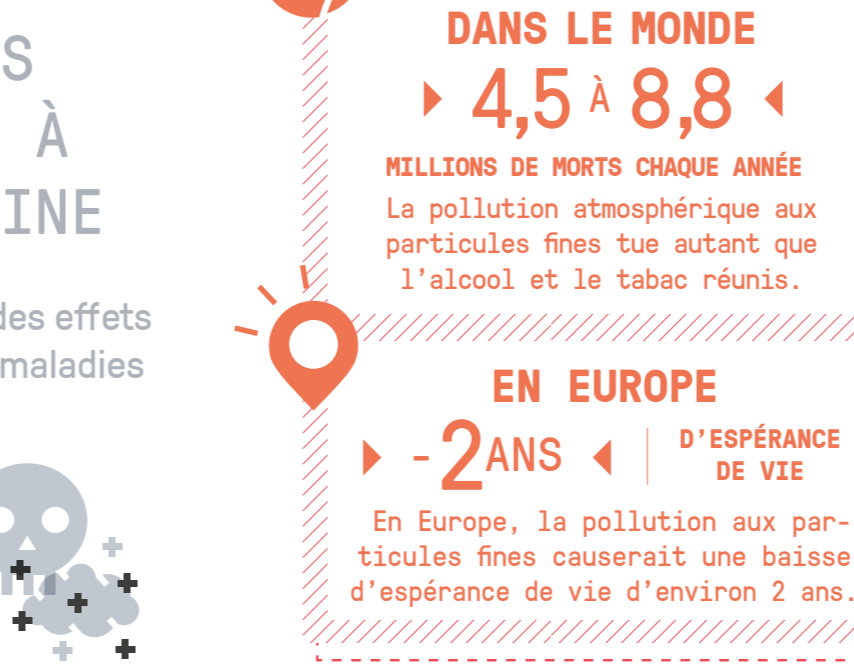


**DANS LE MONDE** 4,5 À 8,8 MILLIONS DE MORTS CHAQUE ANNÉE

La pollution atmosphérique aux particules fines tue autant que l'alcool et le tabac réunis.

**EN EUROPE** -2 ANS D'ESPÉRANCE DE VIE


En Europe, la pollution aux particules fines causerait une baisse d'espérance de vie d'environ 2 ans.



## COMMENT AGIR ?

**SUBSTITUER LES CENTRALES ÉLECTRIQUES PAR DES ÉNERGIES PROPRES**

Les centrales électriques au charbon sont l'un des principaux facteurs d'émissions de particules fines.



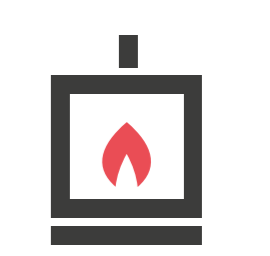
**FAVORISER LES MODES DE TRANSPORTS DOUX**

Des solutions alternatives et durables doivent être favorisées aussi bien pour les déplacements urbains que pour les transports agricoles, maritimes et aériens, largement plus polluants.



**FAVORISER LE CHAUFFAGE AU BOIS PERFORMANT**

Le bois est une énergie renouvelable et neutre en carbone, mais elle constitue une source importante d'émission de particules fines. Les taux d'émission de particules dépendent donc de la qualité des appareils de chauffage.



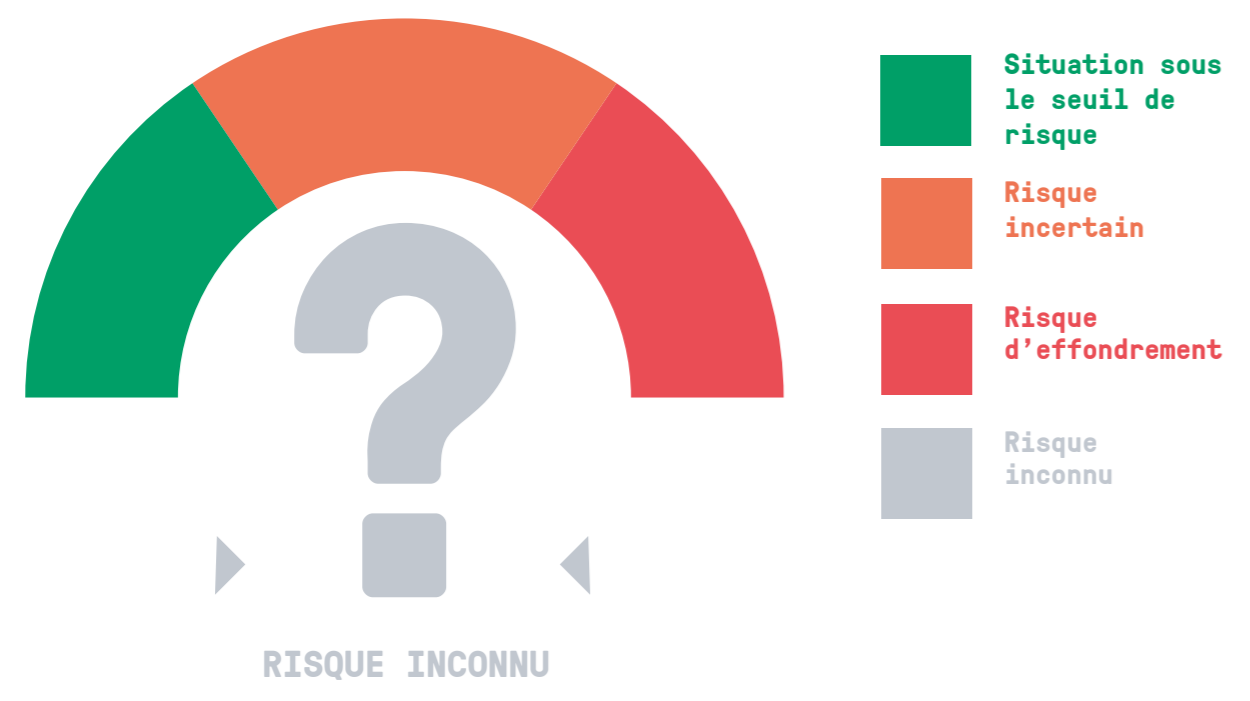
**À LYON** 25% DE PARTICULES FINES LIÉES AU CHAUFFAGE AU BOIS

Sur le territoire du Grand Lyon, le chauffage au bois compte pour un quart du bilan total des émissions de particules fines.



## SUR NOTRE TERRITOIRE


## AVONS-NOUS DÉPASSÉ LA LIMITE ?



La méconnaissance actuelle des effets profonds de la charge atmosphérique en aérosols à l'échelle mondiale ne permet pas de fixer une limite planétaire.

La charge atmosphérique en aérosols est mesurée par le niveau de transmission de la lumière dans l'atmosphère.

**Unité de mesure :** Profondeur optique d'aérosol, exprimée en coefficient AOD (situé entre 0 et 1), qui mesure la teneur en aérosols en suspension dans l'atmosphère.



Aucune étude ne permet aujourd'hui d'évaluer de façon satisfaisante l'augmentation de la charge atmosphérique en aérosols à l'échelle globale. Un seuil limite a néanmoins pu être fixé pour l'Asie du Sud-Est, et les travaux de recherche montrent qu'il a déjà été largement dépassé.

L'AOD représente le niveau auquel les aérosols empêchent la transmission de la lumière en absorbant ou diffusant la lumière. Plus un ciel est clair, plus le coefficient d'épaisseur optique (AOD) est faible. À 0, il laisse alors passer 100% des rayons du soleil.

**100%** DES GRANDLYONNAIS TROP EXPOSÉS AUX PARTICULES FINES

En 2016, le taux de particules fines (PM2,5) observé était régulièrement supérieur au seuil fixé par l'OMS. Malgré tout, la qualité de l'air s'améliore globalement.





# CHANGEMENT D'AFFECTATION DES SOLS

Avec la sédentarisation (-9000 av JC), l'Homme marque et transforme le territoire afin de l'adapter à ses besoins. Depuis la révolution industrielle, son impact s'est décuplé au point d'entraîner des modifications majeures de la surface et de la nature des sols, bien au-delà du périmètre de son habitat. À force de soumettre à ses « besoins » des territoires sans cesse plus éloignés, l'Homme est en train de dégrader ses propres conditions de vie ainsi que celles de la faune et de la flore qui l'entourent.

## LA PROGRESSION DE LA DÉFORESTATION ET DE L'ARTIFICIALISATION DES SOLS...



**1** LE COUVERT VÉGÉTAL EST L'ENSEMBLE DES VÉGÉTAUX QUI RECOUVRENT LA TERRE ET ABSORBENT UNE PART DU RAYONNEMENT SOLAIRE

Il joue un rôle majeur dans l'équilibre du système terrestre, et constitue l'habitat naturel de nombreuses espèces. Les forêts permettent en outre de modérer le phénomène d'albédo, c'est à dire la réflexion du rayonnement solaire du sol vers l'atmosphère.

**2** IL RÉGULE LE TAUX DE CO2 DANS L'ATMOSPHÈRE, PAR LE BIAIS DE LA PHOTOSYTHÈSE

Les végétaux transforment le CO2 présent dans l'atmosphère en un stock de carbone, et produisent en retour de l'oxygène.

**3** IL EST UN ACTEUR MAJEUR DU CYCLE DE L'EAU

Il absorbe une partie des pluies et régule le ruissellement et l'infiltration dans les nappes phréatiques. L'évapotranspiration, c'est-à-dire le relargage différé de l'eau stockée par les végétaux, permet en outre une restitution importante de l'eau vers l'atmosphère.



## ... AFFECTE L'ÉQUILIBRE DES CYCLES NATURELS ET LA BIODIVERSITÉ.

**5** LA DÉFORESTATION ET L'ARTIFICIALISATION AUGMENTENT LES TEMPÉRATURES DE SURFACE

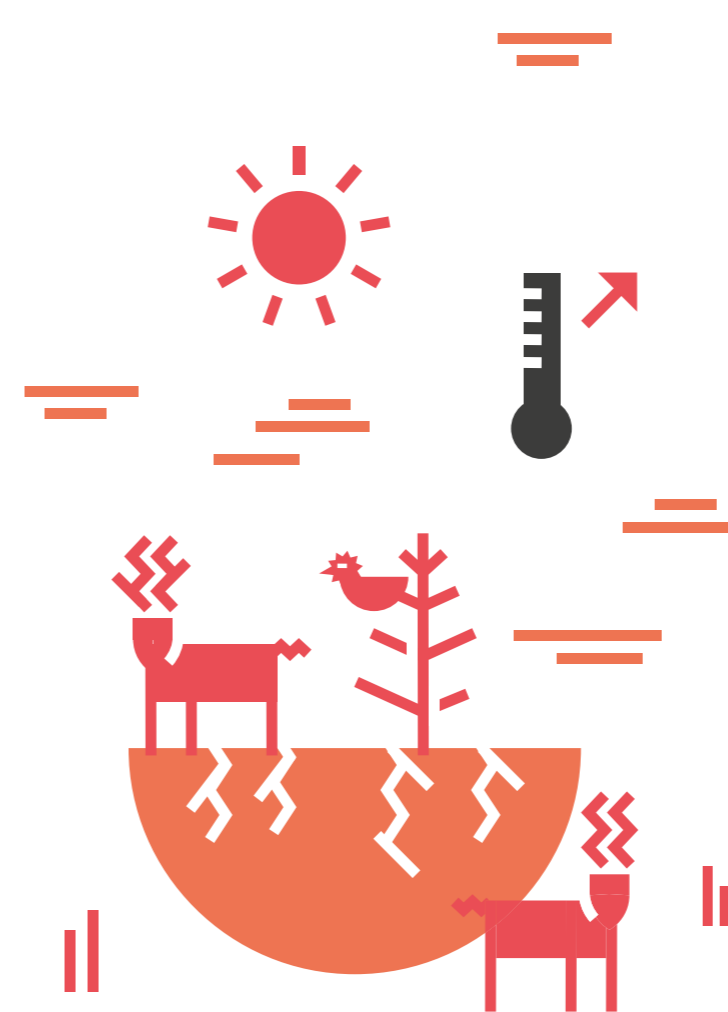
La déforestation de l'Amazonie pourrait provoquer la désertification de la région et avoir des conséquences sur les modifications climatiques à l'échelle globale.

**6** CES PRATIQUES PERTURBENT LE CYCLE DE L'EAU

La déforestation impacte le régime des précipitations, la pluviométrie, et réduit l'évapotranspiration des arbres.

**7** LA DÉFORESTATION PROVOQUE L'ÉROSION DE LA DIVERSITÉ DU VIVANT

Les forêts abritent de nombreux *biodiversity hotspots* (zones caractérisées par une densité exceptionnelle d'espèces vivantes), aujourd'hui menacés.



## COMMENT AGIR ?



CRÉER DES RÉSERVES OU PARCS NATURELS

**DANS LA RÉGION**  
1/4 DU TERRITOIRE RÉGIONAL EST PROTÉGÉ.  
Ce qui fait de notre région la plus protégée de France.

Il n'existe pas de convention internationale sur l'occupation des sols, la création de réserves et de parcs naturels reste donc le moyen le plus efficace pour préserver les territoires forestiers.

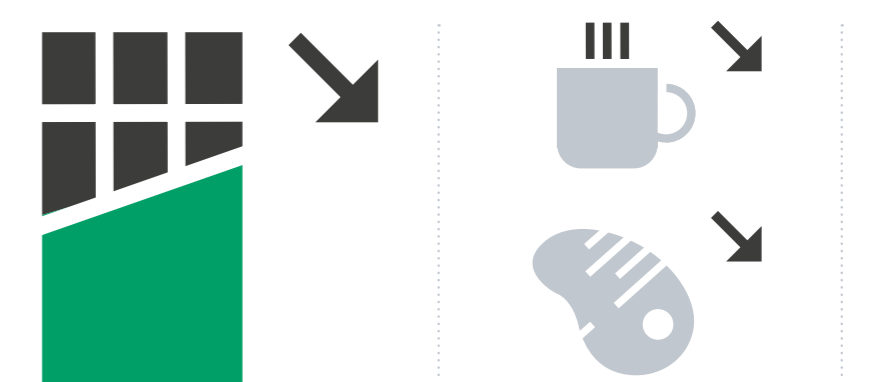
STOPPER LA PROGRESSION DES SURFACES AGRICOLES



La protection des zones forestières passe par l'accroissement de la productivité et de la durabilité des surfaces agricoles existantes (agroforesterie ou polyculture).

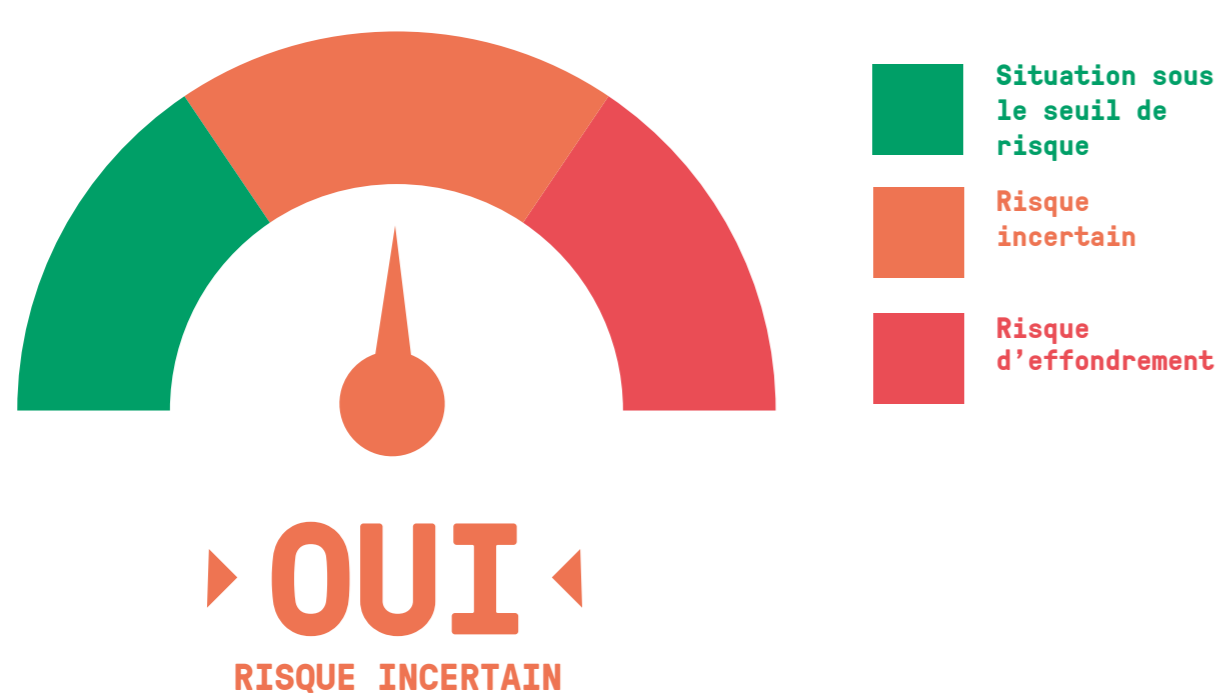
RÉDUIRE NOTRE CONSOMMATION DE PRODUITS LES PLUS DESTRUCTEURS

La déforestation des pays en développement est aussi due à notre consommation de viande, huile de palme, thé, café, cacao.



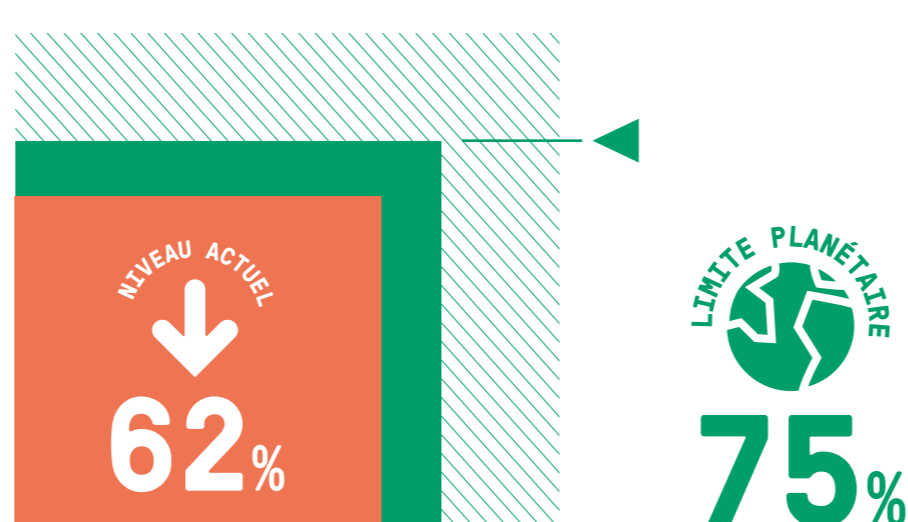
SUR NOTRE TERRITOIRE

## AVONS-NOUS DÉPASSÉ LA LIMITE ?



La limite planétaire est le seuil critique au-delà duquel les conséquences du changement d'affectation des sols sont incontrôlables. Si elle est franchie, la biosphère (c'est-à-dire l'ensemble du vivant) s'expose au risque d'un effondrement global.

La limite planétaire est mesurée par l'évolution de la surface forestière dans le monde



Part de la surface forestière comparée à la surface forestière originale, exprimée en %.

Actuellement, seuls 62% des surfaces forestières originelles à travers le monde le sont encore. Les effets de la déforestation varient selon le type de forêts : ils sont par exemple démultipliés pour les forêts tropicales...



SURFACE ARTIFICIALISÉE ENTRE 2000 ET 2015:

**13X**

LE PARC DE LA TÊTE D'OR (SOIT 1 478 Ha)

Sur le territoire du Grand Lyon, la part des espaces urbanisés a progressé de 3 points (de 55% à 58%) en quinze ans, pour une hausse démographique de 13%.



# PERTURBATION DU CYCLE DE L'AZOTE

Moins connu que l'oxygène, mais encore plus présent dans l'air que nous respirons, l'azote est indispensable au développement des organismes vivants, et en particulier des végétaux. Pour suivre sa croissance démographique et son appétit, l'Homme a choisi de recourir massivement à des engrais artificiels, à base d'azote. Dans plusieurs zones, les capacités des écosystèmes à assimiler l'azote arrivent à saturation.

## L'USAGE MASSIF D'AZOTE COMME ENGRAIS ARTIFICIEL CRÉE UN SURPLUS...

**1** INDISPENSABLE À LA CROISSANCE DES VÉGÉTAUX, L'AZOTE EST ABONDANT MAIS INACTIF DANS L'ATMOSPHÈRE

Notre air est composé à 21% d'oxygène (essentiel à notre survie) et à 78% d'azote. Il joue un rôle clef dans le développement et le fonctionnement des organismes vivants, en particulier les végétaux.

**3** IL SE DIFFUSE DANS LA NATURE À TRAVERS LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

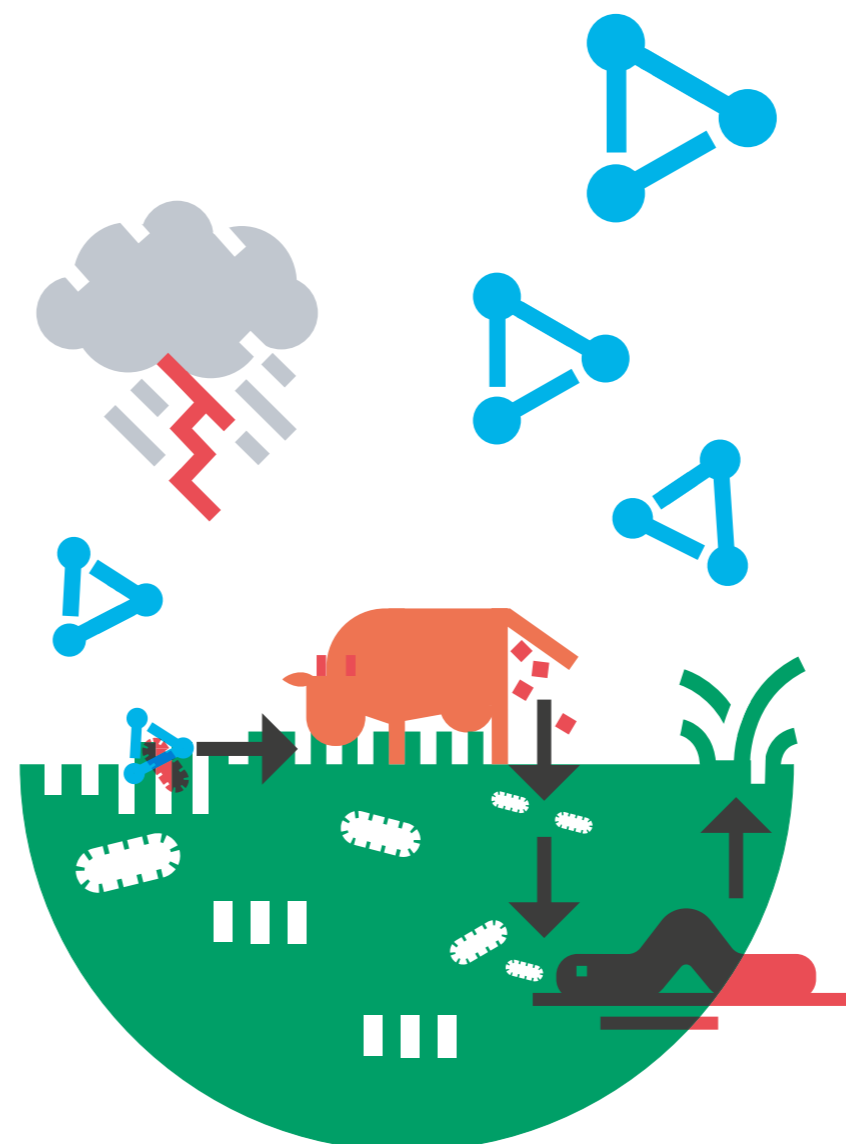
Fixé dans les végétaux, puis ingéré, digéré et finalement rejeté par les animaux, l'azote se répand à nouveau dans l'environnement par l'infiltration ou le ruissellement.

**2** POUR JOUER SON RÔLE D'ENGRAIS NATUREL, L'AZOTE DOIT ÊTRE RENDU « ACTIF »

Ce processus naturel, appelé fixation, est surtout assuré par les bactéries (présentes dans l'eau, les sols et les racines des plantes), et de façon marginale par les orages.

**4** CE CYCLE SE RENOUVELLE CONTINUELLEMENT

En fin de cycle, présent dans les sols ou dans l'eau, l'azote est à nouveau transformé et réintroduit soit dans la chaîne alimentaire (par l'action de vers de terre), soit dans l'atmosphère (par l'action de bactéries).



ÉVOLUER VERS DES PRATIQUES AGRICOLES DURABLES

Il faut généraliser les modes de production inspirés de l'agriculture biologique et de la polyculture et diminuer massivement le recours aux engrais minéraux azotés.

**5** L'AGRICULTURE INTENSIVE A PROVOQUÉ UN DÉSÉQUILIBRE

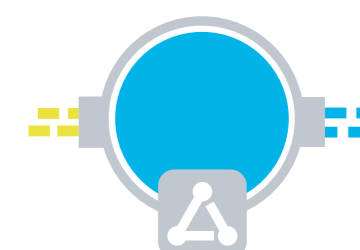
À partir du début du 20<sup>ème</sup> siècle, l'agriculture s'est appuyée sur un procédé industriel permettant de fixer l'azote pour créer des engrais artificiels et optimiser les rendements. Le recours de plus en plus massif à ce type d'engrais a provoqué un déséquilibre.

**DANS LE MONDE**  
X2  
Au niveau global, l'action de l'Homme a doublé la quantité d'azote réactif dans la biosphère.

**DANS LE MONDE**  
53%  
L'azote généré par l'Homme provient essentiellement des engrais agricoles (53%), suivi de la culture des légumineuses (27%), la combustion d'énergies fossiles (13%) et la combustion de la biomasse (7%).



GÉNÉRALISER LE TRAITEMENT DES EAUX USÉES

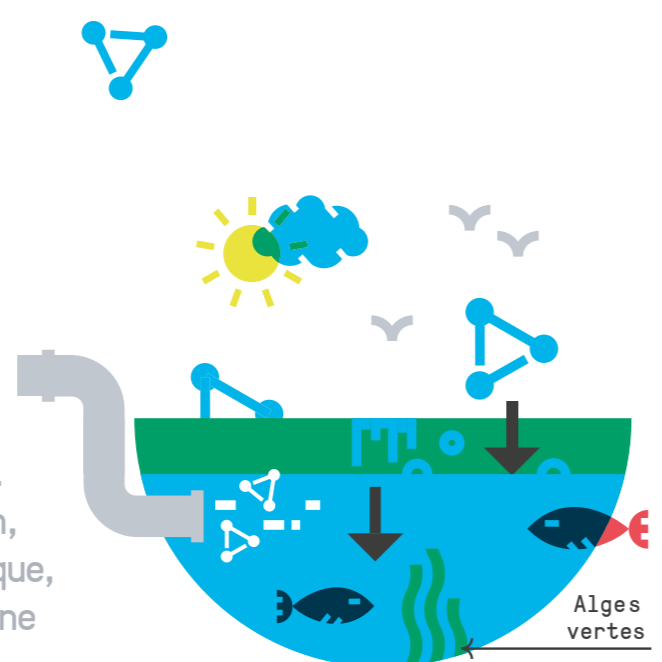


Dans le bassin de la Seine par exemple, la généralisation des stations d'épuration a déjà permis de diminuer l'apport d'azote dans les réseaux d'eau de 4% depuis 1985.

## ... QUI ASPHYXIE LES MILIEUX AQUATIQUES ET ACCÉLÈRE LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE.

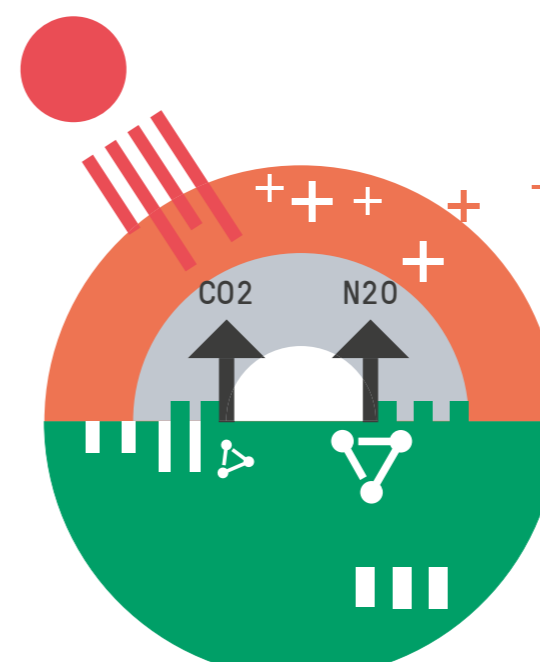
**6** LA NATURE NE PEUT PAS ASSIMILER UN TEL SURPLUS D'AZOTE

Le surplus migre sous différentes formes, provoquant la pollution des nappes phréatiques. Il provoque aussi le phénomène d'eutrophisation, c'est à dire la prolifération, dans un milieu aquatique, d'organismes végétaux qui consomment l'oxygène et asphyxient son écosystème.



**7** LE VOLUME D'AZOTE RENVOYÉ DANS L'ATMOSPHÈRE AUGMENTE ET PARTICIPE AU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Au bout de son processus de transformation par les bactéries, l'azote est renvoyé dans l'atmosphère sous forme de diazote (N<sub>2</sub>) ou de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), un gaz à effet de serre 300 fois plus puissant que le CO<sub>2</sub>.

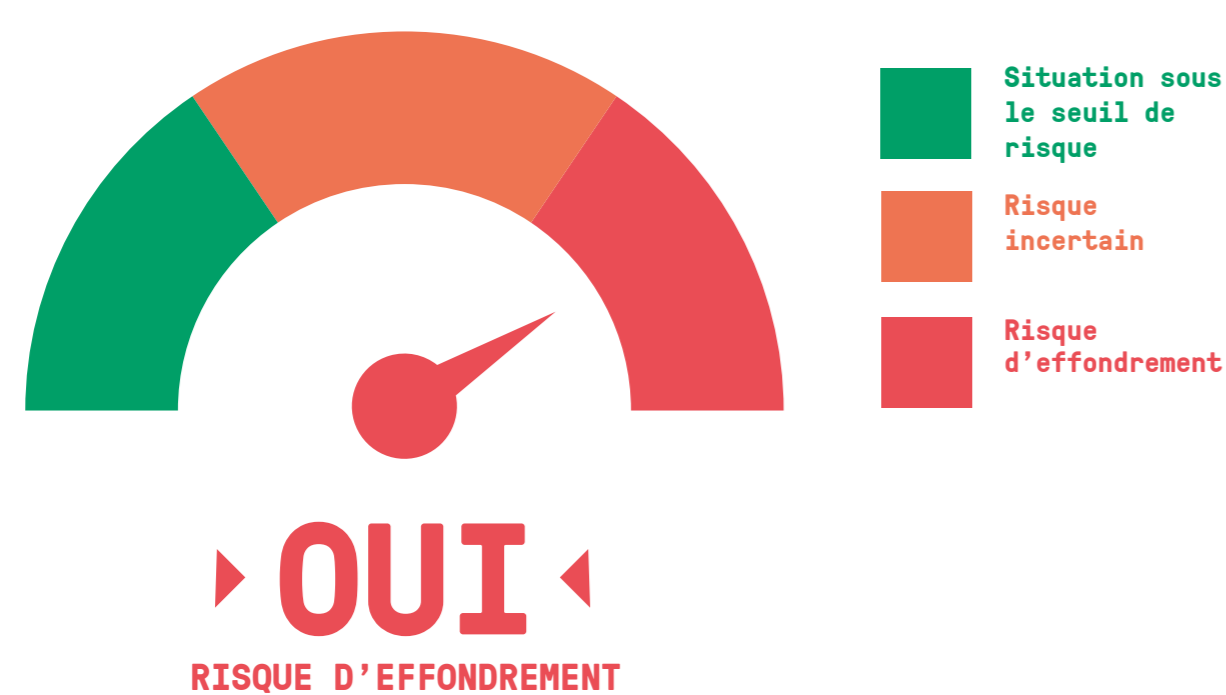


MODIFIER LES COMPORTEMENTS ALIMENTAIRES



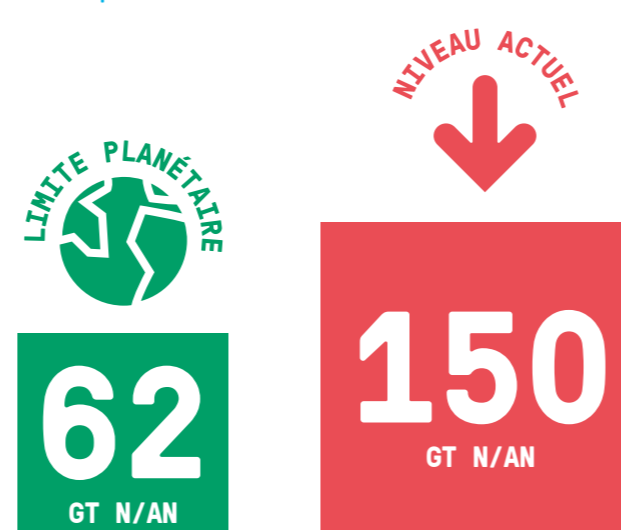
Il faut consommer autrement. De nombreux scientifiques appellent à diviser par deux la part de protéines d'origine animale dans le régime alimentaire moyen des pays les plus riches.

## AVONS-NOUS DÉPASSÉ LA LIMITE ?



La limite planétaire est le seuil critique au-delà duquel les conséquences des rejets d'azote sont incontrôlables. Si elle est franchie, la biosphère (c'est-à-dire l'ensemble du vivant) s'expose au risque d'un effondrement global.

La perturbation du cycle de l'azote est mesurée par la quantité d'azote réactif artificiel répandue dans l'environnement.



Unité de mesure : Quantité d'azote réactif généré de manière anthropique pendant une année au niveau planétaire, exprimée en milliards de tonnes d'azote par an (Gt N/an).

La limite n'est pas la même selon le type d'impact (eutrophisation, pollution des nappes phréatiques, destruction des écosystèmes, etc). Les scientifiques se sont accordés pour fixer la limite selon la valeur cible la plus sensible : celle de l'eutrophisation.

**80%**  
DES PRÉLÈVEMENTS POUR L'EAU POTABLE TRÈS PEU CHARGÉS EN AZOTE

En 2018, plus de 80% de l'eau potable distribuée est prélevée dans des ressources en eau dont les concentrations en nitrates sont inférieures à 10 mg/L. 100% de l'eau distribuée est conforme à la norme de 50 mg/L.



# PERTURBATION DU CYCLE DU PHOSPHORE

Très rare à la surface de la Terre, enfermé dans la roche, le phosphore est néanmoins une ressource indispensable pour le vivant. L'Homme a découvert le pouvoir d'engrais de cet élément et développé des exploitations minières afin de pouvoir l'exploiter massivement. L'humanité constate aujourd'hui les perturbations multiples des milieux aquatiques du fait de la dispersion du phosphore dans l'environnement, et l'épuisement d'une ressource dont notre alimentation dépend.

## L'UTILISATION MASSIVE DE PHOSPHORE COMME ENGRAIS DÉSÉQUILIBRE SON CYCLE NATUREL...



**1** LE PHOSPHORE EST RARE MAIS INDISPENSABLE AUX VÉGÉTAUX

Altérées par la pluie, les roches relâchent du phosphore (< 0,1% de leur masse) qui commence alors son cycle.

**2** IL EST ASSIMILÉ PAR LES PLANTES, PUIS CONSOMMÉ PAR LES ANIMAUX

Les phosphates sont assimilés par les végétaux et transformés en matière organique lors de la photosynthèse. Ils passent ensuite dans la chaîne alimentaire, dont ils ressortent sous forme de déchets organiques.

**3** LES BACTÉRIES RÉINITIALISENT LE CYCLE DU PHOSPHORE

Le phosphore peut être à nouveau rendu soluble (et donc assimilable par les plantes) grâce à des bactéries. Sinon, il rejoint et achève son cycle dans les océans où sa sédimentation sous forme de roche durera plusieurs millions d'années.

**4** L'USAGE ARTIFICIEL DU PHOSPHORE COMME ENGRAIS ENTRAÎNE SA DISPERSION MASSIVE

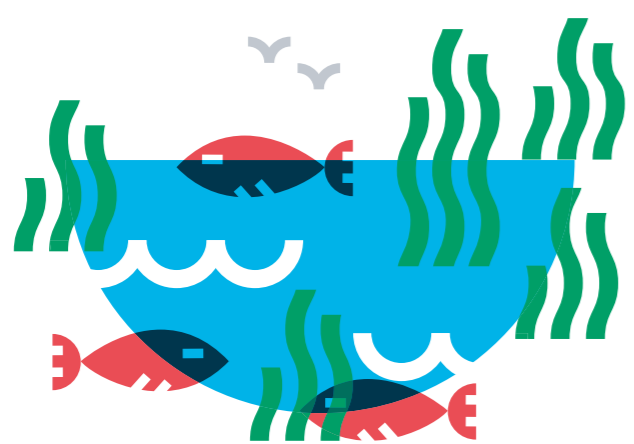
Depuis le 19ème siècle, le phosphore est utilisé afin de produire des engrais et détergents.

**5** UNE RESSOURCE MAL EXPLOITÉE

La majorité du phosphore extrait puis utilisé par l'Homme n'est pas récupérée. Il est parfois utilisé comme engrais dans des zones déjà saturées.

**DANS LE MONDE**  
▶ 90% ◀  
DU PHOSPHORE UTILISÉ PAR L'HOMME EST PERDU.

## ... PROVOQUANT L'ASPHYXIE DES MILIEUX AQUATIQUES ET L'ÉPUISEMENT DE LA RESSOURCE.



**6** LES SURPLUS DE PHOSPHORE PERTURBENT LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

La concentration en phosphore peut provoquer la prolifération d'algues (l'eutrophisation), qui altèrent les conditions de vie des autres espèces.

**7** LE PHOSPHORE REJETÉ MENACE D'ASPHYXIER LES OCÉANS

Localement, certaines "zones mortes" (comme en Mer Noire) ont déjà vu leur teneur en oxygène diminuer fortement. Si le phénomène se généralise, la vie maritime menace de s'effondrer.

**8** L'ÉPUISEMENT DU STOCK DE PHOSPHORE MENACE NOTRE ALIMENTATION

L'agriculture et donc nos capacités d'alimentation future dépendent du phosphore.

**DANS LE MONDE**  
▶ 50 ANS ◀  
AVANT L'ÉPUISEMENT DU PHOSPHORE  
Au rythme d'exploitation actuel, les réserves risquent d'être épuisées dans 50 à 100 ans.

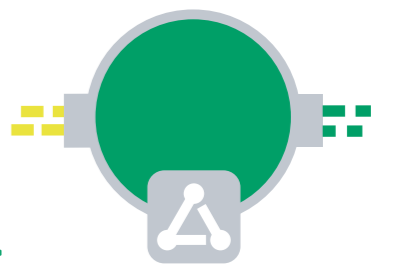
## ▶ COMMENT AGIR ? ◀

**CHANGER LES PRATIQUES AGRICOLES**



Il faut veiller à faire correspondre les épandages aux besoins réels des sols, encourager la polyculture et mieux recycler les boues des stations d'épuration urbaines (riches en phosphore).

**RECYCLER LE PHOSPHORE, ET LE GÉRER COMME UNE RESSOURCE RARE**



Avec le compostage et un meilleur recyclage des eaux usées, on peut limiter les rejets sauvages de phosphore dans l'environnement pour les réutiliser en agriculture.

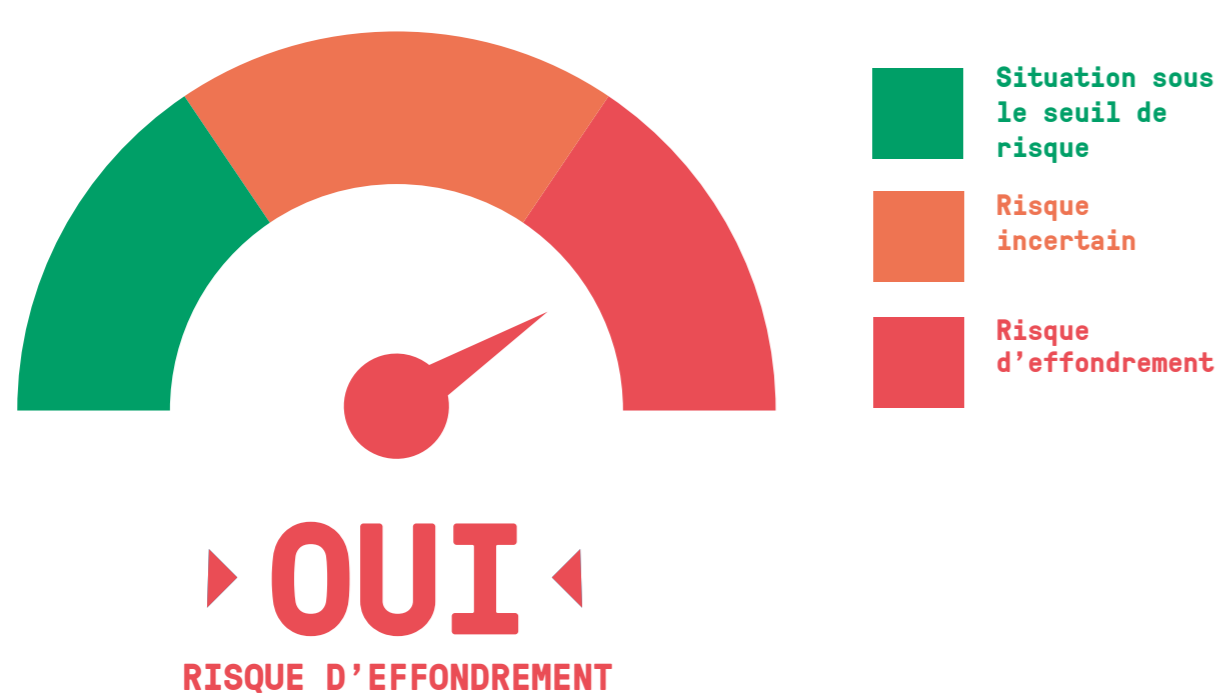
**MODIFIER LES COMPORTEMENTS ALIMENTAIRES**

Il faut tendre vers la consommation de produits issus de l'agriculture biologique qui interdit le recours aux engrais de synthèse, et réduire notre alimentation carnée.

**DANS LE GRAND LYON**  
▶ 24% ◀  
L'alimentation représente près d'un quart de l'empreinte écologique des habitants de la métropole de Lyon. Elle en constitue aussi le principal facteur.

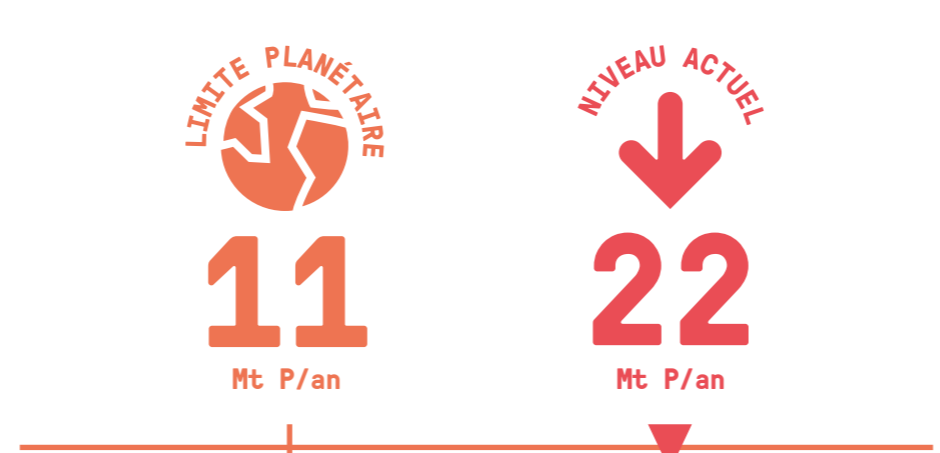
**SUR NOTRE TERRITOIRE**

## AVONS-NOUS DÉPASSÉ LA LIMITE ?



La limite planétaire est le seuil critique au-delà duquel les conséquences de la perturbation du cycle du phosphore sont incontrôlables. Si elle est franchie, la biosphère (c'est-à-dire l'ensemble du vivant) s'expose au risque d'un effondrement global.

La perturbation du cycle du phosphore est mesurée par la quantité de phosphore répandue dans l'environnement.



Unité de mesure : Quantité de phosphore déversée dans l'environnement pendant une année au niveau planétaire, exprimée en millions de tonnes de phosphore par an (Mt P/an).

Le seuil de cette limite planétaire vise à prévenir un phénomène de diminution à grande échelle de l'oxygène dissous dans les océans. Il est néanmoins probable que des pénuries de phosphore et leurs conséquences sur l'approvisionnement alimentaire mondial apparaissent bien avant, puisque le niveau actuel est déjà 10 fois supérieur au flux naturel du phosphore.

**750**  
TONNES DE PHOSPHORE PAR AN REJETÉES

Parmi cette quantité de phosphore rejetée dans les eaux usées des habitants, le système d'assainissement de la Métropole en traite 300 tonnes, soit 40%.



# NOUVELLES POLLUTIONS CHIMIQUES

Parmi les pollutions chimiques, il existe de nombreuses substances dont les effets nocifs sur l'environnement et les organismes sont encore incertains du fait de l'absence d'études d'impact suffisantes. Face à ce manque de connaissance, aucune variable de contrôle ne permet aujourd'hui de qualifier et quantifier ce phénomène à l'échelle globale. C'est pourquoi les scientifiques le considèrent comme une "réserve de menaces potentielles" pour le système Terre, susceptible d'aggraver et d'accélérer les autres déséquilibres.

## L'UTILISATION MASSIVE DE SUBSTANCES CHIMIQUES DONT LES RISQUES SONT MAL ÉVALUÉS...

### 1 L'HOMME PRODUIT ET REJETTE DES SUBSTANCES NOUVELLES

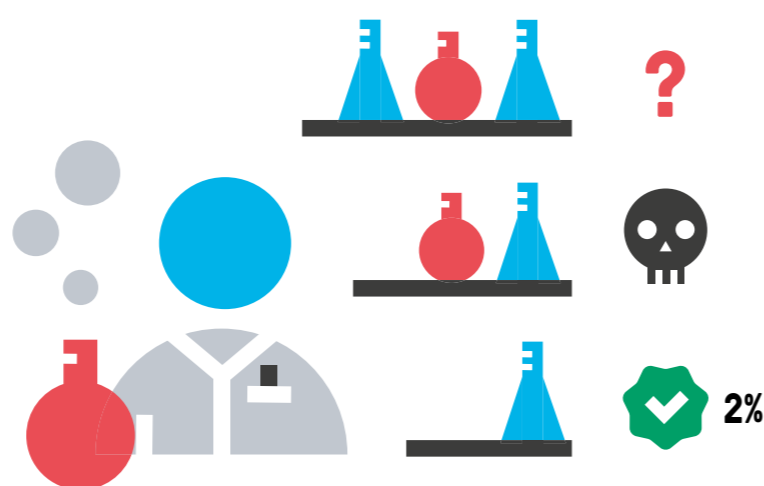
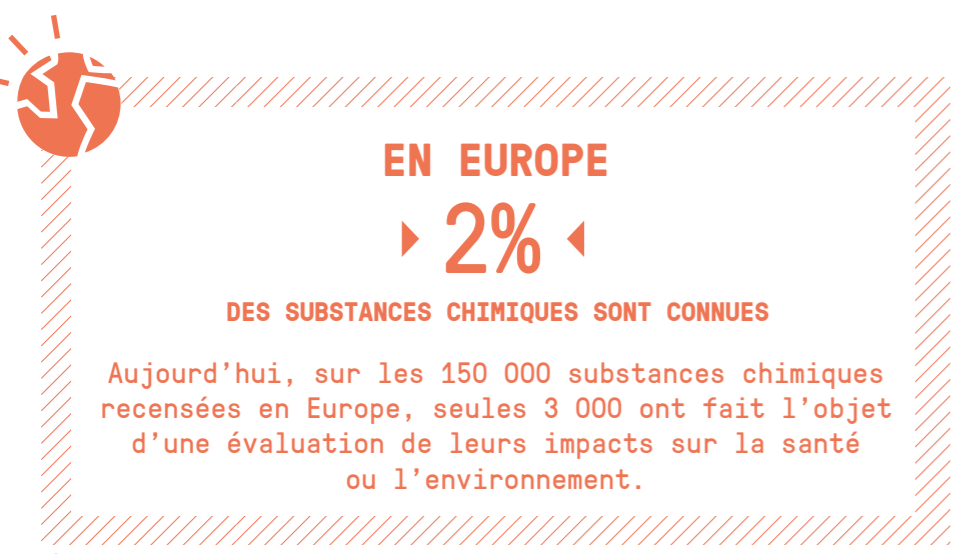
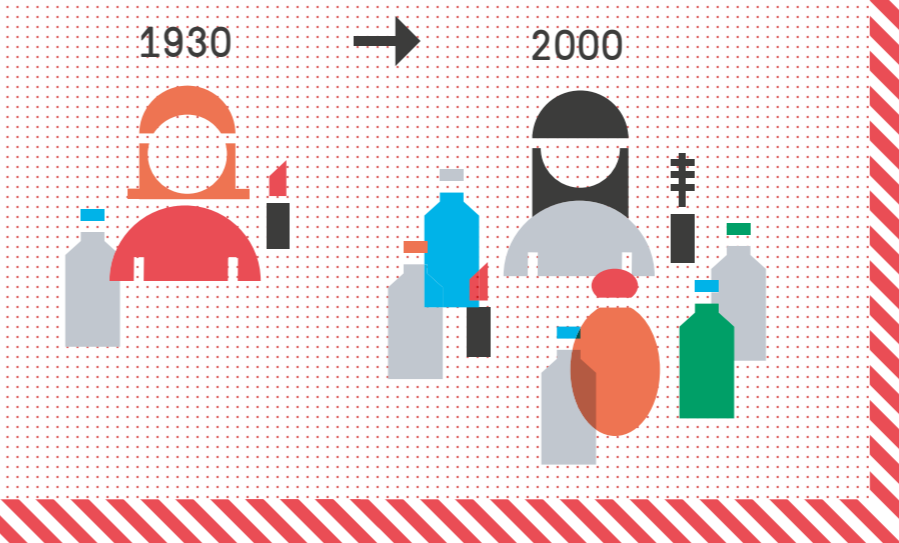
C'est le cas du glyphosate, des nanoparticules, des OGM, etc. Ces "nouvelles pollutions chimiques" désignent aussi des substances existantes mais transformées par l'Homme.

### 2 MAL CONNUES, ELLES CONSTITUENT UNE RÉSERVE DE MENACES POTENTIELLES

Les effets de ces substances apparaissent à long terme. Par exemple, on a découvert tard le rôle négatif des chlorofluorocarbures (CFC) sur la couche d'ozone.

### 3 DEPUIS 1930, LA PRODUCTION MONDIALE DE SUBSTANCES CHIMIQUES A ÉTÉ MULTIPLIÉE PAR 500

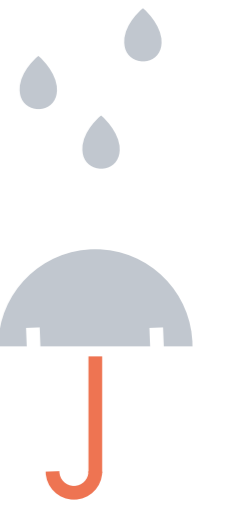
La moitié de ces substances sont des plastiques et un tiers est constitué d'engrais minéraux.



## COMMENT AGIR ?

### GÉRER LES INCERTITUDES

L'incertitude des phénomènes doit nous encourager à appliquer le principe de précaution et à développer une recherche proactive pour mieux les comprendre.



### FAVORISER LES ALTERNATIVES AUX PRODUITS CHIMIQUES

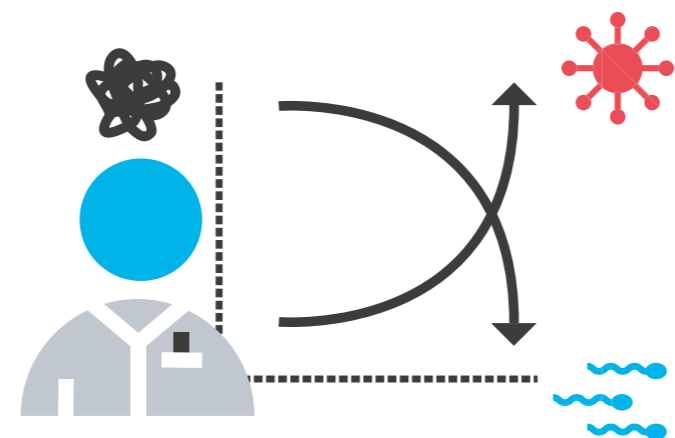
Dans de nombreux cas, le recours aux produits chimiques n'est pas obligatoire. La filière bio, par exemple, s'efforce de limiter la présence d'éléments chimiques.



## ...A DES EFFETS POTENTIELLEMENT DRAMATIQUES SUR LA SANTÉ ET LES CYCLES NATURELS.

### 4 LES NOUVELLES POLLUTIONS CHIMIQUES ONT DES EFFETS SANITAIRES PRÉOCCUPANTS, SOUVENT DIFFICILES À ÉTABLIR.

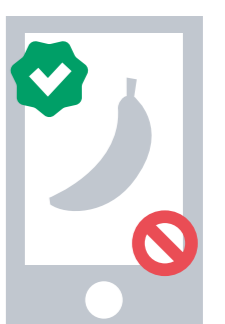
Alors que l'OMS a classé le glyphosate comme un cancérigène potentiel, d'autres études concurrentes ont minimisé le risque de cette substance.



### 5 ELLES POURRAIENT AGGRAVER TOUS LES AUTRES DÉSÉQUILIBRES PLANÉTAIRES

Elles menacent d'affecter en premier lieu les capacités de résilience de l'ensemble de la biosphère, mais sont un facteur catalytique pour les autres limites.

### PARTICIPER À LA RECENSION DES RISQUES

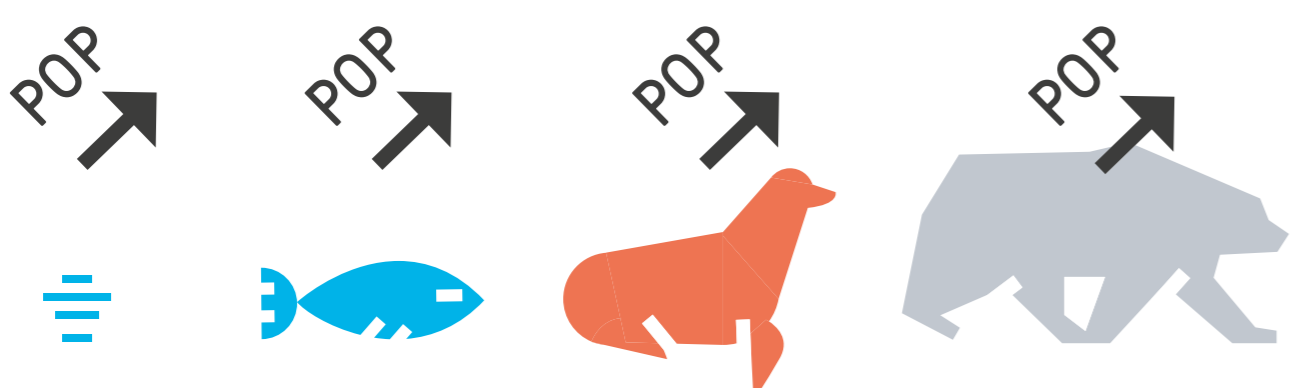


Des initiatives permettent à chacun de participer à la recension des substances présentes dans les produits de consommation, et renforcer ainsi l'information citoyenne.

## FOCUS SUR DEUX FAMILLES D'ENTITÉS NOUVELLES

### 6 DES POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS (POP) ET VOLATILES.

Les POP sont des substances non-biodégradables. Ils migrent dans les écosystèmes et s'accumulent dans les organismes. Les prédateurs du haut de la chaîne alimentaire (homme, ours polaire, etc) y sont les plus exposés.



### 7 DES POLLUANTS QUI AGISSENT COMME PERTURBATEURS ENDOCRINIENS.

Ces substances influent sur le fonctionnement hormonal. L'OMS suspecte actuellement 800 substances couramment diffusées d'altérer le fonctionnement des hormones.



### SUR NOTRE TERRITOIRE



### DE MULTIPLES INITIATIVES

Des initiatives limitent l'exposition aux polluants chimiques dans les maternités et crèches du Grand Lyon (pour protéger les femmes enceintes et les jeunes enfants des perturbateurs endocriniens), dans les communes (pour intégrer des produits bio dans les cantines), dans les espaces de travail, etc.