



# TROISIÈME RAPPORT SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN CATALOGNE

## Synthèse des chapitres



**Generalitat  
de Catalunya**



**Institut  
d'Estudis  
Catalans**



# **TROISIÈME RAPPORT SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN CATALOGNE**

## **Synthèse des chapitres**

Barcelona, 2016



**Generalitat  
de Catalunya**



**Institut  
d'Estudis  
Catalans**

Il existe une édition complète du *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya* (Troisième rapport sur le changement climatique en Catalogne) (Barcelone, 2016, ISBN 978-84-9965-317-4 [IEC] – ISBN 978-84-393-9448-8 [Gouvernement de la Catalogne]) publiée par l’Institut des études catalanes et le Gouvernement de la Catalogne, avec la collaboration de la Fondation bancaire “la Caixa”.

© 2016, les auteurs

De cette édition :

© 2016, Institut d’études catalanes et  
Gouvernement de la Catalogne

Première édition : Barcelone, octobre 2016

Dépôt légal : B 25860-2016

Traduction et révision linguistique : t&s® -  
Traduccions i tractament de la documentació

Correction typographique : Service de correction  
linguistique de l’Institut d’études catalanes

Conception graphique et production éditoriale :  
Entité autonome du Journal officiel et des  
publications du Gouvernement de la Catalogne  
(EADOP)



Cette œuvre est libre bien qu’elle soit soumise aux conditions de la licence publique Creative Commons « Pas d’utilisation commerciale ». Vous pouvez la redistribuer, la copier et la réutiliser, dans la mesure où vous citez les auteurs et que vous en faites un usage non lucratif. Vous trouverez une copie complète des termes de cette licence (en catalan) à l’adresse suivante :  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/fr/legalcode>

## Sommaire

1 Bilan carbone mondial et scénarios de stabilisation du changement climatique .....	6
2 Bilan carbone : les émissions de gaz à effet de serre en Catalogne.....	6
3 Bilan carbone : les puits de carbone en Catalogne.....	7
4 Évolution récente de la température, des précipitations et autres variables climatiques en Catalogne.....	8
5 Projections climatiques et scénarios pour le futur.....	9
6 Risques d'origine climatique.....	10
7 Ressources hydriques.....	11
8 Systèmes côtiers et dynamique littorale.....	11
9 Écosystèmes terrestres.....	12
10 Écosystèmes aquatiques continentaux.....	13
11 Écosystèmes marins et côtiers.....	14
12 Sols.....	15
13 Systèmes agroalimentaires : agriculture, élevage et pêche.....	16
14 Énergie.....	17
15 Industrie.....	18
16 Tourisme.....	19
17 Déchets et ressources.....	20
18 Santé.....	21
19 Transport, mobilité et logistique.....	22
20 Territoire et espace urbain.....	22
21 Interaction entre les systèmes naturels et les humains dans les zones les plus vulnérables au changement clima-tique : les systèmes montagneux.....	23
22 Politiques et instruments pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique.....	23
23 Perception et communication des connaissances sur le changement climatique en Catalogne.....	24
24 Recherche sur le changement climatique.....	25
Épilogue juridique : de Kyoto à Paris (COP21). Scénarios et défis pour le futur en matière de politiques internationales sur le changement climatique.....	26

# 1 Bilan carbone mondial et scénarios de stabilisation du changement climatique

## Auteur

Josep Canadell Gili

## Synthèse

Depuis le début de la révolution industrielle, l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES) a induit un accroissement de 40 % du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), de 150 % du méthane (CH<sub>4</sub>) et de 20 % du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Depuis le *Deuxième rapport sur le changement climatique en Catalogne*, les émissions de GES ont continué d'augmenter, bien que celles de CO<sub>2</sub> soient entrées dans une période de croissance plus lente par rapport à la décennie des années 2000.

Depuis le dernier rapport, il a été démontré qu'il existe une relation quasi proportionnelle entre les émissions humaines cumulées de CO<sub>2</sub> et l'augmentation de la température mondiale. Il s'agit d'une nouveauté importante, qui permet de comprendre le niveau d'atténuation nécessaire pour atteindre un objectif de stabilisation du climat sans avoir à rechercher les effets associés des plus de trente composés qui constituent le forçage radiatif anthropique. À partir de ce cadre d'interprétation, on estime que le quota d'émission restant pour contenir le réchauffement mondial en dessous de 2 °C, avec une probabilité de plus de 66 %, serait de 590 à 1 240 Gt CO<sub>2</sub>. Si les émissions actuelles d'environ 40 Gt CO<sub>2</sub> par an se maintiennent, ce bilan sera épuisé d'ici quinze à trente ans.

Toutes les évaluations socioéconomiques et techniques indiquent qu'il n'est pas possible de décarboner l'économie mondiale avec des bilans carbone aussi bas. Ce fait exige que les scénarios de stabilisation du climat à faibles niveaux de réchauf-

fement dépassent le quota de carbone autorisé pour pouvoir ensuite extraire activement le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. Cela comporte des risques supplémentaires, car de nombreuses technologies destinées à extraire le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère ne sont pas disponibles ou n'ont pas encore été testées.

Quelques signes positifs ont néanmoins été observés : le ralentissement de la croissance annuelle des émissions de combustibles fossiles au cours des dernières années, la grande accélération de l'introduction des énergies renouvelables et surtout la mise en place d'un cadre politique adapté, par le biais de l'Accord de Paris, qui vise à atteindre des émissions nulles pendant la seconde moitié de ce siècle. Cette convergence de faits nous donne une opportunité unique, mais à saisir sans tarder, de décider si nous souhaitons nous lancer dans un changement des systèmes énergétiques et socioéconomiques sans précédents pour contenir le réchauffement mondial en dessous des 2 °C.

# 2 Bilan carbone : les émissions de gaz à effet de serre en Catalogne

## Auteur

José M. Baldasano Recio

## Synthèse

Depuis la révolution industrielle, les émissions de GES ont augmenté de façon exponentielle. Entre 1750 et 2011, les émissions de CO<sub>2</sub> provenant des combustibles fossiles et de la production de ciment sont estimées à 1 370 Gt CO<sub>2</sub>, et celles qui sont dues à la déforestation sont estimées à 660 Gt CO<sub>2</sub>. Les émissions moyennes par habitant sont de 4,56 t CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>. Le secteur de l'énergie représente 67 % de ces rejets. Depuis le début de l'industrialisation, les émissions de CO<sub>2</sub> sont fortement liées à la croissance économique. Les émissions de GES dans l'Union européenne (UE)

ont diminué de 24,4 % entre 1990 et 2014, seules celles qui sont dues au transport ont augmenté de façon graduelle. Les émissions de GES dans l'UE à 15 durant la période du Protocole de Kyoto ont totalisé 3 760 Mt éq. CO<sub>2</sub>. Le système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE) couvre 45 % d'entre elles. L'UE progresse vers le dépassement de son objectif pour 2020 (20 %) pour réduire les émissions de GES de 24 %. En Espagne, durant la période de Kyoto, les émissions ont été de 358,4 Mt éq. CO<sub>2</sub>, à cause de la récession économique et du changement de la répartition des combustibles utilisés pour la production d'électricité, notamment du recours au charbon. Le CO<sub>2</sub> est responsable de la plus forte contribution à l'effet de serre avec des valeurs comprises entre 80 et 85 %. Le classement par secteurs met clairement en évidence le groupe des énergies (77 %).

Les émissions de GES de Catalogne représentent 13,3 % des émissions totales espagnoles en 2013, la population de la Catalogne représentant 16 % de celle de l'Espagne et son PIB 19 % de celui de l'Espagne. Les rejets de CO<sub>2</sub> sont passés de 39,2 à 42,8 Mt éq. CO<sub>2</sub> de 1990 à 2013, ce qui représente une augmentation de 9,2 %, en raison de la récession économique et la contraction de l'activité socioéconomique et énergétique, pour des raisons circonstanciées et non à cause de mesures structurelles. En 2013, en Catalogne, les émissions par habitant ont été de 5,7 t éq. CO<sub>2</sub>, ce gaz occupant une position dominante avec 77 %. Le secteur « création d'énergie » est responsable de la plus grande quantité d'émissions (70 % en 2013) et l'activité qui génère les émissions de combustion les plus élevées est le « transport », avec une augmentation de 9,7 % dans la période de 1990 à 2013 (27,3 % en 2013). En 2012, les émissions des installations faisant l'objet du Système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne se portaient à 30,8 % et les 69,2 % restants étaient dus à divers autres secteurs. La comparaison des données d'émissions de GES avec le PIB suggère que cet indice a diminué dans la période 1990-2013 pour la Catalogne, avec une estimation de 685 t éq. CO<sub>2</sub>/M€ en 1990 et 217 en 2013, soit une réduction de 70 %. Ce ratio pour l'UE à 28 s'établit à une valeur de 360 en 2012.

Pour l'UE à 15, le Protocole de Kyoto implique la réduction des émissions de GES de 8 % au cours de la période 2008-2012, mais la réduction moyenne a été de 11,8 % en dessous de l'année de base. L'Espagne s'était engagée à ne pas aller au-delà d'une augmentation de 15 %, mais elle l'a dépassée de 8,7 points. Dans le cas de la Catalogne, les émissions totales représentent 1,3 % au-dessus des 15 % ; les émissions diffuses moyennes pour la période 2008-2012 ont été de 30,6 Mt éq. CO<sub>2</sub>, ce qui signifie que, dans cette perspective, la Catalogne respecte l'engagement du Protocole de Kyoto.

L'évolution des émissions de GES en Catalogne depuis 1990 est principalement due à la dynamique de son cycle économique et non à une politique de diminution. Les efforts de réduction consentis devraient clairement augmenter, tout au moins les actions décidées par l'UE pour l'horizon 2030.

## 3 Bilan carbone : les puits de carbone en Catalogne

### Auteurs

Jordi Vayreda  
Javier Retana  
Robert Savé  
Inmaculada Funes

Maria Teresa Sebastià  
Eva Calvo  
Jordi Catalan  
Meritxell Batalla

### Synthèse

Ce chapitre détermine les stocks et les puits de carbone (C) des différents systèmes terrestres et marins. La forêt est le système terrestre capable de stocker la plus grande quantité de carbone par hectare, soit 149,5 Mg C ha<sup>-1</sup> (selon une proportion végétation/sol [v:s] de 60:100). Les prairies occupent la deuxième position, avec 121,4 Mg C ha<sup>-1</sup> (v:s de 11:100), puis viennent les cultures ligneuses et les buissons, avec 104,0 Mg C ha<sup>-1</sup> (v:s de 12:100) et 112,1 Mg C ha<sup>-1</sup> (v:s de 15:100), respectivement. En dernière position, on trouve les cultures arables, avec 100,8 Mg C ha<sup>-1</sup> (v:s d'1:100).

De 1750 à 2001, la mer catalane a augmenté son stock de carbone jusqu'à un niveau cumulé de 12 Mg C ha<sup>-1</sup>. Les herbiers de phanérogames, qui stockent 330 Mg C ha<sup>-1</sup> (selon une proportion plante/sédiment de 4:100), sont particulièrement remarquables. Les eaux intérieures renferment 47,9 Mg C ha<sup>-1</sup>, dont une partie importante correspond au carbone inorganique dissous du système carbonique-carbonates, qui serait jusqu'à trente fois supérieure au carbone organique.

En termes absolus, c'est-à-dire en extrapolant les données aux superficies occupées dans chaque cas, on constate que le système qui possède le plus grand stock de carbone est la forêt, avec 173 Tg, suivie de loin par les cultures, avec 98 Tg, et la mer catalane, avec 92 Tg. En fin de classement, il y a les buissons, avec 60 Tg, les prairies et les pâturages, avec 21 Tg, et les eaux intérieures, avec seulement 0,33 Tg. Dans le cas des cultures, des prairies et des pâturages, c'est le sol qui contribue le plus au stockage du carbone, tandis que dans le cas de la mer catalane, le carbone se trouve essentiellement dans l'eau.

Pour ce qui est de la séquestration moyenne du carbone, les sédiments des eaux intérieures sont très clairement les milieux qui séquestrent la plus grande quantité de carbone par unité de surface, soit 7 Mg C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>, une capacité sept fois supérieure à celle des forêts, soit 1 Mg C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>, environ le double de la capacité des cultures ligneuses, avec 0,4 Mg C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>.

En se basant sur les valeurs absolues, la forêt représente de loin le principal puits de carbone, avec 1,3 Tg C an<sup>-1</sup>, tandis que les sédiments des eaux intérieures passent en dernier terme, avec 0,12 Tg C an<sup>-1</sup>, une valeur très semblable à celle des cultures ligneuses, soit 0,14 Tg C an<sup>-1</sup>. Pour les autres systèmes, on considère que la capacité de séquestration est soit légèrement positive, mais proche de zéro, comme dans le cas des prairies et des buissons, soit totalement neutre, comme dans le cas des cultures herbacées. Pour les sols et les systèmes marins, il n'existe malheureusement pas encore d'études suffisamment étendues qui permettraient d'estimer de manière fiable leur capacité de séquestration.

## 4 Évolution récente de la température, des précipitations et autres variables climatiques en Catalogne

### Auteurs

Javier Martín-Vide  
Marc Prohom Duran  
Montserrat Busto

### Collaborateurs

Josep Pascual Massaguer  
Jordi Camins

### Synthèse

Dans le présent chapitre, nous analysons l'évolution de la température moyenne, des moyennes des températures maximales et minimales, et des précipitations, à partir de séries thermiques préalablement homogénéisées recueillies depuis 24 points d'observation, ainsi que les données pluviométriques, également homogénéisées, de 68 observatoires, recueillies de 1950 à 2014 à l'échelle annuelle et saisonnière. Les informations et les analyses d'autres variables climatiques et connexes ont été ajoutées (comme l'évaporation, la durée d'insolation, le nombre de jours de neige et d'orage, les phénomènes climatiques extrêmes, la température des eaux marines, l'état des masses de glace, etc.). En outre, les observatoires de l'Ebre et de Fabra et la série pluriséculaire de Barcelone ont apporté une plus grande couverture temporelle, ce qui permet une analyse avec une perspective séculaire. Le résultat le plus évident est l'accroissement de la température moyenne annuelle de l'air de 0,23 °C/décennie pour l'ensemble de la Catalogne entre 1950 et 2014. Le rythme d'augmentation de la température maximale moyenne annuelle est de 0,28 °C/décennie, valeur supérieure à celle des minimales annuelles, soit 0,17 °C/décennie. Saisonnièrement, l'accroissement de la température moyenne connaît une tendance plus marquée, de 0,33 °C/décennie, en été. En revanche, les précipitations moyennes



annuelles ne présentent pas de variations statistiquement significatives dans l'ensemble du pays. D'autre part, en cohérence avec l'augmentation de la température, on peut constater un accroissement statistiquement significatif des jours pouvant thermiquement être qualifiés d'estivaux, des nuits et des jours chauds, ainsi que de la température de l'eau de mer sur la Costa Brava. Dans le même temps, les jours et les nuits froids, et les jours de neige diminuent nettement avec suffisamment de signification statistique. Les recommandations les plus importantes sont en faveur du maintien d'un réseau d'observation météorologique doté d'une densité spatiale adéquate afin de disposer de séries climatiques homogènes de qualité, ainsi que de l'amélioration de la diffusion et de la communication des informations sur l'évolution du climat auprès de la population en général et des secteurs économiques les plus sensibles.

## 5 Projections climatiques et scénarios pour le futur

### Auteurs

Josep Calbó Angrill  
María Gonçalves Ageitos  
Antoni Barrera Escoda  
Javier García-Serrano

Francisco Doblas-Reyes  
Virginie Guemas  
Jordi Cunillera  
Vicent Altava Ortiz

### Synthèse

Ce chapitre sur le TROISIÈME RAPPORT SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN CATALOGNE (TICCC) présente les projections climatiques pour la Catalogne, à savoir diverses estimations de changement de température et de précipitations associées au changement climatique pour des scénarios couvrant la première moitié du XXI<sup>e</sup> siècle. Il est basé sur l'analyse, à l'échelle de la Catalogne, des modèles climatiques mondiaux qui ont été utilisés dans le cadre du dernier rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du

climat (GIEC). Il intègre aussi les résultats obtenus lors de différents projets de régionalisation récemment engagés au niveau international, national et catalan, ainsi qu'une description des prévisions décennales envisagées à partir de simulations globales, pour un avenir plus proche.

Les projections montrent une augmentation significative de la température au cours des prochaines décennies en Catalogne. Cette augmentation se retrouve dans tous les horizons temporels, en toutes saisons et dans toutes les zones géographiques ou climatiques de la Catalogne. Considérant comme représentative la moyenne des différentes valeurs fournies par les divers projets de régionalisation, l'augmentation de la température pourrait être de 0,8 °C dans la décennie actuelle et atteindre 1,4 °C au milieu du XXI<sup>e</sup> siècle, toujours par rapport à la moyenne de 1971 à 2000. Ces hausses pourraient être plus élevées pendant l'été et dans les Pyrénées. Les précipitations semblent indiquer un léger déclin, mais avec une tendance plus incertaine et avec des variations non significatives pour la prochaine décennie. Au milieu du XXI<sup>e</sup> siècle, cependant, la diminution des précipitations serait plus marquée, avec une diminution de la valeur médiane de près de 10 % dans chaque projection régionalisée au printemps, en été et en automne. En matière de précipitations, la régionalisation des simulations climatiques est cruciale dans des régions comme la Catalogne, étant donné que son orographie complexe et l'interaction terre-mer sont mal représentées dans les modèles globaux. Dans le présent travail, nous avons utilisé essentiellement les scénarios d'émissions « modérés » (A1B et RCP4.5). Les changements futurs pourraient donc être légèrement plus marqués dans un scénario d'émissions plus pessimiste (RCP6 ou RCP8.5). Cependant, les conséquences additionnelles d'un scénario d'émissions plus intensives ne seraient discernables qu'à partir de la seconde moitié du siècle.

## 6 Risques d'origine climatique

### Auteurs

Maria del Carme Llasat  
Botija  
Jordi Corominas

Carles García Sellés  
Pere Quintana Seguí  
Marco Turco

### Synthèse

Ce chapitre se concentre sur les progrès réalisés depuis le *Deuxième rapport sur le changement climatique en Catalogne* quant à l'évolution des principaux risques naturels d'origine météorologique. Les études montrent l'augmentation des températures extrêmes, des vagues de chaleur, des nuits tropicales, des journées et nuits chaudes et de la durée des périodes chaudes. Cette augmentation est plus élevée pendant l'été et à la montagne, et le restera. On observe seulement une tendance significative à l'augmentation des précipitations les jours de pluie, des précipitations convectives et de la durée des périodes de sécheresse, et il est très probable que ces tendances s'additionnent à l'avenir. Ces changements sont particulièrement notables en été. Il est possible que la légère augmentation des inondations détectée principalement en été soit liée à une exposition et à une vulnérabilité supérieures, mais on ne peut négliger une éventuelle augmentation de pluies torrentielles courtes et localisées. Pour l'avenir, les scénarios ne sont pas concluants, mais la possible augmentation des pluies torrentielles augmente le risque d'inondation. Il y a des raisons de penser que les épisodes de sécheresse pourraient être plus fréquents et plus sévères. L'augmentation des températures favorise l'évapotranspiration. La couverture neigeuse diminuerait et la date du dégel avancerait. Ceci, combiné avec le reboisement des têtes de nombreux bassins, entraîne une diminution des débits. Ces tendances vont se poursuivre dans le futur et se verront intensifiées par la diminution des précipitations. Les épisodes de sécheresse météorologique, hydrologique et agricole seront donc plus fréquents et plus longs au cours du XXI<sup>e</sup> siècle et ils affecteront les ressources hydriques, la qualité

de l'eau, les écosystèmes et les incendies. Dans les quarante dernières années (1970 à 2010), les incendies en Catalogne montrent une tendance à la baisse. La modélisation indique que, si des améliorations dans la gestion des incendies n'avaient pas été prises en compte, le réchauffement du climat aurait conduit à une hausse du nombre d'incendies. Les scénarios pour le futur indiquent également que la hausse des températures favorisera une augmentation du nombre d'incendies si aucune innovation dans leur gestion n'est adoptée.

Dans le cas des risques géologiques déclenchés par des facteurs météorologiques, l'intérêt des experts et les outils de recherche électroniques ont facilité l'inventaire des glissements de terrain et chutes de blocs. Il a fallu pour cela surmonter la difficulté de comptabiliser des événements dispersés sur le territoire. L'augmentation de la qualité des observations et de leur résolution a permis de détecter un nombre élevé de cas de nature locale, souvent avec une fréquence annuelle, et d'abaisser les seuils de perception des précipitations susceptibles de déclencher des événements. Aucun changement évident n'a été détecté dans le comportement des grands glissements de terrain, plus sensibles aux pluies saisonnières. Une tendance annuelle à une hausse statistiquement significative a été observée quant à l'activité des grandes avalanches des années 70 à nos jours. En ce qui concerne la typologie, bien qu'il n'existe pas encore de registre suffisant pour parler de tendances, une augmentation de l'activité et de la magnitude des épisodes d'avalanches de neige humide a été constatée. À cet égard, on peut souligner les cycles de grandes avalanches de neige humide liés à la pluie des hivers 2013-2014 et 2014-2015. Sur l'ensemble des Pyrénées, au cours des quarante dernières années, une corrélation négative statistiquement significative a été observée entre des cycles de grandes avalanches et l'indice de l'oscillation de l'Atlantique nord (ONA). Par rapport à l'évolution de l'accidentalité des avalanches depuis le dernier bilan du *Deuxième rapport sur le changement climatique en Catalogne 2010*, la moyenne annuelle d'accidentés et blessés a subi une augmentation. En revanche, le nombre de morts a diminué, probablement à cause d'un recours accru à des mesures de protection et de la prise de conscience des risques.

## 7 Ressources hydriques

### Auteurs

Josep Mas-Pla  
Ramon J. Batalla  
Àngels Cabello  
Francesc Gallart  
Pilar Llorens  
Diana Pascual

Eduard Pla  
Laurent Pouget  
Anabel Sànchez  
Montserrat Termes  
Laura Vergonyós

### Synthèse

Les effets du changement climatique sur la disponibilité des ressources en eau en Catalogne constituent l'un des impacts majeurs pour le développement du pays dans les décennies à venir. L'importance de l'eau pour les besoins humains et la préservation des écosystèmes fait des ressources hydriques l'un des éléments les plus importants pour le développement durable du territoire. Différentes études et projets réalisés en Catalogne ces dernières années considèrent que les changements dans les processus hydrologiques sont autant le résultat des variations climatiques que d'aspects anthropiques, notamment la transformation des utilisations du sol. Toutes ces études, fondées sur des méthodes et perspectives différentes (hydrologique, écologique, socio-économique), convergent vers un pronostic de pénurie d'eau nécessitant des mesures d'adaptation.

Ce chapitre présente en outre une cartographie de l'effet des projections climatiques sur les ressources hydriques, conceptuellement appelé *eau bleue*, et réalisée pour l'ensemble des sous-bassins de la Catalogne. Ces estimations, liées aux variations de température et de précipitations pour les horizons 2021 et 2051, ainsi qu'à la répartition actuelle des utilisations du sol dans chaque sous-bassin, indiquent des réductions significatives de la disponibilité des ressources, avec un zonage marqué. D'une manière générale, elles montrent une réduction moyenne d'environ 10 % dans les bassins pyrénéens et un maximum de 22 % dans les bassins côtiers en 2051. Cette

réduction se manifestera à court terme dans les horizons étudiés.

Dans le cadre de ce processus d'adaptation, il convient de souligner notamment le rôle des bassins amont pyrénéens comme zones fondamentales d'approvisionnement. Pour remédier à cette pénurie d'eau, il faudra engager une gestion intégrée du territoire, avec une redéfinition des infrastructures, de leurs connexions, de l'utilisation des ressources alternatives et de la répartition territoriale des ressources pour les différents besoins.

## 8 Systèmes côtiers et dynamique littorale

### Auteurs

Agustín Sánchez-Arcilla  
Vicente Gracia  
Joan Pau Sierra

Manel García-León  
César Mösso

### Synthèse

Ce chapitre traite de la projection des impacts climatiques futurs pour les parties les plus vulnérables de la côte catalane. On vérifie en premier lieu la géodiversité des côtes en matière de météorologie et de géologie. Les impacts (sur le climat présent et futur) qui en résultent présentent un niveau d'incertitude qui doit être identifié afin de prendre des décisions. L'analyse est basée sur les projections du niveau de la mer moyen et sur les caractéristiques des vagues pour les familles de scénarios RCP (trajectoires de concentrations représentatives). La projection des impacts des inondations, de l'érosion des plages, de l'agitation et du débordement pour les ports permet d'identifier le domaine côtier soumis à ces effets. Il en résulte une estimation des niveaux de risque pour les plages et ports étudiés. Les conclusions du chapitre ont été structurées comme une série d'actions séquentielles permettant de favoriser la durabilité de la côte. Ce « chemin d'adaptation » a pour but d'identifier des niveaux de risques expli-

cites (présents et futurs) qui devront être considérés pour les activités socio-économiques dans la zone côtière.

## 9 Écosystèmes terrestres

### Auteurs

Josep Peñuelas	Ander Achotegui-Castells
Jordi Sardans	Albert Gargallo-Garriga
Iolanda Filella	Dominik Sperlich
Marc Estiarte	Gerard Farré-Armengol
Joan Llusà	Marcos Fernández-Martínez
Romà Ogaya	Daijun Liu
Jofre Carnicer	Chao Zhang
Mireia Bartrons	Ifigenia Urbina
Albert Rivas-Ubach	Marta Camino
Oriol Grau	Andreu Ubach
Guille Peguero	Megan Popkin
Olga Margalef	Jennifer Albrand
Sergi Pla	Chris Wheat
Constantí Stefanescu	Daniel Nadal
Dolores Asensio	Santi Sabaté
Catherine Preece	Carles Gracia
Lei Liu	Maria Vives
Aleixandre Verger	Melodia Tamayo
Laura Rico	Jaume Terradas
Adrià Barbeta	

### Synthèse

Le changement climatique produit une augmentation de la température et de la sécheresse dans notre pays qui vont très probablement se poursuivre (GIEC, 2013). Si la combinaison du changement climatique, des troubles associés (par exemple, les inondations, les sécheresses, les incendies de forêt...) et des évolutions des autres composantes du changement planétaire (y compris les modifications des usages des terres, la pollution et la surexploitation des ressources) se poursuivent au rythme actuel, ils sont susceptibles de dépasser la résilience de nombreux écosystèmes (GIEC, 2014) et d'en altérer la structure et le fonctionnement (Peñuelas *et al.*, 2013). Cela compromettra les services actuellement fournis (Millen-

nium Ecosystem Assessment, 2005). L'impact du changement climatique qui fait l'objet du présent rapport est influencé par les interactions avec les autres contraintes ressenties et les mesures de gestion adoptées.

En Catalogne, comme partout dans le monde, de nombreuses données sur le lien entre le changement climatique et les processus biologiques et physico-chimiques des écosystèmes ont été recueillies par observation et expérimentation. La hausse des températures, de nouveaux modèles de précipitations et d'autres changements climatiques affectent déjà nos écosystèmes et nos sociétés. Par exemple, il est bien connu que l'arrivée du printemps a été avancée et le début de l'hiver retardé. C'est pourquoi la période végétative a été prolongée de trois à quatre jours par décennie en moyenne au cours des cinquante dernières années.

Il a été prouvé dans des études d'observation au cours des dernières décennies et des études expérimentales du réchauffement et de la sécheresse que certaines espèces sont plus vulnérables à ces changements que d'autres, ce qui altère les capacités concurrentielles et, finalement, modifie la composition des communautés et influe sur la répartition des espèces. Par exemple, des espèces méditerranéennes migrent vers des altitudes plus élevées en montagne et la richesse en espèces de nos zones broussailleuses diminue. Dans les cas extrêmes, les populations de certaines espèces sont menacées par la synergie entre le stress produit par le changement climatique, ce qui rend les habitats dans lesquels ils vivaient inadaptés, et les changements dans l'utilisation des sols, comme la fragmentation du territoire, qui rendent difficiles la migration vers des habitats présentant des conditions appropriées pour leur survie.

Parallèlement à ces changements structurels, des changements fonctionnels des écosystèmes ont été décrits à la suite du réchauffement, comme la réduction de l'absorption du CO<sub>2</sub> pendant les périodes de sécheresse ou des pertes importantes de nutriments par lixiviation après les pluies. On a également observé de nombreuses évolutions telles que l'assèchement plus fréquent des zones

forestières, un risque d'incendie accru ou l'augmentation des émissions de composés organiques volatils biogéniques.

Ces changements affectent (et affecteront encore) de multiples services écosystémiques productifs (fourniture de ressources naturelles renouvelables telles que des pâturages, de la nourriture, des médicaments et des produits de consommation comme le bois, le gibier ou les champignons) ; environnementaux (maintien de la biodiversité, régulation de la composition atmosphérique et climatique, préservation des sols et de l'eau ou séquestration du carbone) et sociaux (usages récréatifs, éducatifs et de loisirs, valeurs culturelles traditionnelles, tourisme et randonnée). Un des services actuellement prioritaires en matière de politique de l'environnement est lié au bilan carbone, car le changement climatique et d'autres facteurs mondiaux modifieront la séquestration du carbone dans les forêts, bien que l'ampleur et la direction du changement n'apparaissent pas encore clairement.

Dans les années à venir, en vue d'atténuer les effets du changement climatique et la hausse du CO<sub>2</sub> atmosphérique qui en est responsable, les politiques de reboisement des zones perturbées et la gestion du boisement (colonisation par la forêt) de zones agricoles abandonnées devront tenir compte des conditions climatiques les plus sèches prévues pour les années et les décennies à venir. Parmi celles-ci, on compte la baisse de la disponibilité en eau en raison à la fois de la diminution des précipitations et de l'augmentation de l'évapotranspiration potentielle, l'augmentation de la demande de certains écosystèmes fertilisés par l'activité humaine et la croissance de la population. La gestion des zones forestières et naturelles devra généralement intégrer toute l'échelle du paysage où est envisagée une planification à grande échelle tenant compte de la diversité des types d'espaces et de leurs usages, ainsi que de l'effet des perturbations, comme les incendies de forêt.

## 10 Écosystèmes aquatiques continentaux

### Auteurs

Sergi Sabater  
Vicenç Acuña  
Ramon J. Batalla  
Carles Borrego  
Andrea Butturini  
Marisol Felip  
Emili García-Berthou

Stéphanie Gascón  
Rafael Marcé  
Eugènia Martí  
Margarita Menéndez  
Isabel Muñoz  
Xavier Quintana  
Francesc Sabater

### Synthèse

Les systèmes aquatiques intérieurs comprennent les rivières, les lacs, les étangs et retenues de barrages. Ces systèmes subissent des contraintes dues au climat et aux activités humaines dans leurs bassins, qui influent directement sur leur hydrologie, la sédimentation et les dynamiques biologique et biogéochimique. Le changement climatique affecte la quantité et la fréquence des précipitations ainsi que l'évapotranspiration dans le bassin, avec des effets directs sur l'ampleur et la fréquence des modèles hydrologiques. On estime que le changement climatique peut déclencher une fréquence accrue d'événements extrêmes et transitoires (sécheresses et inondations) dans les régions de climat méditerranéen, et réduire la fréquence d'occurrence des conditions hydrologiques de base. Les systèmes fonctionneront donc de plus en plus par régimes épisodiques, tandis que les changements progressifs et saisonniers seront plus diffus. La hausse anormale de la température peut entraîner la diminution de la couverture de glace dans les lacs pyrénéens et peut forcer l'arrivée et la prolongation de la période de stratification des masses d'eau des lacs, ainsi que l'augmentation des températures des eaux fluviales, avec des conséquences sur la biogéochimie et la biodiversité.

L'augmentation de la fréquence de ces événements extrêmes a de nombreuses conséquences pour les écosystèmes. D'une part, ils favoriseront

le passage rapide de l'eau et des matériaux, favorisant des pics de productivité accrue dans les écosystèmes récepteurs (lacs et réservoirs, zones alluviales et deltas, espaces côtiers). Deuxièmement, les épisodes de sécheresse entraînent la fragmentation de la rivière ou la réduction drastique du temps d'inondation temporaire par des masses d'eau stagnantes. Durant les périodes où le débit est limité, qui devraient s'intensifier à cause du réchauffement climatique, la durée de résidence de l'eau dans les systèmes sera fortement prolongée. Ceci a des implications très importantes pour les processus biogéochimiques, favorisant les processus anaérobies (production de gaz à effet de serre comme l'oxyde nitreux lors de la dénitrification ou de méthane). Il est également prévu que la respiration de la matière organique sera favorisée avec la production d'une nouvelle biomasse, ce qui devrait progressivement contribuer au fonctionnement hétérotrophe des écosystèmes.

La biodiversité des systèmes aquatiques intérieurs peut être affectée par le changement climatique. Les écosystèmes aquatiques méditerranéens possèdent une grande diversité de faune et de flore, et bien que son biote soit adapté aux changements hydrologiques extrêmes, leur augmentation due au changement climatique risque de dépasser les limites de leur capacité de résistance. Cela peut aggraver les conditions de vie des organismes et, à moyen terme, exposer de nombreux habitats à l'invasion par des espèces non indigènes. L'homogénéisation des systèmes et la diminution des espèces endémiques, aujourd'hui encore plus abondants dans la Méditerranée que dans d'autres régions climatiques, peuvent être attendus comme des conséquences générales pour la biodiversité.

L'action humaine directe peut avoir un effet synergique avec les conséquences potentielles du changement climatique. La capacité de rétention des éléments nutritifs des fleuves (processus d'autoépuration) diminue lorsque la concentration de nutriments augmente, puisque le système en devient saturé. Les rejets continus des usines de traitement des eaux usées contribuent à l'excès de nutriments, maximisés dans des conditions de débit faible. La dérivation et la régulation (par

des ouvrages tels que les canaux, barrages ou réservoirs) ou le confinement des masses d'eau interfèrent avec les dynamiques hydrologiques et sédimentaires des écosystèmes et compliquent l'interprétation des effets du changement climatique, faisant passer l'influence du climat à l'arrière-plan. Ceci introduit la notion de « changement planétaire », qui comprend à la fois les effets du changement climatique et ceux qui sont associés à l'action humaine, à différentes échelles temporelles et spatiales.

## 11 Écosystèmes marins et côtiers

### Auteurs

Carles Pelejero  
Joandomènec Ros

Rafel Simó

### Synthèse

La Méditerranée est une mer semi-close soumise à une grande pression provenant de l'activité humaine le long de la côte, deux aspects qui la rendent particulièrement vulnérable au changement climatique. Les observations au fil des décennies montrent que la mer catalane se réchauffe à une vitesse de 0,3 °C par décennie, avec une élévation du niveau de la mer de près de 4 cm par décennie ; les modèles indiquent que près de la moitié de ces changements est due au réchauffement climatique d'origine anthropique. Ces changements progressifs, accompagnés par des épisodes occasionnels de surchauffe en été et l'augmentation des tempêtes d'automne ont des effets sur les écosystèmes marins. Les communautés coralligènes des fonds littoraux, formées principalement d'espèces sessiles à croissance lente, souffrent de mortalités massives desquelles elles ont du mal à récupérer. L'extension des herbiers de posidonie est sensible aux changements de température et de niveau de la mer. Dans l'écosystème pélagique, les modèles prévoient l'augmentation de la production primaire brute de phytoplancton, mais elle ne se

traduit pas par une augmentation de la productivité nette du plancton, puisque la respiration augmente également. Tant parmi les organismes sessiles que vagiles, on observe un déplacement vers le nord d'espèces communes sur la côte catalane, tandis que les espèces thermophiles en provenance du sud deviennent plus fréquentes. Les hivers doux, la diminution des précipitations et les étés chauds favorisent les essaims de méduses sur les plages. En outre, certaines algues toxiques peuvent être favorisées par l'eau plus chaude et moins stratifiées. Certains de ces changements constituent une menace pour les services que les écosystèmes marins fournissent à la société : références culturelles, ressources économiques directes (pêche et tourisme), protection contre l'érosion, capacité de captage et séquestration du CO<sub>2</sub> atmosphérique ou utilisation pharmaceutique et industrielle de la richesse génétique et métabolique. Malheureusement, les agents climatiques agissent en synergie avec de nombreux autres agents humains et dans la même direction qu'eux. Nous recommandons donc que les efforts pour atténuer le réchauffement climatique soient accompagnés d'initiatives visant à mieux réglementer les activités d'impact environnemental, tels que certains arts de pêche, la pollution, l'exploitation pour la plaisance ou la construction. Il est également essentiel de concevoir et de mettre en œuvre des stratégies d'investissement dans la recherche et la surveillance, et dans la protection des habitats singuliers.

## 12 Sols

### Auteurs

Josep M. Alcañiz  
Baldellou  
Jaume Boixadera  
i Llobet

Maria Teresa Felipó Oriol  
Josep Oriol Ortiz i Perpiñà  
Rosa M. Poch Claret

### Synthèse

On analyse notamment les effets du changement climatique sur le sol et leur contribution aux émissions. Les prévisions du changement climatique en

Catalogne impliquent une augmentation de l'énergie ayant une incidence sur le sol, qui est destiné, d'une part, à maintenir la vie (et les émissions de GES), et d'autre part à séquestrer les réserves de carbone organique. Les conséquences des changements de l'utilisation des terres, également liés au changement climatique, ont plus de poids que les émissions de GES du sol directement dues au changement climatique et doivent donc être prises en compte dans les politiques d'atténuation. Dans les cultures pluviales, les émissions sont plus faibles lors de l'adoption de cultures de conservation des sols, mais dans les sols irrigués elles sont plus difficiles à prévoir.

La combinaison des facteurs climatiques et de la végétation, ainsi que l'évolution due au changement climatique indiquent toujours une tendance à l'augmentation de l'aridité et, par conséquent, de l'érosion, qui pourrait être atténuée par des mesures de préservation des sols. Une plus grande évapotranspiration causée par le changement climatique réduira la disponibilité de l'eau dans les sols. Dans les zones irriguées, il faudra donc prévoir un apport d'eau supérieur et des fractions de lessivage pour éviter l'accumulation des sels. D'autre part, l'augmentation de la température pourrait permettre de déplacer les activités agricoles à des altitudes plus élevées, ce qui équivaut en Catalogne à un risque plus élevé d'érosion. Il faudra donc mettre en œuvre une combinaison de mesures de cultures de conservation et de terrassement bien calculées.

Les réserves moyennes de carbone organique des sols agricoles de la Catalogne méditerranéenne et semi-aride sont de l'ordre de 100 Mg ha<sup>-1</sup> (jusqu'à 1 m). Afin d'estimer avec plus de précision la capacité de séquestration du carbone des sols dans tout le territoire catalan, il faudra traiter les données disponibles et les intégrer dans les modèles mondiaux. Les prévisions du changement climatique indiquent que nos sols vont subir une perte lente de la matière organique par minéralisation dans les prochaines décennies. Pour le compenser, l'utilisation de restes de récolte et d'engrais organiques de qualité, bien dosés, dans les sols agricoles, ou des amendements organiques par la réhabilitation des terrains dégradés, peuvent aider

à maintenir le réservoir de carbone organique. Il est également prévu une certaine perte de la biodiversité du sol par le changement climatique à moyen ou long terme, mais inférieure à celle due aux changements d'utilisation du sol et autres activités humaines.

L'amélioration de la gestion des déchets facilite leur valorisation dans le sol, ce qui est important pour le maintien de la qualité de l'environnement. Pour réduire les émissions de  $N_2O$  et de  $NO$ , ainsi que la perte de qualité du sol, il convient d'appliquer les engrais aux doses adéquates et selon la méthode appropriée. L'application de *biochar* (biocharbon) au sol peut être envisagée pour atténuer les effets du changement climatique. Il faudrait modifier les plans actuels de l'énergie pour inclure la pyrolyse de biomasse des déchets, et faire une estimation très prudente de la capacité d'accueil de *biochar* dans les sols catalans.

Le cadre réglementaire actuel n'est pas le mieux adapté à la protection des sols et à la lutte contre le changement climatique. Il manque des informations sur les sols et sur les mesures les plus appropriées pour leur protection, et donc pour l'adaptation et la lutte contre le changement climatique. Le maintien de la qualité du sol est la meilleure recommandation pour que les agroécosystèmes puissent contribuer à atténuer les effets du changement climatique. Par conséquent, les mesures concernant l'utilisation et la gestion du sol sont les outils d'atténuation les plus efficaces.

## 13 Systèmes agroalimentaires : agriculture, élevage et pêche

### Auteurs

Maria Teresa Sebastià  
Josefina Plaixats  
Jaume Lloveras  
Joan Girona  
Nuno Caiola  
Robert Savé

### Collaborateur

Rosa Llurba

### Synthèse

Pleinement conscient des problématiques liées au changement climatique et au changement mondial, le secteur de l'agriculture et de la pêche en Catalogne a commencé depuis longtemps à mettre en œuvre des politiques et des actions visant à atténuer ces changements et à s'y adapter. Il s'agit de transformer l'agronomie sur la base des connaissances scientifiques afin d'adapter les méthodes ainsi que les systèmes de production aux nouvelles conditions environnementales et d'assurer le maintien quantitatif et qualitatif de la production, en tenant compte à tout moment des contextes socioéconomiques, environnementaux et culturels.

Depuis quelques temps, les producteurs et les consommateurs de produits agroalimentaires apparaissent davantage sensibilisés à l'existence du changement climatique et à ses effets. Cela explique le grand succès obtenu par l'intensification technifiée et l'agriculture de précision grâce aux campagnes de consommation responsable (produits locaux ou « kilomètre zéro »).

L'agriculture doit faire face à deux enjeux majeurs : l'utilisation de l'eau et la gestion de l'azote. L'agriculture irriguée offre plus d'avantages que l'agriculture pluviale en termes productifs et économiques. En ce sens, l'amélioration de l'efficacité en matière d'utilisation de l'eau (c'est-à-dire l'accroissement du



produit obtenu pour chaque goutte d'eau utilisée) constitue un facteur clé pour la durabilité du point de vue du changement climatique. L'agriculture pluviale occupe le pourcentage le plus important du territoire agricole catalan, mais présente plus de risques. Pour maintenir les fonctions productives, il faudra choisir les espèces et les variétés les plus résistantes à la sécheresse et améliorer les stratégies de gestion, telles que la rotation des cultures, la jachère ou la pratique d'autres systèmes de cultures (par exemple la conservation, la production biologique, la production intégrée et l'agriculture de précision).

Dans le domaine de l'agriculture, la gestion des engrais azotés représente un facteur de base pour la production végétale. Toutefois, il faut en faire un usage plus efficace, réduire les émissions de composés azotés et l'eutrophisation des eaux de surface ainsi que des eaux souterraines. Il faut affiner la relation engrais-irrigation-sol et la gestion des nutriments dans les champs.

En matière d'élevage, l'intensité et la quantité des émissions varient selon les espèces et les systèmes de production. Aussi, il est essentiel d'améliorer les pratiques de gestion du bétail et des déjections pour augmenter l'efficacité de la production et réduire les émissions. De plus, l'élevage de précision et l'application des nouvelles technologies, telles que la nutrigenomique, peuvent contribuer à la fois au maintien de la production et à l'atténuation du changement climatique.

Vu leur importance mondiale, les écosystèmes marins côtiers constituent un point de préoccupation important quant aux impacts du changement climatique. En Catalogne, la pêche côtière se trouve fortement enracinée en raison de son importance économique et sociale. La gestion de cette activité doit se baser sur des critères de durabilité et tenir compte des effets du changement climatique (tels que le réchauffement mondial et l'acidification du milieu marin).

## 14 Énergie

### Auteurs

Ramon Garriga  
Josep Maria Serena

### Synthèse

Dans la continuité du *Deuxième rapport sur le changement climatique en Catalogne*, les données de production et de consommation énergétique des dernières années ont été mises à jour, ainsi que celles des émissions de gaz à effet de serre (GES) correspondantes. Nous n'avons pas repris le *Deuxième rapport* dans le détail pour ne pas répéter ses concepts et parce que l'influence de la forte crise économique sur toutes les données, qui fait l'objet du TROISIÈME RAPPORT, est si importante qu'elle ne nous permet pas de déceler clairement si les améliorations découlent des mesures correctrices mises en place ou de la crise. Nous avons néanmoins comparé les prévisions avec la réalité ainsi que la correspondance entre les mesures prises et les recommandations de l'Union européenne, en tenant toujours compte de l'énorme influence de l'utilisation énergétique sur les émissions de GES, puisqu'elle représente plus de 75 % du total.

Ces comparaisons étant faites, nous avons analysé les mesures à prendre dans les années à venir pour aligner la Catalogne sur les politiques énergétiques et les politiques de réduction d'émission de l'UE, qui sont les plus avancées dans le contexte mondial actuel. Pour étayer ces propositions, nous les avons également comparées à la position des centres de référence des États-Unis, qui coïncident tout à fait avec celles de ce chapitre.

Y figure en premier lieu la nécessité d'une amélioration sensible de la performance énergétique qui passe par l'implantation de mesures technologiques et par la gestion de la demande. Cette proposition ne sera efficace que si le consommateur reçoit la formation et les informations nécessaires. En second lieu, il convient d'encourager le recours

aux énergies renouvelables dont les systèmes de production nécessitent des améliorations spécifiques et pour lesquelles des progrès importants des réseaux de distribution et de la capacité de stockage sont attendus. Il faut effectivement pouvoir garantir une fourniture d'une qualité optimale en assurant la continuité du service, malgré la discontinuité de la production qui caractérise ces énergies. Il s'agit aussi de diminuer la part qui revient aux hydrocarbures dans le secteur du transport, le recours au gaz étant moins polluant. Un chapitre étant déjà consacré aux transports dans ce rapport, nous n'avons fait que mentionner l'objectif, sans l'examiner en profondeur.

Toutes les actions seront graduelles et les objectifs clairement posés pour éviter toute lacune pouvant conduire à des rejets inattendus en cas de décisions précipitées, ainsi que tout retard indésirable en cas d'excès de prudence. En ce sens aussi, il serait bon de débattre enfin de l'avenir des centrales nucléaires catalanes.

Pour mener à bien toutes les actions envisagées, trois éléments au moins s'avèrent nécessaires : le gouvernement doit avoir les compétences législatives nécessaires ; des moyens publics et privés doivent être mis en œuvre pour donner naissance à une véritable industrie de l'énergie et, point essentiel, la recherche doit être encouragée dans les lignes jugées fondamentales pour atteindre les objectifs visés, lignes qui ne sauraient différer de celles que les pays à la pointe de la recherche ont déjà retenues.

## 15 Industrie

### Auteurs

Àlvar Feliu Jofre  
Jaume Josa i Pons

### Synthèse

Ce chapitre s'articule autour de quatre sections principales. La section 15.2 donne une définition précise de l'industrie manufacturière, des secteurs qui en font partie et des émissions de GES évaluées. La section 15.3 analyse l'inventaire des émissions de GES produites par l'industrie en Catalogne, leur distribution par secteur et par type de gaz, leur origine dans les procédés industriels et leur poids pour l'ensemble de la Catalogne. La section 15.4 présente un diagnostic de la situation actuelle du contrôle des émissions de GES dans les trois secteurs industriels qui apportent le plus de valeur ajoutée en Catalogne, à savoir l'industrie agroalimentaire, chimique et automobile. Elle développe également les principaux axes d'action à mettre en œuvre pour réduire les émissions dans les trois secteurs sélectionnés. Cela ouvre une porte importante à l'innovation par le biais de la « reconception » du produit et de la réduction des émissions de GES qui en résulte pendant la période d'utilisation. La section 15.5 complète la précédente en mettant l'accent sur les synergies entre l'atténuation des émissions de GES, l'accroissement de la productivité des ressources dans l'industrie et l'amélioration des problèmes environnementaux et socioéconomiques prioritaires en Catalogne. Il faut souligner qu'un développement industriel équilibré et inclusif axé sur des objectifs économiques, sociaux et environnementaux exige de faire autant d'efforts, voire plus, dans la productivité des ressources (y compris les infrastructures) que dans la productivité du travail. Enfin, nous y avons apporté quelques recommandations dans le but de développer et de coordonner les politiques impliquées et avons complété la stratégie industrielle de Catalogne 2014-2020.

## 16 Tourisme

### Auteurs

Rosa Maria Fraguell  
Sansbelló

M. Belén Gómez Martín  
Joan Carles Llordés Coit

Carolina Martí  
Llambriçh

Anna Ribas Palom  
David Saurí Pujol

### Synthèse

Les recherches internationales sur le tourisme et le changement climatique mettent en évidence l'intérêt croissant porté à ces aspects. En Catalogne, où le tourisme est un secteur stratégique en croissance, il est nécessaire de connaître exactement comment les scénarios climatiques vont affecter dans le futur les deux principales branches du secteur : le tourisme de plage et le « tourisme blanc ». Notre travail analyse les effets des projections climatiques sur le potentiel climatico-touristique, les effets de la hausse du niveau de la mer et de l'érosion côtière sur la disponibilité en matière de surface de plages pour les loisirs, les effets sur la disponibilité des ressources en eau dans les zones côtières, à partir des prévisions de diminution des précipitations. En ce qui concerne le « tourisme blanc », l'évaluation de trois scénarios d'effets du changement climatique permet d'étudier la viabilité naturelle et technique des stations de sports d'hiver catalanes actuelles. En réponse aux problématiques soulevées, on évoquera en premier lieu les stratégies d'adaptation appliquées, puis la mise en œuvre de nouvelles stratégies et de mesures d'atténuation.

Le tourisme de plage est extrêmement sensible aux aléas météorologiques et au climat. Diverses modélisations concluent au maintien, pour le littoral catalan, de conditions climatiques favorables à sa compétitivité sur le marché de ce type de tourisme. Il n'en reste pas moins que la mise à profit du territoire indépendamment des saisons et la diversification des activités et produits touristiques offerts est une des stratégies fondamentales d'adaptation au changement climatique.

La tendance générale à l'érosion des côtes catalanes conjointement avec la forte pression de la demande de loisirs entraîne une baisse du niveau de satisfaction des usagers et met en danger la permanence de la ressource. La construction de jetées de protection, la régénération du sable et la restauration des systèmes de dunes sont des politiques « dures » et « douces » mises en œuvre pour la stabilisation des plages.

Assurer la disponibilité de l'eau, quantitativement et qualitativement, devient fondamental dans la perspective d'un développement touristique. La combinaison d'actions comme le dessalement, la réutilisation, la mise en service de nouvelles nappes et l'interconnexion de réseaux, ainsi que l'amélioration de l'efficacité mises en œuvre par les pouvoirs publics doivent être accompagnées de mesures visant une meilleure efficacité hydrique, aussi bien de la part des industriels du tourisme que des touristes eux-mêmes.

Les zones de montagne de la Catalogne sont tout spécialement vulnérables au changement climatique dès lors que quasiment toutes les stations sont situées à des latitudes limites dans la perspective d'une viabilité future. En matière de « tourisme blanc », les mesures d'adaptation tendent à augmenter les capacités de production de neige artificielle grâce aux canons à neige, ce qui accroît le nombre de pistes enneigées et le domaine skiable ; toutefois, la tendance n'est pas au regroupement des stations ni des domaines skiables. Pour prolonger l'offre d'hiver, la mutation de « station de ski » à « station de montagne » est proposée, avec une large offre d'activités ne nécessitant pas la présence de neige.

Le secteur touristique lui-même répond de différentes façons au changement climatique. La Catalogne dispose d'hôtels, de campings, de ports de plaisance, etc., mettant en œuvre, entre autres actions, des mesures d'économie et d'amélioration énergétiques, ainsi que de réduction des émissions de gaz à effets de serre grâce à des labellisations environnementales.

## 17 Déchets et ressources

### Auteurs

Xavier Gabarrell Durany  
Ramon Farreny Gaya  
Xavier Font Segura  
Carles Martínez Gasol

María Eugenia Suárez  
Ojeda  
Joan Rieradevall  
Gara Villalba

### Synthèse

La gestion des déchets ainsi que les stratégies de prévention visant à réduire la consommation, nous donne l'opportunité d'optimiser les ressources par le biais de la réutilisation et du recyclage pour réduire et limiter les émissions de GES. En atteignant 38 à 40 % au cours des dernières années, contre seulement 34 % en 2007, les valeurs de la collecte sélective ont stagné. En 2013, le principal type de traitement de la fraction restante en Catalogne était le traitement mécano-biologique (TMB) (52 %), suivi de la décharge contrôlée (37 %) et de la valorisation énergétique par le biais de l'incinération (11 %). Toutefois, il faut signaler que la qualité de la stabilité biologique pour le TMB apparaît inégale. D'ailleurs, le manque de stabilité biologique constitue le paramètre le plus critique. Cette stabilité biologique est gérée par le biais de la décharge contrôlée, où sont produites les émissions de méthane résultant de la dégradation anaérobie, mais cela augmente le potentiel de réchauffement mondial associé à la gestion de ce flux de déchets. En ce qui concerne les technologies de traitement de la fraction organique, il faut savoir que la consommation d'énergie augmente avec la complexification des installations. À l'inverse, les émissions rejetées dans l'atmosphère diminuent avec la complexification des installations. Ainsi, le compostage en andains, avec des piles retournées régulièrement, consomment moins d'énergie, en revanche, comme il n'y a pas de système de captage et de traitement des gaz, ils ont un impact supérieur en termes d'émissions rejetées dans l'atmosphère.

Afin de comptabiliser les émissions de GES, l'Agence des déchets de Catalogne utilise depuis

2001 l'outil Carbon Footprint Tool for Waste Management (CO2ZW<sup>®</sup>), développé par le groupe de recherche Sostenipra. La principale contribution du traitement des déchets au réchauffement provient des décharges contrôlées, qui émettent de grandes quantités de méthane (et ce malgré le captage du biogaz). La collecte sélective quant à elle, contribue fortement à la réduction de l'empreinte carbone du secteur (impacts évités). Les variables qui conditionnent le plus ces émissions sont : 1) la production de déchets par habitant et 2) la fraction restante envoyée directement dans les décharges contrôlées, lesquelles contribuent à accroître les émissions, et 3) la collecte sélective, laquelle contribue à minimiser les émissions. Pour l'empreinte carbone par habitant de la gestion des déchets municipaux, on obtient pour la période 2011-2013 une valeur de 94 kg éq. CO<sub>2</sub>/hab., soit une baisse de 21 % attribuable à la chute de production des déchets (11 %) et à la diminution des émissions par tonne de déchets gérée. En ce qui concerne les crédits d'émission de GES, le bilan entre les crédits produits et évités, il faut savoir que l'aluminium est la fraction de déchets qui génère le plus de crédits, soit -12 580 kg éq. CO<sub>2</sub>/t, en comparaison avec les 354 kg éq. CO<sub>2</sub>/t pour le plastique ou les 46 kg éq. CO<sub>2</sub>/t pour le papier. Ces crédits s'obtiennent en tenant compte du fait que 38 % du papier, 25 % du plastique et 57 % de l'aluminium sont exportés en dehors de la Catalogne et de l'Espagne, et donc que les crédits évités dans chaque pays dépendent de la technologie utilisée et de la combinaison énergétique.

Le facteur d'émission mondial de GES correspondant au cycle de l'eau pourrait atteindre 2 148,4 g éq. CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> d'eau consommée, voire plus encore. Toutefois, les incertitudes concernant les données nous obligent à continuer à mener des études globales sur le cycle urbain de l'eau en Catalogne.

La situation des déchets issus de l'élevage, et concrètement celle des purins, n'est pas durable. Suite à la fermeture des six usines de traitement en Catalogne, nous sommes de nouveau au même point qu'il y a dix ans.

## 18 Santé

### Auteurs

Xavier Basagaña  
Èrica Martínez

Krijn Paaijmans  
Jordi Sunyer

### Synthèse

Le but de ce chapitre est de décrire les principaux impacts sanitaires du changement climatique en Catalogne. Il se fonde donc sur l'examen des récentes données scientifiques recueillies sur la Catalogne et fournit également des projections sur les effets attendus des conditions météorologiques sur la santé pour les prochaines décennies.

Un des effets sur la santé les plus étudiés résulte des vagues de chaleur, qui provoquent une augmentation de plus de 20 % du nombre de décès et d'hospitalisations, surtout chez les personnes âgées et celles souffrant de maladies chroniques. Les résultats présentés dans ce chapitre déterminent que le nombre de décès dus à la chaleur en Catalogne pourra être multiplié par huit en 2050, entraînant ainsi plus de 2 500 décès par an au cours des mois d'été.

La pollution atmosphérique est un problème qui s'aggrave avec certaines conditions météorologiques, en particulier pendant les périodes de températures élevées. Elle entraîne de nombreux problèmes respiratoires et cardiovasculaires. En Catalogne, on estime à 3 500 le nombre de décès prématurés causés chaque année par les effets de la pollution de l'air.

Le changement climatique peut également avoir un impact sur l'incidence des maladies à transmission vectorielle. Les changements de température et de précipitations favorisent le développement des moustiques, vecteurs principaux de ce type de maladie. Dans le cas de la Catalogne, on estime que le risque potentiel de maladies comme la dengue, le paludisme ou le chikungunya est en augmentation.

Mais le changement climatique peut affecter la santé de la population par d'autres moyens. Le chapitre décrit les risques de vagues de froid et l'exposition à la fumée des incendies de forêt, qui ont causé une augmentation du nombre d'hospitalisations et de décès, en particulier à cause de problèmes cardio-pulmonaires. D'autres facteurs peuvent également influencer sur la relation entre changement climatique et santé, mais ils présentent un risque moindre pour la Catalogne (comme les maladies transmises par l'eau) et des incertitudes demeurent sur la façon dont la Catalogne peut être affectée à l'avenir (cas du rayonnement ultraviolet).

Parmi les mesures d'adaptation au réchauffement climatique, ce chapitre examine le plan de prévention des effets sanitaires des vagues de chaleur. En outre, deux mesures d'atténuation présentant de nombreux avantages pour la santé sont analysées : la présence d'espaces verts, en particulier dans les zones urbaines, et la promotion du transport actif.

En conclusion, la santé est une question cruciale en ce qui concerne les effets du changement climatique. Ce chapitre met notamment en relief la nécessité de promouvoir des modes de vie sains grâce à des politiques qui favorisent l'utilisation des transports actifs, de mettre en place des plans de prévention au cours des canicules, d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments et de mettre en œuvre des politiques visant à réduire les inégalités sociales et économiques.

## 19 Transport, mobilité et logistique

### Auteurs

Francesc Robusté  
Miquel Estrada

### Synthèse

Les émissions et la consommation d'énergie liées au secteur du transport, de la logistique et de la mobilité ont baissé entre 2010 et 2015 (-20 % par rapport à 2005), mais les réductions ne sont que circonstancielles. Malgré les nouvelles technologies développées tendant vers la décarbonation des transports, l'action positive au sein du gouvernement et la prise de conscience sur le changement climatique et la durabilité, les émissions et la consommation d'énergie dans le secteur sont encore préoccupantes et leur faculté de réduction des risques sont limitées en l'absence de mesures contraignantes (restrictions, prix, réglementations, etc.) traduisant une influence politique manifeste.

## 20 Territoire et espace urbain

### Auteurs

Xavier Mayor Farguell  
Júlia Barba Miralpeix

Clara Montaner  
Augé

### Synthèse

Ce chapitre vise principalement à situer et mettre à jour la valeur du territoire et des espaces urbains et leur relation dans le contexte actuel du changement climatique.

On envisage ici le cadre conceptuel le plus actuel, également en rapport avec le changement climatique, sur lequel on doit élaborer des politiques et

des actions au niveau du territoire et des espaces urbains dans les prochaines années.

Dans la dernière décennie en Catalogne, une abondante activité de planification territoriale inédite jusqu'alors a été développée, ainsi qu'une importante planification urbaine. Toutes deux ont été aidées par un instrument novateur : l'Évaluation environnementale stratégique, qui tient compte, pour la première fois et avec force, des questions environnementales et du développement durable dans les processus d'élaboration correspondants à la planification. Ainsi, ce chapitre est dédié aux sections des territoires et espaces urbains, qui établissent et déterminent par essence l'avenir territorial et urbain immédiat. Les différentes sections recueillent des informations sur l'application des instruments de planification effectuée jusqu'à présent, spécifiquement en ce qui concerne les considérations et les déterminations relatives à l'adaptation et à l'atténuation du changement climatique.

À l'échelle urbaine, bien qu'on ait travaillé dans les dernières années sur des aspects relatifs aux flux d'énergie et de matière (plus liés à la construction et au logement), d'autres aspects environnementaux et de durabilité ont été introduits récemment. Ils comprennent des stratégies urbaines, des modèles, des conceptions (des aménagements urbains comme des bâtiments) et des informations sur les matériaux correspondants.

## 21 Interaction entre les systèmes naturels et les humains dans les zones les plus vulnérables au changement climatique : les systèmes montagneux

### Auteurs

Marta G. Rivera Ferre  
Feliu López i Gelats

Bernat Claramunt

### Synthèse

Pour la plupart des gens, le mot *montagne* évoque des images liées à la randonnée, au ski, aux vaches, au fromage, à l'air pur ou à la neige. Mais les montagnes sont plus qu'un environnement bucolique de fermes et d'excursions en famille. Les montagnes fournissent notamment des services écosystémiques qui sont vitaux pour tous, y compris les habitants des plaines. De fait, la qualité de vie de presque toute la population dépend en grande partie des biens et services offerts par les montagnes. Le nombre de personnes résidant en montagne a diminué de manière significative, les populations se concentrant dans les vallées. Les glaciers disparaissent, la population vieillit, l'hiver raccourcit, etc., et le changement climatique est un facteur important dans bon nombre de transformations que les montagnes subissent. Ce chapitre fournit une vue d'ensemble des systèmes de montagne, en prenant les Pyrénées catalans comme modèle, où on ne tient pas seulement compte de l'effet du changement climatique sur les systèmes naturels, mais également de la présence permanente des hommes en tant qu'acteurs et facteurs de changement. L'analyse des différents éléments et facteurs, ainsi que de leurs interactions et des résultats permet d'entrevoir, à partir des différentes

aspirations et intérêts de la population des Pyrénées, divers scénarios possibles pour la montagne catalane. À la fin du chapitre, il apparaît qu'il n'existe pas de solution magique, la gestion des terres face au changement climatique demandant des priorisations et des renoncements. Le lecteur peut découvrir le scénario qu'il voudrait voir advenir (et en décider), ainsi que les aspects gagnants ou perdants pour les montagnes.

## 22 Politiques et instruments pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique

### Auteurs

Josep Garriga Sala  
Ismael Romeo Garcia

Irma Ventayol i Ceferino

### Synthèse

L'objectif de ce chapitre est de décrire les politiques et les instruments essentiels qui existent à l'échelle internationale, espagnole, catalane et locale pour faciliter la gestion et la gouvernance en matière de changement climatique.

À l'échelle internationale, les négociations entre les différents États dans le cadre de la Conférence des parties des Nations unies ont été le principal instrument de lutte contre le changement climatique. Ce chapitre décrit les négociations qui ont été menées et les principaux accords pris de Copenhague (2009) à Paris (2015), ainsi que la reconnaissance du rôle des gouvernements infra-étatiques dans les textes officiels, obtenue grâce aux efforts de la délégation du Bureau catalan du changement climatique.

Il existe différents instruments de portée internationale, notamment le paquet énergie-climat, par

lequel l'Union européenne s'engage pour l'horizon 2030 à réduire les émissions de 40 % par rapport à 1990. Cet ensemble d'actes législatifs prévoit, entre autres, des mesures de financement et de promotion des énergies renouvelables et de l'efficacité, ainsi que la création d'un marché européen de quotas d'émission. Dans le domaine de l'adaptation au changement climatique, il faut également mentionner la stratégie européenne d'adaptation au changement climatique.

Au niveau de l'Espagne, en 2007, le Plan national d'allocation, la Stratégie espagnole sur le changement climatique et l'énergie propre ainsi que le Plan national d'adaptation au changement climatique ont été adoptés.

Vers la fin de l'année 2006, le Gouvernement de la Catalogne s'est doté de deux instruments très importants : le Bureau catalan du changement climatique et la Commission interministérielle sur le changement climatique. En 2008, le Plan-cadre sur l'atténuation du changement climatique en Catalogne a été approuvé, puis sa mise à jour sous le nom de Plan pour l'énergie et le changement climatique pour la période 2013-2020, et finalement en 2012, ce fut le tour de la Stratégie catalane d'adaptation au changement climatique. La Catalogne dispose d'autres instruments, par exemple le programme d'accords volontaires.

Aujourd'hui, l'importance des gouvernements locaux dans la lutte contre le changement climatique n'est plus discutable, car ils ont fait preuve d'une grande capacité de leadership et de progrès. Toutefois, dans un cadre de multi-gouvernance nationale et internationale, l'action des gouvernements locaux dépend encore de la sensibilité des gouvernements nationaux et étatiques. Sur ce point, il faut savoir que différentes initiatives visent à octroyer des pouvoirs aux gouvernements locaux, par exemple la Convention des maires pour le climat et l'énergie ou la Convention des maires pour l'adaptation au changement climatique.

Enfin, la dernière section de ce chapitre est consacrée au marché du carbone, un outil destiné à réduire les émissions issues des secteurs industriels. On y trouve un suivi de son évolution au cours des

dernières années (évolution des prix, des mécanismes de développement propre et des projets d'action conjointe) ainsi que des principales nouveautés.

## 23 Perception et communication des connaissances sur le changement climatique en Catalogne

### Auteurs

Joan David Tàbara

### Synthèse

Ce chapitre examine des résultats récents importants concernant l'évolution de l'opinion publique, analyse les processus de communication et d'utilisation des connaissances en matière de changement climatique et propose quelques recommandations en vue d'améliorer la situation actuelle en Catalogne. Le changement climatique représente toujours l'une des principales sources de préoccupation des citoyens, bien que plus modérée, notamment depuis 2007, en raison de la crise économique et du fait que le sujet soit moins relayé par les médias. Néanmoins, la présence de nouveaux cadres d'interprétation s'accroît, notamment ceux qui considèrent le changement climatique comme une *menace mondiale*, mais aussi ceux qui l'entendent comme une *opportunité* pour la création d'emplois, l'amélioration de la qualité de vie et le développement économique. L'interprétation axée sur l'opportunité est très présente dans l'opinion publique espagnole, ce qui devrait faciliter la mise en place de politiques visant à renforcer l'économie bas carbone.

Étant donné l'importance de comprendre les processus de transmission des connaissances scien-



tifiques en matière de changement climatique à la population, nous avons aussi étudié la communication du *Cinquième rapport d'évaluation* (AR5) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) en Espagne et en Catalogne. Concrètement, un questionnaire rempli par vingt acteurs significatifs et l'analyse de l'événement dans la presse écrite pendant la publication dudit rapport ont permis d'observer les principaux impacts et messages communiqués, ainsi que les difficultés rencontrées et les cadres d'interprétation qui pourraient améliorer la communication sur le changement climatique. Ainsi, nous proposons de privilégier les cadres d'interprétation qui mettent l'accent sur des aspects tels que le bien-être et la santé, les opportunités de transformation et les messages susceptibles de stimuler l'action personnelle, ainsi que d'éviter les discours axés sur les « mauvaises nouvelles » ou ceux qui ne considèrent le changement climatique que comme un problème strictement « environnemental » et non pas comme une question sociale, économique et politique. Nous insistons tout particulièrement sur la nécessité de montrer non seulement les éventuels risques et impacts du changement climatique, mais aussi et surtout les solutions envisageables, ainsi que des exemples concrets qui illustrent ce que l'on peut faire, en pratique, dans différents contextes d'action.

Concrètement, nos recommandations résultent de la consultation de plusieurs acteurs significatifs et de l'analyse de matériel secondaire concernant les aspects suivantes : 1) améliorer le suivi de l'opinion publique en Catalogne ; 2) profiter de la forte présence du cadre interprétatif axé sur l'opportunité du changement climatique pour développer l'économie bas carbone ; 3) améliorer substantiellement les capacités et les processus de communication sur le changement climatique en Catalogne ; 4) créer et soutenir des organisations-frontières, qui marquent les limites entre la science, la politique et les citoyens, tout en améliorant leurs relations et leurs interfaces (*boundary organisations*); 5) segmenter et être à l'écoute des différents publics et des acteurs sociaux clés, puis les connecter dans des espaces ouverts de réseaux d'interaction ; 6) intégrer, accueillir et ne pas craindre la complexité

socio-environnementale afin d'éviter de tomber dans le réductionnisme.

## 24 Recherche sur le changement climatique

### Auteurs

Lluís Rovira i Pato

### Synthèse

La Catalogne a développé une base de recherche étendue et diversifiée sur le changement climatique grâce à des groupes de recherche situés dans les institutions publiques et à un secteur privé fortement impliqué dans des projets de recherche européens. Aussi, la production scientifique est abondante. Ce texte présente l'analyse des principaux points de qualité du système et fait quelques recommandations. Il montre également des informations sur les différentes sources de financement de base et de financement des projets ; il essaye par ailleurs d'anticiper les scénarios susceptibles de se produire tout en conservant intact l'ensemble du potentiel scientifique.

---

# Épilogue juridique : de Kyoto à Paris (COP21). Scénarios et défis pour le futur en matière de politiques internationales sur le changement climatique

---

## Auteurs

Isabel Pont i Castejón  
Mar Campins Eritja

Juan Emilio Nieto Moreno

## Synthèse

La 21<sup>e</sup> session de la Conférence des parties de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (COP21) et la 11<sup>e</sup> réunion des parties au Protocole de Kyoto (COP-MOP11) ont adopté le 12 décembre 2015 l'Accord de Paris, ainsi que la décision qui l'approuve et l'accompagne. En comparaison avec son prédécesseur, le Protocole de Kyoto, l'Accord de Paris est un instrument plus flexible qui intègre davantage de parties, qui englobe un plus grand volume d'émissions et qui propose une architecture institutionnelle plus légère. Ce chapitre analyse les éléments essentiels et les implications juridiques de l'Accord de Paris surtout du point de vue de la Catalogne. Pour ce qui est des différentes initiatives et actions publiques qui sont mises en œuvre actuellement en matière de changement climatique, l'analyse se centre tout spécialement sur le projet de loi en discussion au Parlement de Catalogne et met l'accent sur les potentialités de ce nouveau cadre juridique pour faire face aux enjeux du changement climatique.



