

# CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET RESSOURCES EN EAU POUR L'AGRICULTURE

**Emmanuel CHOISNEL**

## INTRODUCTION

L'évaluation des impacts des changements climatiques globaux, attendus au siècle prochain, sur les activités humaines, comprend notamment l'étude de l'impact sur les ressources en eau en général, et en particulier pour l'agriculture. Le problème des ressources en eau ne se pose en fait véritablement que lorsqu'il y a pénurie, ou risque de pénurie. Or les conditions de la production agricole évoluent progressivement au cours du temps, d'une décennie à l'autre, notamment en terme de types de cultures produites, mais aussi en terme de types d'utilisation de l'eau, sachant que le recours à l'irrigation est, pour l'agriculteur, un facteur de sécurisation du point de vue de la régularisation de la production attendue et de ses revenus, dans un contexte de production de plus en plus contractuel. Qui plus est, l'irrigation est une condition *sine qua non* de la production, en particulier pour les cultures maraîchères et fruitières, dans les climats de type méditerranéen ou semi-désertique. Également, l'alimentation en eau des animaux est un élément important pour l'élevage. Une bonne conduite de l'irrigation, en été, nécessite une bonne évaluation de la demande en eau (l'évapotranspiration maximale des plantes), la recherche de l'adéquation de la ressource à la demande, donc l'accès à des ressources stockées (barrages, lacs collinaires, nappes phréatiques...), ou à des eaux courantes (pompages en rivière...). Le problème de la ressource se pose toutefois en des termes différents dans le cas d'une culture non irriguée, qui aura pour seules ressources... les précipitations, ainsi qu'une contribution des réserves en eau du sol. Ce contexte actuel d'une agriculture ayant de plus en plus recours à l'irrigation nécessite, pour un diagnostic correct du problème, d'examiner au préalable certains aspects du cycle hydrologique.

## LE CYCLE HYDROLOGIQUE

Les activités agricoles n'interviennent que pour une faible part, en tant que telles, dans le cycle hydrologique considéré au niveau de l'ensemble de la planète. Pourtant, les plantes se situent à l'interface entre le cycle de l'eau dans l'atmosphère et le cycle de l'eau dans le sol, et certains processus physiques à l'œuvre à cette interface végétation-atmosphère peuvent, d'une part être influencés par les pratiques agricoles, d'autre part jouer sur la disponibilité en eau, soit localement, soit régionalement. Il s'agit des processus de réception des précipitations par le feuillage, d'infiltration de l'eau dans le sol, et de ruissellement de l'eau en surface. Après sa réception au niveau des feuilles, l'eau de pluie est confrontée, pour son cheminement ultérieur, à l'alternative suivante : soit s'infiltrer, soit ruisseler en surface. Pour que l'eau puisse s'infiltrer et participer au remplissage du réservoir d'eau que constitue le sol, il faut, d'une part que la structure superficielle du sol le permette, d'autre part que l'intensité de la pluie ne dépasse pas les capacités d'infiltration de l'eau dans le sol. Cette simple analyse nous permet, d'ores et déjà, d'appréhender les dangers qui nous guettent, dont les épisodes de sécheresse, anomalie naturelle dans le cadre de la variabilité naturelle du climat, peuvent nous donner un avant-goût. La sécheresse a, en effet, pour conséquence de modifier l'état de surface du sol, c'est-à-dire de créer une croûte superficielle qui constitue un obstacle à la pénétration ultérieure de l'eau de pluie dans le sol. Même après la fin d'une période de sécheresse, cette modification de la structure superficielle du sol a, lors du retour des pluies, et surtout si celles-ci sont alors intenses, des effets rémanents, et ce tant que la réhumectation progressive des couches superficielles du sol n'a pas rétabli des conditions satisfaisantes d'infiltrabilité de l'eau dans le sol.

Par ailleurs, la pratique de l'irrigation gravitaire (irrigation à la raie ou irrigation par submersion temporaire des terres) sur de grandes surfaces peut entraîner, dans des climats désertiques ou semi-désertiques, des pertes considérables d'eau par évaporation, lesquelles sont avant tout proportionnelles... à la superficie irriguée. C'est ainsi que peut s'expliquer en partie l'assèchement partiel de la mer d'Aral, par détournement des eaux de l'Amou-Darya pour l'irrigation des champs de coton et de riz en Ouzbékistan et au Turkménistan.

Au niveau régional, le contexte du cycle hydrologique doit être appréhendé sous d'autres points de vue. D'une part, il convient de rappeler que le manteau neigeux en montagne constitue un excellent moyen naturel de stockage de ressources en eau, lesquelles seront restituées au réseau hydrographique superficiel, de façon différée, au moment de la fonte des neiges, alimentant ainsi retenues d'eau et barrages situés en aval. D'autre part, en ce qui concerne la demande, le niveau d'évapotranspiration potentielle, qui permet d'estimer quan-

titativement la demande en eau (à un facteur multiplicatif près lié au type de culture), dépend essentiellement de la nébulosité, de la température de l'air et du vent.

En ce qui concerne le cycle de l'eau dans le sol, l'analyse du cycle annuel du bilan hydrique du sol fait apparaître que la percolation en profondeur de l'eau de pluie s'étant infiltrée dans le sol s'effectue essentiellement en automne et en hiver. C'est donc essentiellement au cours de cette période de l'année qu'il y a réalimentation en eau des nappes souterraines.

## **LES SCÉNARIOS D'ÉVOLUTION DES RÉGIMES PLUVIOMÉTRIQUES**

Les résultats des simulations les plus récentes (IPCC, 1996) du climat du globe pris dans son ensemble, sont les suivantes : augmentation moyenne de 2°C de la moyenne globale de la température de l'air au niveau du sol en 2100 par rapport à l'année 1990 prise comme référence, la fourchette de variation autour de cette valeur moyenne étant la suivante : +1°C en hypothèse basse, et +3,5°C en hypothèse haute. Ceci représente, pour l'échéance 2100, une hausse moindre d'un tiers que celle donnée par l'IPCC dans son premier rapport, en 1990.

A cette hausse de la température de l'air est associée une accélération du cycle hydrologique, cette hausse de température ayant en effet pour conséquence une évaporation accrue au dessus des zones océaniques, et une augmentation des précipitations en moyenne sur l'ensemble de la planète. Ceci ne signifie aucunement que l'augmentation des précipitations serait régulièrement répartie sur l'ensemble de la surface terrestre, l'augmentation pouvant, par exemple, se produire majoritairement sur les zones océaniques, ou dans les zones équatoriales déjà dotées de précipitations annuelles très élevées, tandis que d'autres zones pourraient connaître une fréquence accrue d'épisodes de sécheresse. De plus, la hausse du niveau de la mer prévue en 2100 serait de 50cm par rapport à aujourd'hui. Tous ces résultats ne sont, toutefois, pas pertinents pour une évaluation des ressources en eau au niveau régional. Il convient d'examiner, pour ce faire, les scénarios régionaux d'évolution du climat. Mais ceux-ci sont moins précis et dignes de foi qu'au niveau global, et ils ne sont fournis que pour les saisons hiver et été. Nous limiterons, de plus, ici, à l'examen des prédictions pour l'Europe.

## **LES PLUVIOMÉTRIES HIVERNALES**

Toutes les simulations réalisées par les différentes équipes de modélisation au niveau mondial prévoient une augmentation des précipitations hivernales sur l'Europe du Nord (au nord de 50°N), associée à

une hausse importante de la température de l'air pour la même saison (c'est en effet aux hautes latitudes de l'hémisphère Nord et pour la saison hiver que les simulations donnent les plus fortes hausses de température par rapport aux autres régions du monde). Pour la plupart des modèles également, une hausse similaire des précipitations est prévue pour les latitudes moyennes (Europe du Sud, entre 35°N et 50°N).

### LES PLUVIOMÉTRIES ESTIVALES

Le fait marquant pour la saison été est une réduction générale des précipitations sur la partie de l'Europe située au sud de la latitude 50°N (ceci concerne donc l'ensemble du territoire français métropolitain). L'incertitude associée à ces simulations ne permet toutefois pas de chiffrer cette baisse de façon précise.

### CONSÉQUENCES DE CES SCÉNARIOS D'ÉVOLUTION SUR LES RESSOURCES EN EAU

L'augmentation des précipitations en période hivernale devrait être bénéfique dans les zones dotées de sols profonds, capables de stocker cette eau de pluie supplémentaire. Toutefois, la hausse des températures entraînerait une proportion plus importante de précipitations sous forme liquide, au détriment des précipitations sous forme solide (neige), dans le nord de l'Europe en plaine, et, de façon générale sur l'ensemble de l'Europe, dans les zones montagneuses, y entraînant un moindre stockage dans le manteau neigeux, un ruissellement hivernal accru, et un ruissellement moindre au printemps. A cet égard, une étude fine de simulation des chutes de neige pour les massifs des Alpes et des Pyrénées, faite en supposant une hausse de la température hivernale de +1,8°C, sans modification de la quantité totale de précipitations (solides et liquides), a été réalisée par le Centre d'Étude de la Neige (CNRM/CEN) de Météo-France (MARTIN, 1996). Seules varient donc dans cette simulation, d'une part les proportions relatives de chutes de pluie et de chutes de neige, d'autre part la précocité de la fonte de la neige au printemps. Cette étude a donné les résultats suivants pour l'enneigement à 1500m d'altitude : diminution de la durée de l'enneigement de 20 à 25 % (soit -30 jours par an en moyenne) dans les Alpes du Nord, correspondant à une date plus tardive de début de l'enneigement en hiver, et à une fonte de la neige plus précoce au printemps. La diminution atteint 30 % dans les Alpes du Sud, du Dévoluy à la haute Tarentaise et au Queyras. Plus au sud, elle atteint plus de 40 % dans l'Ubaye, les Alpes azuréennes et le Mercantour. Dans les Pyrénées, la diminution simulée atteint -30 à -50 jours par an, soit une diminution allant jusqu'à 45 % de la durée de l'enneigement dans certains massifs. A

haute altitude (2 400 m et plus), la diminution est moins marquée, d'autant qu'à cette altitude une température plus élevée de l'air peut se traduire par une augmentation des chutes de neige. Cette diminution serait de l'ordre de 10 %, essentiellement du fait d'une fonte plus rapide au printemps. En été, les conséquences de ces évolutions prédites peuvent être appréhendées de la façon suivante :

1°/ Même s'il n'y avait pas de baisse de la pluviométrie, la seule hausse de la température de l'air, à nébulosité constante, entraînera une augmentation du niveau potentiel (maximal) de l'évapotranspiration des plantes, ce qui *ipso facto* accroîtra le déficit hydrique.

2°/ Nous avons vu que les simulations donnent une baisse générale de la pluviométrie en été sur le sud de l'Europe qui, même limitée (elle avait été évaluée, dans le premier rapport de l'IPCC en 1990, à 5 à 10 %), ne fera que renforcer le déficit hydrique estival déjà augmenté du fait d'une évapotranspiration potentielle accrue.

## LES ZONES À RISQUE

En fonction des considérations précédentes, certaines zones apparaissent plus vulnérables que d'autres aux conséquences des changements climatiques quant à la ressource en eau. Si certaines régions d'Europe (telles que l'intérieur des Pays-Bas, la Beauce, la plaine d'Alsace ou la plaine du Pô en Italie par exemple), bien pourvues en ressources en eau du fait de la présence de nappes souterraines étendues dans leur sous-sol, semblent, à court et moyen terme, protégées des conséquences qu'aurait, pour les ressources en eau, une diminution de la ressource pluviométrique, il n'en est pas de même pour d'autres régions. En particulier, les régions ayant une proportion importante de sols superficiels (peu profonds), tout en étant dépourvus d'infrastructures régionales de distribution d'eau pour l'irrigation, subiraient de plein fouet une baisse de la pluviométrie estivale. Par ailleurs, dans les pays situés sur le pourtour méditerranéen, et en particulier le Maghreb, la production agricole serait particulièrement touchée par toute diminution de pluviométrie hivernale. L'analyse du bilan hydrique des sols fait en effet apparaître que l'hiver est la seule saison où les sols peuvent reconstituer leurs réserves en eau, car c'est la seule époque de l'année où la pluviométrie dépasse le niveau d'évapotranspiration potentielle, condition d'un bilan pluie-évaporation positif, et donc d'une réalimentation en eau des couches profondes du sol. Même si ce scénario n'est pas présenté comme le plus probable, il doit cependant être pris en considération eu égard aux conséquences catastrophiques qu'il aurait. Qui plus est, dans les zones côtières, et en particulier sur le pourtour méditerranéen, baisse de pluviométrie hivernale et hausse du niveau de la mer se conjugueraient alors en tant que facteurs aggravant le risque de pénétration d'eau salée dans les sols, ce qui condamnerait les agriculteurs de ces régions à abandonner les cultures les plus sensibles à la salinité des

sols. Également, les zones où il y a concurrence, voire conflit d'intérêts, entre différents types d'usagers (agriculture, industrie, tourisme...) quant à l'utilisation de l'eau disponible, ont par là même un facteur de vulnérabilité accrue à toute restriction des ressources en eau. Enfin, il convient de souligner que la fonte d'une partie de la cryosphère (calotte glaciaire, glaces de mer et glaciers) réduirait d'autant les ressources en eau douce au niveau mondial.

### **QUELLE STRATÉGIE DE PARADE ?**

La menace que fait peser sur les ressources en eau les changements climatiques attendus plaide pour une amélioration et pour une plus grande efficacité de la gestion des ressources en eau, notamment en matière d'irrigation, à la fois au niveau régional et au niveau de chaque retenue d'eau ou barrage. Pour ce qui concerne les retenues d'eau et barrages alimentés par un bassin de captage situé essentiellement en zone de montagne, l'augmentation du ruissellement hivernal et la diminution du ruissellement au printemps vont changer les données du problème et exercer des contraintes de gestion accrues, la ressource hydraulique étant alors moins étalée dans le temps du fait de la fonte plus précoce du manteau neigeux. L'amélioration et la multiplication des dispositifs de collecte du ruissellement, tels que les lacs collinaires, pourraient, par ailleurs, contribuer à augmenter le volume de stockage d'eau pour l'irrigation en été.

**Emmanuel Choisel**

METEO-FRANCE

Direction générale

1, Quai Branly

75340-PARIS Cedex 07

L'auteur remercie Jean-Noël Terrible, de l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture (A.P.C.A.) de ses suggestions pour la rédaction de cet article.

#### **Bibliographie**

IPCC, 1996 : Climate Change 1995. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 572p.

MARTIN E., 1996 : Enneigement et variations du climat. Prospective et tourisme, Cahier Espaces n° 49, p. 98-106.