



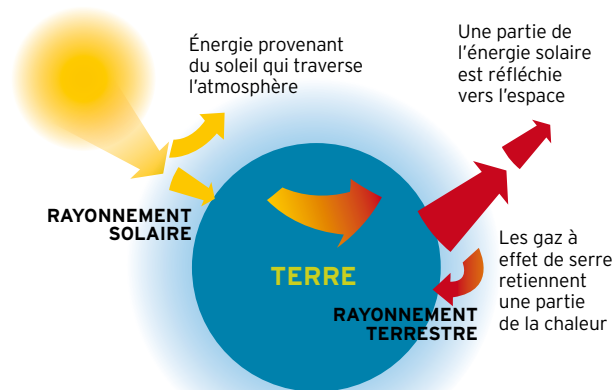
CHANGEMENTS CLIMATIQUES

# FORTES PLUIES SÈCHERESSES

Comprendre  
et anticiper

réseau  
action  
climat france

## LA TERRE S'ÉCHAUFFE ET LE CLIMAT SE DÉRÈGLE



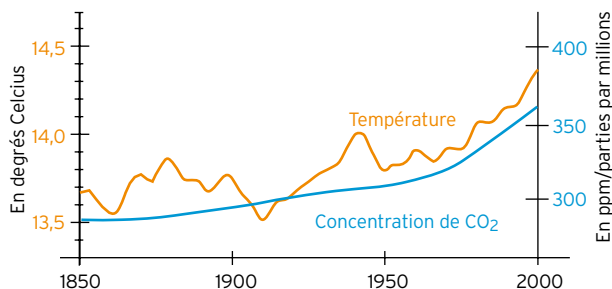
## L'EFFET DE SERRE

L'effet de serre est un phénomène naturel. Il permet à la terre d'être entourée d'une atmosphère réchauffée par l'action de gaz à effet de serre (GES) comme la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, le méthane, etc. Sans cet effet de serre, il ferait  $-18^{\circ}\text{C}$  sur la planète et toute vie serait impossible.

## TROP DE GES AUGMENTE L'EFFET DE SERRE

Depuis la révolution industrielle, on constate une augmentation de la concentration de ces gaz réchauffant dans l'atmosphère issus principalement des transports, de l'agriculture, de l'habitat, de la production d'énergie ou de l'industrie.

**Résultat : depuis 1870, notre planète s'est réchauffée en moyenne de  $0,8^{\circ}\text{C}$ .** En suivant la tendance actuelle, la planète pourrait se réchauffer **jusqu'à  $6,4^{\circ}\text{C}$  d'ici 2100.** (Source GIEC).



Évolution des concentrations de CO<sub>2</sub> et des températures moyennes depuis 1850. (Source GIEC).

## LE RÉCHAUFFEMENT ENTRAÎNE DES PERTURBATIONS IMPORTANTES



Sécheresses



Canicules



Fortes pluies



Fonte de  
banquises



Fonte des  
glaciers  
terrestres



Hausse  
du niveau  
de la mer

POUR LIMITER  
CES IMPACTS,  
IL EST IMPORTANT  
DE COMPRENDRE CES  
PHÉNOMÈNES AFIN  
DE S'Y ADAPTER ET  
DE RÉDUIRE AU PLUS  
VITE NOS ÉMISSIONS  
DE GAZ À EFFET DE  
SERRE.

## DES IMPACTS BIEN RÉELS

Aux quatre coins du globe, ces dérèglements climatiques ont et auront **des conséquences importantes pour les populations**: raréfaction de l'eau douce, baisse des productions agricoles, extension des zones arides, extinctions et migrations d'espèces, développement de maladies, submersion d'îles et de côtes, acidification de l'océan, grands exodes climatiques, etc.



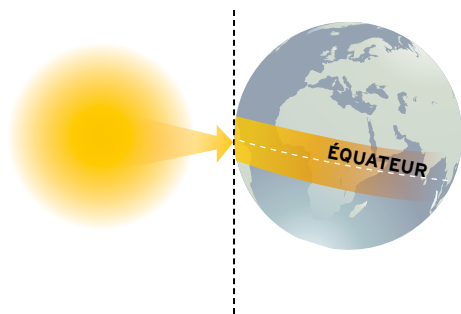
Langue de terre entre le lagon et l'océan sur l'atoll de Funafuti, dans l'archipel de Tuvalu.

## COMPRENDRE CES PHÉNOMÈNES

### LES SOLS À SEC

Une sécheresse se définit avant tout par de faibles pluies (moins d'1 mm par jour).

Ajouté à une forte évaporation due aux fortes chaleurs, ce phénomène entraîne un assèchement des sols qui impacte directement les plantes, les arbres et les animaux, surtout lorsque les précipitations hivernales n'ont pas été suffisantes pour reconstituer les réserves d'eau en sous-sol (les nappes phréatiques).

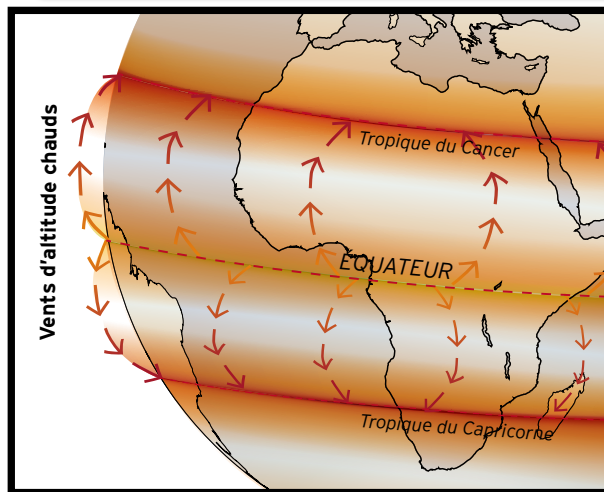


### L'ÉQUATEUR : EN PLEIN SOLEIL

L'équateur est la zone de la planète qui reçoit le plus de rayonnement solaire par km<sup>2</sup> et donc le plus de chaleur.

### LES ZONES VENTÉES, PLUS EXPOSÉES

Les zones soumises à des vents réguliers chauds et secs (ex. le Sirocco, l'Harmattan) sont particulièrement exposées aux sécheresses. Ces vents ont tendance à souffler surtout dans les régions tropicales comme le Sahara. Ces vents secs associés à des pluies très rares empêchent une humidification suffisante des sols et rendent difficile le développement de toute vie végétale.



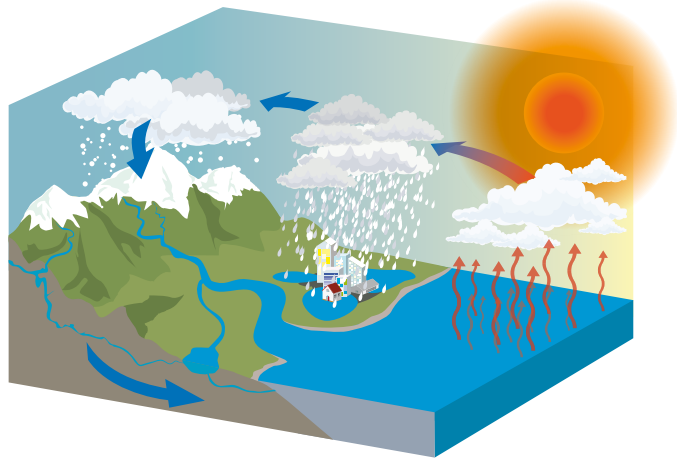
### LE RÉGIME DES VENTS ASSÈCHE LES TROPIQUES

Les masses d'air chaud de l'équateur se vident de leur humidité en prenant de l'altitude et retombent, sous forme de vents très secs au niveau des tropiques. Voilà pourquoi on retrouve dans ces zones des déserts comme celui du Sahara ou du Kalahari.



## LES PLUIES TORRENTIELLES

Contrairement aux sécheresses, les fortes pluies (+ de 25 mm/jour) dépendent en grande partie de la température, mais aussi du relief et des conditions météorologiques locales. Elles s'abattent subitement et violemment.



## DES SÉCHERESSES PLUS LONGUES ET DES PLUIES PLUS FORTES

**Il peut paraître paradoxal que les changements climatiques puissent à la fois intensifier les pluies et aggraver les risques de sécheresse.** En réalité, cela peut se comprendre si l'on sait que toute l'eau des pluies n'alimente pas forcément les nappes phréatiques. C'est le cas, particulièrement, lors des épisodes pluvieux intenses où la majeure partie des pluies ruisselle directement vers les cours d'eau.

**En fait, la quantité d'eau déversée n'augmente pas forcément mais ces pluies sont plus violentes et les épisodes de sécheresse sont plus longs.** Les deux phénomènes peuvent d'ailleurs intervenir au même endroit à peu d'intervalle. Par exemple, en été 2002, l'Europe a subi des inondations généralisées, mais l'année suivante, 2003, a été celle des records de vagues de chaleur et de sécheresse.

### LE CYCLE DE L'EAU S'EMBALLÉ

Avec l'augmentation des températures (+ 0,8°C depuis 1870), l'eau du sol mais aussi des fleuves et des océans s'évapore en plus grande quantité. Parallèlement, cette hausse des températures accroît la capacité de l'air à retenir l'eau (+ 7% par degré supplémentaire). L'air est donc plus humide, plus chargé en eau et les épisodes de pluie ont tendance à être plus forts.

## LES PREMIERS CHANGEMENTS CLIMATIQUES APPARAISSENT

### AU COURS DU XX<sup>E</sup> SIÈCLE, LA PLANÈTE A ÉTÉ LE THÉÂTRE DE CHANGEMENTS IMPORTANTS SUR LE PLAN DE L'EAU

La carte ci-contre illustre l'évolution de l'humidité des sols entre 1900 et 2002. Avec l'augmentation des températures de 0,7°C sur cette période, les contrastes entre les régions se sont creusés.

Les températures en hausse favorisent l'évaporation de l'eau des océans mais aussi de l'eau contenue dans les sols. Ce phénomène concourt à **l'assèchement** de certaines régions (en rouge sur la carte) comme le Sahel (Afrique) qui a subi plu-

sieurs sécheresses extrêmes au cours du siècle.

Cet air plus chargé en eau associé à des modifications dans la circulation des masses d'air a entraîné une augmentation des pluies et de **l'humidité des sols** (en vert sur la carte) de certaines régions. À noter que la fréquence des pluies torrentielles (+ de 25 mm/jour) a augmenté au cours du XX<sup>e</sup> siècle dans de nombreuses régions du monde.

### SÉCHERESSE ET ARTIFICIALISATION DES SOLS AGGRAVENT LES INONDATIONS

Les inondations ont pour origine de fortes pluies localisées dans la région inondée ou bien dans une zone en amont d'un fleuve qui entre en crue et inonde en aval.

Ces inondations sont d'autant plus graves que le sol est compact : l'eau peut difficilement s'y infiltrer et a tendance à ruisseler à sa

surface. Elle gagne alors directement les ruisseaux et les rivières ce qui favorise les inondations. Cela peut être le cas dans des régions désertiques mais aussi à cause de pratiques agricoles intensives (machineries lourdes) ou du fait de l'imperméabilisation des sols liée à la construction de bâtiments et de routes.



Inondation dans la ville de Bangkok (Thaïlande) en 2011.

## ÉVOLUTION DU TAUX D'HUMIDITÉ DES SOLS DANS LE MONDE ENTRE 1900 ET 2002

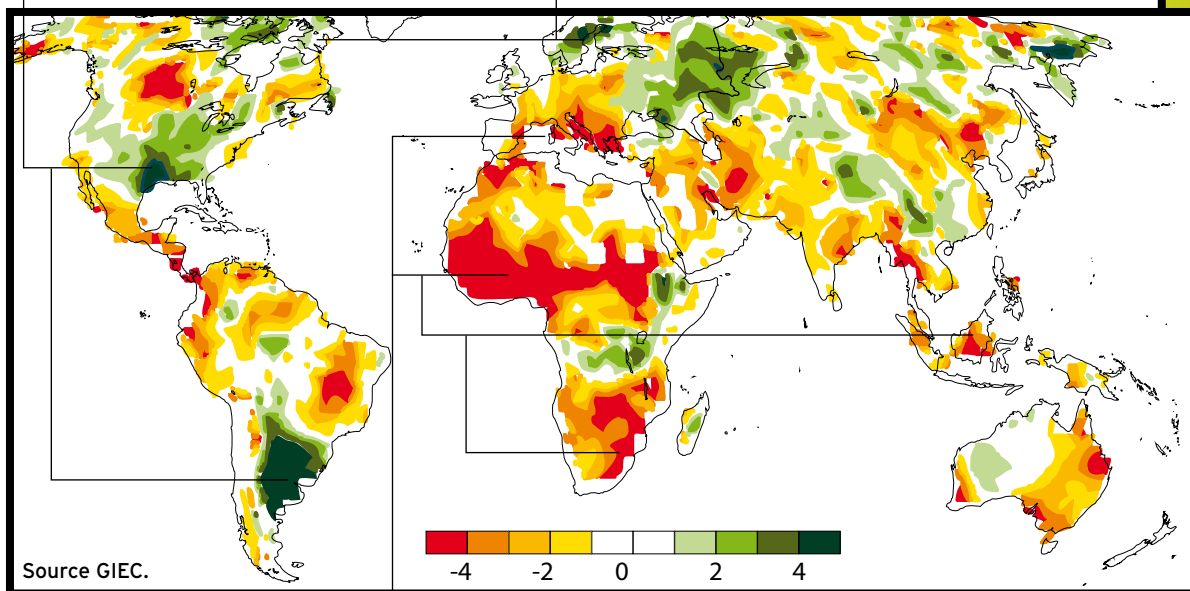
(Indice de sécheresse de Palmer)

### EST DE L'AMÉRIQUE DU NORD ET ARGENTINE

En moyenne, l'est des États-Unis ainsi que l'Argentine sont devenus **plus humides**.

### EUROPE DU NORD ET NORD DE L'AMÉRIQUE

Dans ces pays proches du pôle nord, les précipitations d'hiver ont été considérablement plus élevées et arrivent désormais plus souvent **sous forme de pluie que de neige** en raison de l'augmentation des températures.



### RÉGION MÉDITERRANÉENNE, EUROPE DU SUD, AFRIQUE DE L'OUEST ET DU SUD, ASIE DU SUD

C'est dans ces régions que l'assèchement est le plus marqué avec des pluies de plus en plus faibles au cours du siècle passé. Depuis 1970, les sécheresses graves y sont devenues habituelles.

## DES PHÉNOMÈNES MEURTRIERS ET DÉVASTATEURS



### AUSTRALIE, LA GRANDE SÈCHERESSE !

**Depuis plus de dix ans, l'Australie connaît une sécheresse sans précédent.** Le pays, composé à 70% de déserts, enchaîne les périodes sans pluie : entre 2000 et 2008, le fleuve Murray, artère vitale de la principale région agricole du pays, a perdu 80% de son débit. Depuis 1950, certaines régions australiennes se sont réchauffées jusqu'à 0,7°C. Les sécheresses extrêmes sont devenues fréquentes. Les impacts sont immenses sur la fourniture en eau (les restrictions d'eau affectent plus de 80% des ménages australiens), l'agriculture (en 2002, les rendements des cultures céréalières ont été divisés par deux), les écosystèmes (les feux de brousses sont de plus en plus fréquents) et le couvert glaciaire.



Fleuve Murray

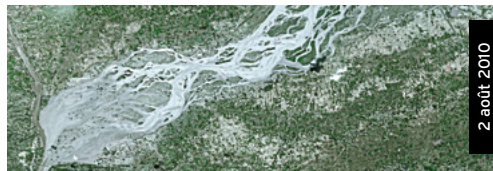
© istock.com

### PAKISTAN, INONDATIONS HISTORIQUES

**En 2010, le Pakistan a subi des pluies torrentielles qui ont occasionné l'une des pires catastrophes de son histoire.** Ces précipitations exceptionnelles (3 mètres de pluie en 36 heures, les plus fortes depuis 80 ans) se sont abattues dans les montagnes du nord, occasionnant de graves dégâts. Les crues ont alors déferlé le long du fleuve Indus pour inonder les régions très peuplées du Penjab et du Sindh.



18 juin 2010



2 août 2010

Confluent de l'Indus et de la rivière Kaboul.

© CNES 2010 Distribution Spot Image

Au total, un mois après les pluies, près d'un cinquième du territoire pakistanais était submergé, l'eau avait fait plus de 1700 victimes et 18 millions de personnes étaient touchées. Ce « tsunami au ralenti », comme l'a qualifié le secrétaire général de l'ONU, a détruit les ponts, démolit 1,6 million de maisons, coupé les réseaux électriques, dévasté plus de 2,4 millions d'hectares de terres cultivables et tué des centaines de milliers d'animaux d'élevage (bovins, caprins, volaille, etc.).





Au printemps 2011, la France a connu une sécheresse historique.

© ISI@m

**LA FRANCE EST L'UN  
DES PAYS MENACÉS PAR  
LA SÉCHERESSE DANS  
LES ANNÉES À VENIR.**

► **POUR COMPRENDRE,  
VOIR PAGE 12.**

## SÉCHERESSE 2011 EN FRANCE : UN AVANT-GOUT DU XXI<sup>E</sup> SIÈCLE

**Le printemps 2011 a été le plus chaud depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle et marqué par une sécheresse très inhabituelle.** La température du mois d'avril a été de 4°C supérieure à la normale !

La situation est rapidement devenue préoccupante au début de l'été car les pluies d'hiver avaient été radicalement plus faibles que la moyenne, si bien que les nappes d'eau en sous-sol n'avaient pas eu le temps de se reconstituer. Privés de réserve suffisante (moins de la moitié des réserves normales), les sols ont rapidement atteint un niveau de sécheresse jamais vu au cours des cinquante dernières années.

Cet épisode sec n'a pas été dramatique car, même si les déficits en eau ont pu dépasser les 80% dans le sud-ouest du pays ou en Haute-Corse, les pluies d'été ont été relativement importantes et ont permis d'humidifier partiellement les sols.

**Cette sécheresse nous alerte sur les impacts de l'absence de pluies régulières tout au long de l'année dans un contexte de réchauffement et nous permet de mesurer les menaces bien réelles qui pourraient peser dans un futur proche sur la France et le monde.**

## ENCORE PLUS SEC ET DES PLUIES PLUS FORTES

Avec le réchauffement attendu de la surface de la terre d'environ +3°C en moyenne au cours du XXI<sup>e</sup> siècle (selon un scénario réaliste), c'est tout le cycle de l'eau (évaporation, condensation, pluie, ruissellement, etc.) qui deviendra plus intense.

### LES PRÉVISIONS POUR 2100

#### ► Un assèchement majeur :

la part des terres subissant des sécheresses extrêmes passera de 3% actuellement (1% en 1952) à **30%** de la surface terrestre totale d'ici 2100.

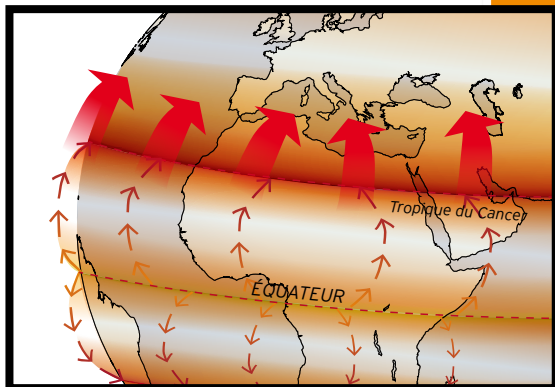
► **Un renforcement des pluies intenses** dans de nombreuses régions d'ici 2100, y compris dans celles où les chutes de pluie baisseront.

### POURQUOI LES ZONES DE SÉCHERESSE VONT-ELLES S'ÉTENDRE ?

Le surplus de chaleur en zone équatoriale provoque le soulèvement de cet air chaud qui se vide de son humidité en prenant de l'altitude et finit par redescendre au niveau des tropiques sous forme de vents très secs. Cela explique par exemple les déserts du Sahara ou du Moyen-Orient.

**En étudiant la tendance actuelle, les scientifiques s'aperçoivent que cette circulation est perturbée et que le point de chute de ces masses d'air sec se déplace vers les pôles.**

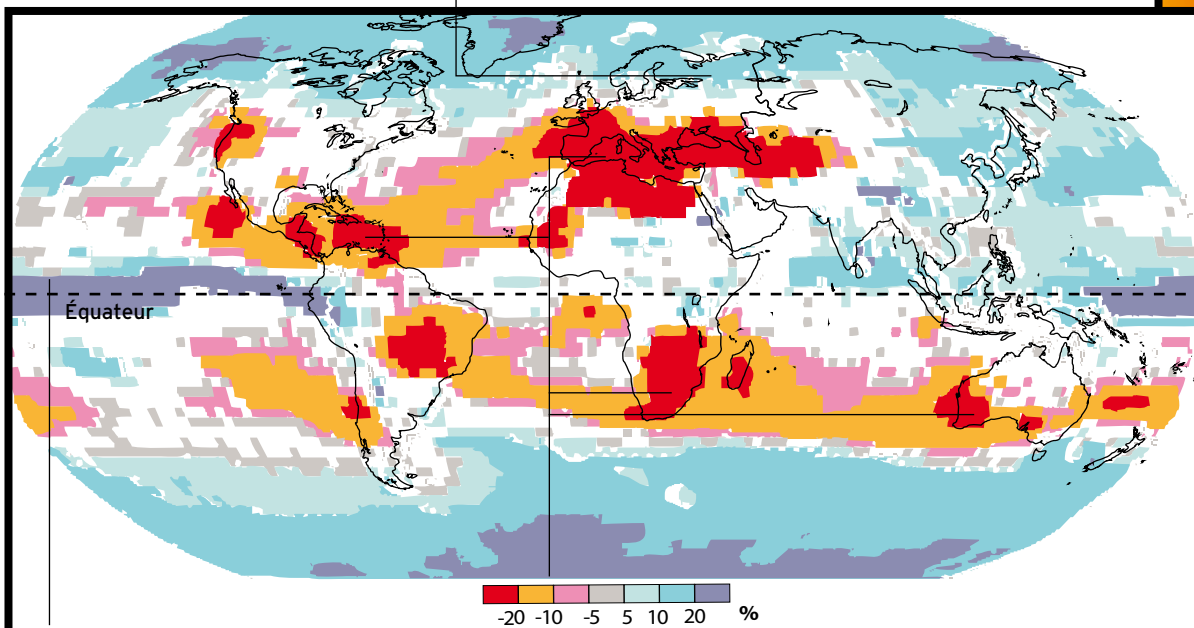
Voilà pourquoi la région méditerranéenne et le sud de l'Europe se réchauffent et s'assèchent à une allure particulièrement élevée.



Les zones « d'atterrissage » des courants secs et chauds venus de l'équateur se déplaceront vers le nord de la Méditerranée.

## LES DIFFÉRENCES ENTRE LES RÉGIONS DU MONDE DEVRAIENT SE CREUSER

**Les précipitations augmenteront au cours du siècle.** C'est en hiver que cette hausse sera la plus marquée avec + 20% en Europe et Asie du Nord et au nord de l'Amérique du Nord. En particulier, l'Europe du Nord devrait voir ses fortes pluies (plus de 25 mm/jour) se multiplier au moins par deux.



**Variations des précipitations à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle par rapport à la fin du XX<sup>e</sup> siècle (pour les mois de juin - juillet - août)**

Source GIEC.

**Au niveau de l'équateur,** la chaleur accrue augmentera l'évaporation de l'eau vers la haute atmosphère ce qui provoquera des pluies plus intenses lors des moussons africaines et asiatiques.

**Les zones « d'atterrissage » des courants secs et chauds** venus de l'équateur se déplaceront au-delà des tropiques, provoquant une diminution des précipitations de 20% dans ces régions (entre 20° et 40° de latitude). On s'attend donc à une augmentation des sécheresses dans le sud de l'Europe (y compris en France), en Amérique centrale, en Afrique du Sud et en Australie du Sud.

## LA FRANCE, TERRE DE SÉCHERESSES À RÉPÉTITION

Au cours du XXI<sup>e</sup> siècle, la France va voir se renforcer les impacts des changements climatiques.

### MOINS DE PLUIE

Les grandes sécheresses que nous avons connues au cours du XX<sup>e</sup> siècle (1976) vont se généraliser et se rallonger, notamment en été et en automne. Selon Météo France, en été, la plus longue période de sécheresse de chaque année durera en moyenne 29 jours (contre 20 aujourd'hui).

### UN SOL PLUS SEC

Au sol, la situation devrait s'aggraver. Une grande partie du territoire connaîtra probablement de très longues sécheresses du sol quasiment sans retour à la situation normale.

### DES DÉBITS DE COURS D'EAU PLUS FAIBLES

En été et en automne, sous l'effet de l'assèchement, les débits des cours d'eau devraient diminuer fortement. Celui de la Seine baisserait de 28%. En revanche, certains cours d'eau du sud-est (Rhône en amont de Lyon, Hérault...) pourront connaître des crues éclairs à cause des précipitations intenses alors que la fonte des glaces et de la neige augmentera le débit des cours d'eaux en aval des Alpes.



© Gérard Farenc

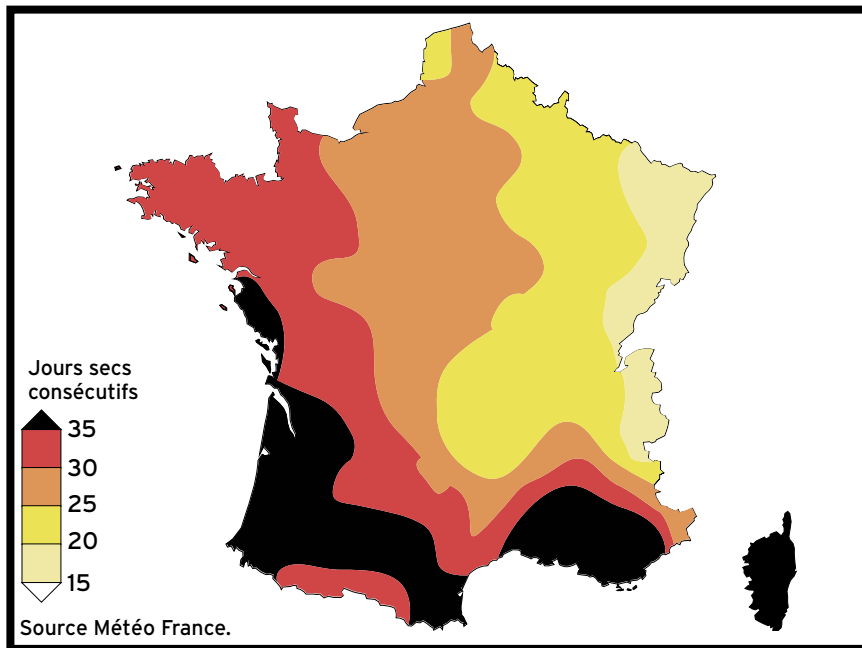
En France, les sécheresses impacteront les réserves en eau.

### L'EAU : UNE RESSOURCE PRÉCIEUSE

Rapidement, l'eau va devenir une ressource rare et chère. Au rythme actuel de consommation et de gaspillage de l'eau, il faudra la faire venir de régions « humides » et la traiter lors des périodes de sécheresse.

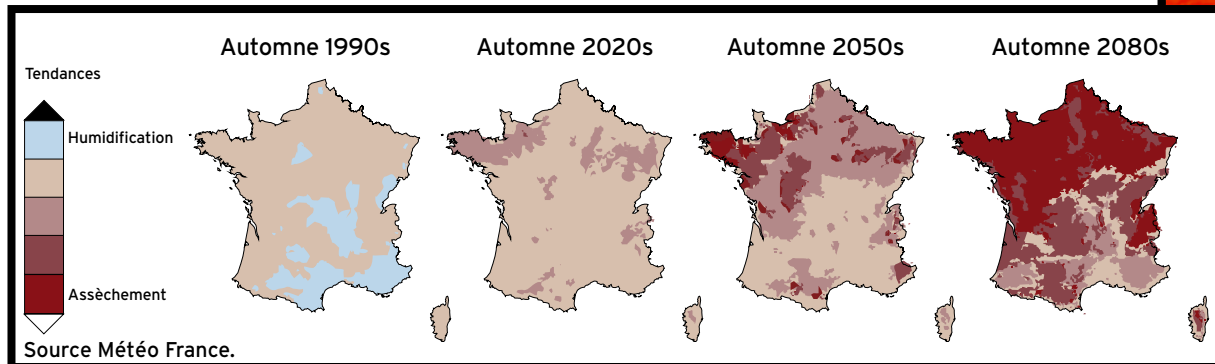
Rien qu'en France, dès 2050, ce déficit en eau atteindrait 2 milliards de mètres cubes/an et représenterait un coût de 5 à 10 milliards d'euros par an. (Source : ONERC).





### LES SÉCHERESSES DURERONT PLUS LONGTEMPS

Moyenne de la plus longue période de jours sans pluie par an pour la période 2070-2099. Aujourd'hui, cette moyenne est de 20 jours.



### ÉVOLUTION DES SÉCHERESSES DU SOL AU COURS DU XXI<sup>E</sup> SIÈCLE PAR RAPPORT À LA SITUATION ACTUELLE

Il y a une augmentation de la gravité des sécheresses d'automne sur l'ensemble de la France, en particulier dans des zones qui y étaient peu habituées. L'évolution moins critique dans la région du delta du Rhône s'explique par la fonte des neiges et glaces, mais cette région restera l'une des plus sèches de France.

## COMPRENDRE, S'UNIR, ANTICIPER

**La tendance à l'assèchement global et à l'intensification des épisodes pluvieux est déjà en cours et nous obligera à changer certaines habitudes dans nos modes de vie.**

© Ademe - Xavier Bénonny



Pour limiter ces impacts, réduire à la source nos émissions de gaz à effet de serre doit rester la priorité dans les transports, l'habitat, l'agriculture, le traitement des déchets, la production énergie, etc. Mais la machine climatique est difficile à freiner : la durée de vie des GES étant de plusieurs dizaines ou centaines d'années, même si l'on arrive à réduire drastiquement nos émissions, un réchauffement de notre planète est inévitable et les impacts se feront sentir pendant plusieurs centaines d'années.

**Il est impératif de prendre des mesures dès maintenant pour adapter nos lieux de vie, nos systèmes agricoles et sanitaires aux sécheresses et aux risques d'inondations.**

### AGIR À SON ÉCHELLE

En tant que citoyen averti et soucieux de son avenir, on peut agir à son échelle (la somme des gestes individuels est loin d'être négligeable : [www.ecocitoyens.ademe.fr](http://www.ecocitoyens.ademe.fr)). **Il est légitime d'interpeller sa municipalité et ses élus ou de s'investir dans des mouvements associatifs locaux pour réclamer des mesures d'adaptation aux impacts des sécheresses et des fortes pluies.**

Il s'agit d'un défi collectif et les politiques globales doivent être réfléchies avec tous les acteurs des territoires (habitants, agriculteurs, industriels, etc.) et sur le long terme.



**Des mesures d'adaptation sont déjà connues. Voici quelques exemples concrets qui permettent d'adapter nos systèmes aux impacts à venir :**

► **Favoriser une terre aérée et perméable**

qui facilite la pénétration de l'eau dans le sol. Cela réduit les risques d'inondations et permet à l'eau d'imprégner les sols plus longtemps en cas de sécheresse. Cela implique de réduire l'artificialisation des sols et de limiter l'étalement urbain (construire de façon resserrée autour du centre ville) ou de mettre en place des pratiques agricoles qui favorisent l'aération des sols (maintenir ou planter des haies et des arbres, éviter la compaction des sols avec des machines lourdes, favoriser les sols riches en matières organiques, etc.).



© Hardworkinghippy

► **Utiliser l'eau de façon raisonnée** car dans un contexte d'assèchement généralisé, l'eau est un bien précieux qu'il faut préserver. Il existe de nombreuses façons d'économiser ou de diminuer nos besoins en eau : supprimer les fuites du réseau d'eau potable qui représentent 1/4 de l'eau consommée en France, utiliser des techniques d'arrosage précises et économes en eau, récupérer l'eau de pluie, adapter les essences d'arbres et les variétés culturales aux climats locaux pour éviter l'irrigation, etc.

**EN FRANCE, L'ONERC (WWW.ONERC.GOUV.FR) TRAVAILLE EXCLUSIVEMENT SUR L'ADAPTATION DE NOTRE TERRITOIRE AUX IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DES ASSOCIATIONS LOCALES SE MOBILISENT ÉGALEMENT SUR LE TERRAIN.**

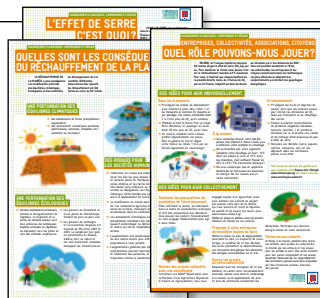
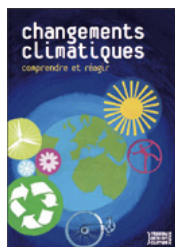
► **VOIR LES ASSOCIATIONS LOCALES MEMBRES DU RAC-F.**

**PAILLER POUR ARROSER MOINS**

Dans un jardin ou un potager, le paillage du sol peut permettre d'économiser l'eau. Il évite l'évaporation de l'eau du sol et retient la rosée, précieuse en période de chaleur.

## POUR ALLER PLUS LOIN

Comprendre les changements climatiques



Kit d'affiches d'expositions



www.mtaterre.fr

Agir au quotidien



À télécharger sur le site [www.rac-f.org](http://www.rac-f.org) et [www.ecocitoyens.ademe.fr](http://www.ecocitoyens.ademe.fr)

## LE RÉSEAU ACTION CLIMAT-FRANCE

**Le Réseau Action Climat-France (RAC-F) est une association spécialisée sur le thème des changements climatiques.**

Il regroupe 18 organisations nationales de protection de l'environnement, d'usagers des transports, de promotion d'alternatives énergétiques et de solidarité internationale. Le RAC-F rassemble également des associations locales de France et des adhérents individuels. Sa mission est d'informer les citoyens des mécanismes, causes et impacts des changements climatiques et d'influer pour des politiques plus ambitieuses afin de limiter ces perturbations.

Découvrez l'action du RAC-F et impliquez-vous avec nous sur le site : [www.rac-f.org](http://www.rac-f.org)



MAIRIE DE PARIS

ONERC  
Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique

Ce document a bénéficié des soutiens financiers de l'ADEME et de la Mairie de Paris, ainsi que du soutien rédactionnel de l'ONERC. Les opinions et les avis qui y sont exprimés sont uniquement ceux du RAC-F. Ils n'engagent ni la responsabilité ni la position de ces partenaires.

