

Cambiamenti

■ Jean Philippe
Torterotot
*J.-P. Torterotot,
Cemagref, Francia.*

**Conseguenze
dei cambiamenti climatici
sui servizi pubblici di acquedotto,
fognatura, depurazione e rifiuti
e per gli ambienti
acquatici.**

cambiamenti climatici

EFFETTI SUL TRATTAMENTO DELLE ACQUE

Questo documento si basa su una relazione presentata all'86° Congresso dell'Astee a Barcellona nel giugno 2007 sulle conseguenze dei cambiamenti climatici, attenuazione di quelli di origine antropica, strategie metodologiche e tecnologie di adattamento in situazioni di incertezza. La relazione a cura di Jean Philippe Torterotot, capo del dipartimento "Risorse Idriche, Usi e Rischi" del Cemagref e vice presidente dell'European Water Association (Ewa), è stata redatta con il contributo di Cemagref, di Lyonnaise des Eaux, di Veolia Eaux e del Consiglio generale francese delle Miniere. Esso raggruppa un insieme di riflessioni trasversali sulle incidenze del cambiamento climatico in materia di servizi pubblici di acquedotto, fognatura, depurazione e rifiuti e in materia della risorsa idrica e degli ambienti acquatici. Nell'impossibilità di pubblicare la traduzione del testo completo, data la sua estensione, se ne propone un ampio riassunto sottolineando gli aspetti fondamentali e le riflessioni, rimandando il lettore al testo originale.

La Rivista *Inquinamento* ringrazia l'Autore e il Direttore della rivista Astee che ha autorizzato la pubblicazione.

Tema di urgente attualità

La questione dei cambiamenti climatici e le loro conseguenze continua ad attirare l'attenzione e la preoccupazione dei politici, degli amministratori e delle popolazioni. Nel corso degli ultimi decenni si sono ridotte le incertezze sulle previsioni dei cambiamenti climatici ed anche le responsabilità legate alla antropizzazione. I responsabili della gestione e i tecnici, a fronte di questa situazione, si sono messi ad affrontare non solamente i problemi di mitigazione dei cambiamenti (riduzione dei gas ad effetto serra, riduzione dei consumi energetici, aumento della percentuale di energie rinnovabili) ma anche quelli di adattamento alle

documento

Figura 1 - Rappresentazione degli ambienti acquatici, delle risorse idriche e dei loro usi esposte ai fattori di cambiamenti globali: a) senza rappresentazione dei fattori di occupazione dei suoli; b) con l'aggiunta dei fattori di occupazione dei suoli.

conseguenze previste, probabili o ancora da identificare di questi cambiamenti. I servizi pubblici di igiene ambientale, come qualsiasi altra attività umana, allo scopo di attenuare i cam-

biamenti puntano a ridurre i consumi energetici e quello delle materie prime. Si tratta di obiettivi e strumenti comuni ad altri interventi per uno sviluppo durevole. Ma questi servizi pos-

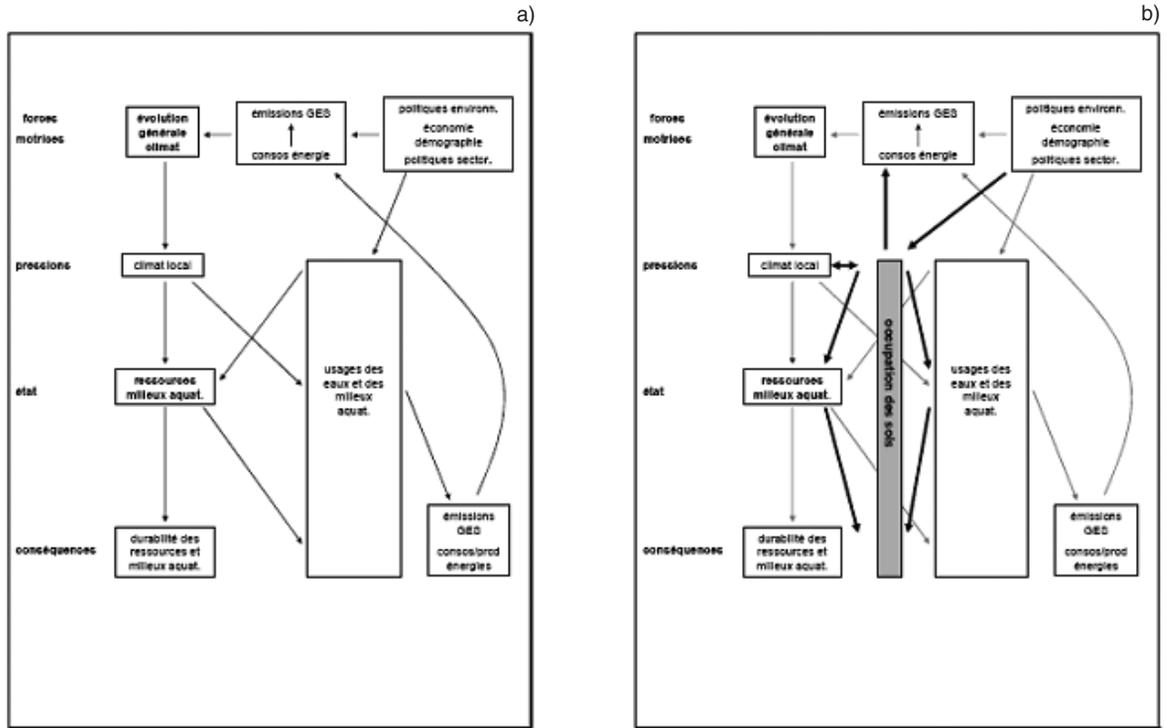
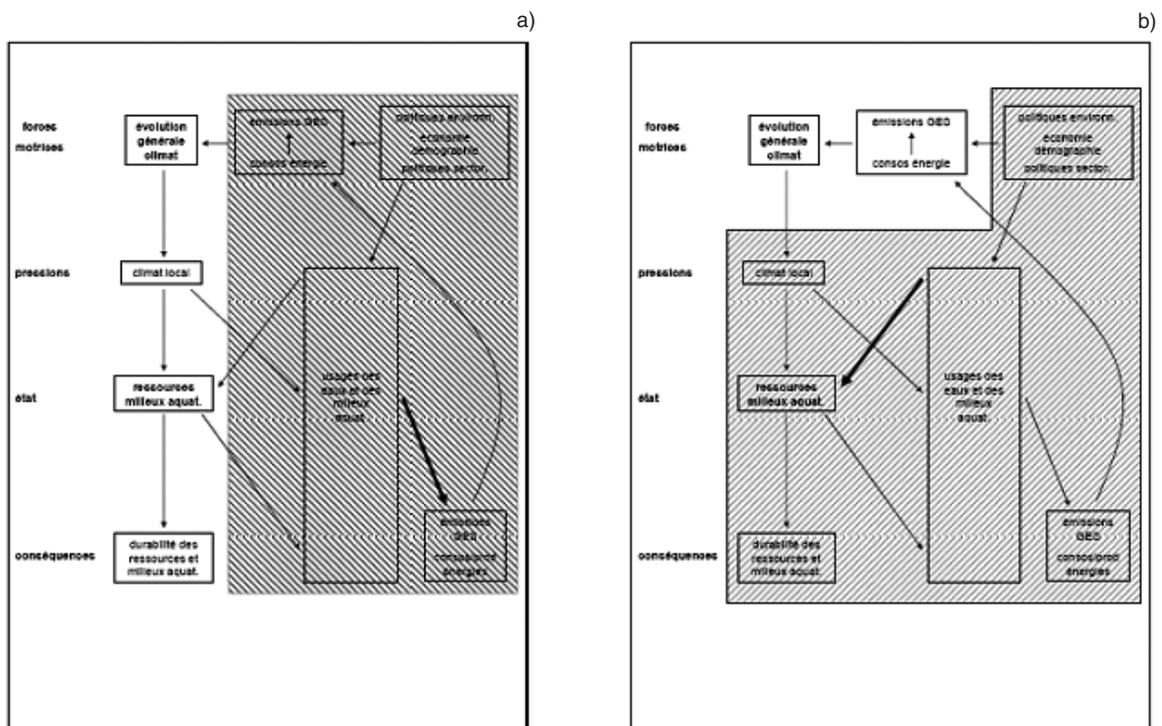


Figura 2 - Rappresentazione degli ambienti acquatici, delle risorse idriche e dei loro usi esposte ai fattori di cambiamenti globali. Risposte di attenuazione e di adattamento. Le frecce marcate rappresentano le azioni sulle quali intervengono rispettivamente i due tipi di risposta; la zona tratteggiata rappresenta i sottosistemi a livello dei quali si analizzano e si valutano i processi di mitigazione e di adattamento: a) mitigazione; b) adattamento.



sono anche essere sottoposti alle conseguenze a cui sono direttamente esposti quali la riduzione potenziale delle risorse idriche, l'evoluzione della loro qualità, l'impatto sugli ambienti acquatici, il verificarsi di fenomeni estremi. Le strutture possono essere coinvolte a livello di progettazione, dimensionamento e di gestione sia ordinaria sia straordinaria, come nel caso di crisi. Gli ambienti acquatici e le risorse idriche, che entrano a far parte in qualche modo di questi servizi, sono ugualmente esposti alle conseguenze dei cambiamenti del clima: evoluzione del regime delle piogge, delle portate, delle caratteristiche di qualità, delle temperature; modifica della morfologia dei corsi d'acqua, alterazione dei processi biologici, ecc. Sono altresì coinvolti, nei processi di attenuazione, i servizi legati alla raccolta, trasporto e trattamento dei rifiuti solidi, relativamente all'energia, alle materie prime, alle emissioni di gas a effetto serra. Va sottolineato che i settori dell'acqua e dei rifiuti costituiscono sistemi aperti sensibili a qualsiasi cambiamento globale di natura economica, sociale ed ambientale. La Conferenza sui cambiamenti climatici tenutasi a Berlino dal 12 al 14 febbraio

2007 ha lanciato un chiaro messaggio, suffragato dai risultati scientifici, che induce fin d'ora a porre in atto una strategia dell'adattamento e tale strategia necessita di un approccio collettivo.

I cambiamenti climatici

In tutto il mondo il dibattito scientifico sui cambiamenti climatici osservati e previsti è molto elevato. I fenomeni probabili, plausibili o comunque da prendere in considerazione osservati in Europa ed in particolare in Francia sono descritti di seguito. A livello di Europa le osservazioni [1, 2] riguardano: un aumento delle precipitazioni nel nord Europa, forti precipitazioni più frequenti lungo le coste, aumento delle portate dei corsi d'acqua di nevai e ghiacciai, aumento della temperatura dei laghi e dei corsi d'acqua. In generale si osserva una evoluzione dei sistemi fisici e biologici (specie animali e vegetali) coerente con i cambiamenti attesi a seguito del riscaldamento. In Francia, secondo uno studio di Lang e Renard [3], a livello nazionale non si osserva una evoluzione delle portate in quanto piene e magre sono di origine meteorologica e legate a fattori locali. Le magre sono meno

severe, fatta eccezione per la zona dei Pirenei e i Paesi Baschi; sulle Alpi si osserva uno scioglimento delle nevi più precoce; nel Nord Est si osserva un aumento delle portate massime annuali ed un aggravarsi delle esondazioni nelle regioni con clima oceanico. Per quanto riguarda le previsioni i cambiamenti a livello planetario al 2050 [4] indicano:

- un aumento del 10-40% delle portate annuali alle elevate latitudini ed in alcune zone tropicali umide;
- una diminuzione delle portate annuali del 10-30% in certe zone secche a media latitudine e nelle zone tropicali secche;
- una riduzione della disponibilità di acqua nelle zone alimentate da nevai e ghiacciai, aree che coinvolgono un sesto della popolazione mondiale;
- un aumento medio delle piene improvvise e dei fenomeni di erosione.

Nella maggior parte dell'Europa occidentale e nel bacino del Mediterraneo aumentano i fenomeni di siccità sia per intensità sia per frequenza [5]. Per la Francia uno studio dell'Insu [6] prevede globalmente fenomeni di siccità più intensi e frequenti. È evidente che l'idrologia, come la qualità delle acque, sono

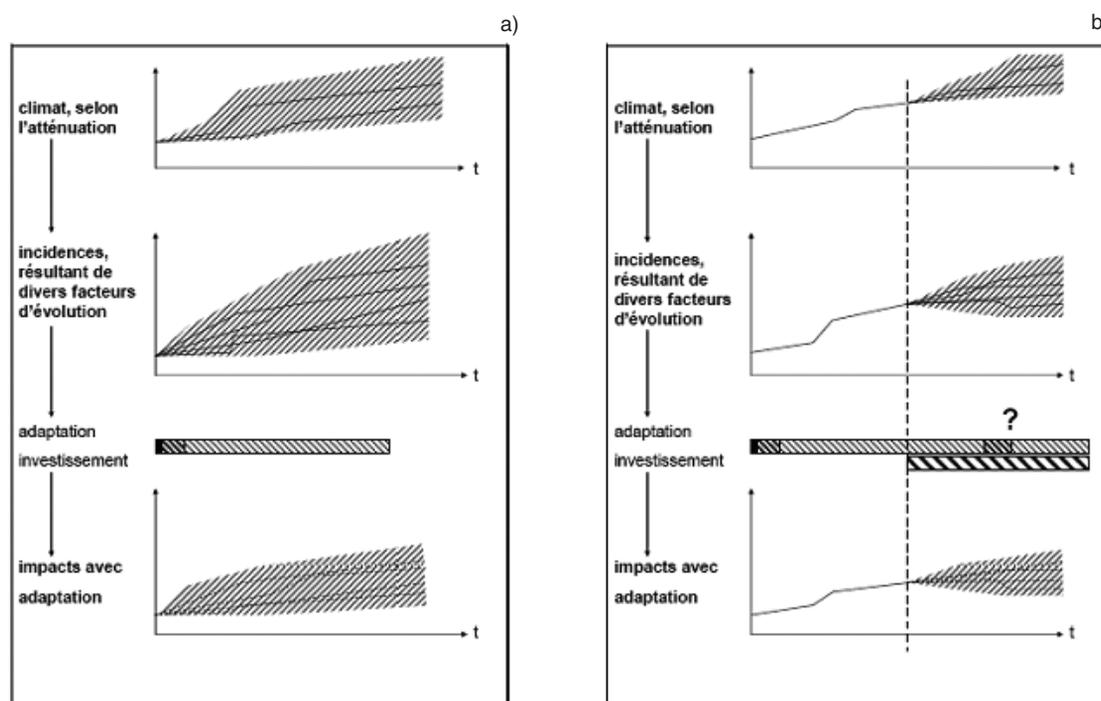


Figura 3 - Concezione e messa in atto di uno strumento che assuri un adattamento al cambiamento climatico, a fronte delle incertezze sull'evoluzione del clima e delle sue incidenze: a) decisione "iniziale"; b) rimessa in discussione dello strumento nel corso del suo ciclo di vita.

influenzate dai cambiamenti climatici, ma vanno ricordate anche le attività antropiche che attraverso i prelievi, la costruzione di invasi, l'alterazione del letto dei corsi d'acqua ecc. possono agire sulle risorse idriche, sugli ambienti acquatici, sugli usi delle acque. Un ulteriore fattore importante da considerare, peraltro non o poco preso in considerazione dai modelli attuali sull'evoluzione del clima, è l'occupazione del suolo [7]. Infine, anche se non direttamente o parzialmente legati alle conseguenze dei cambiamenti climatici, vanno tenuti presenti altri fattori quali la demografia, l'attività economica, la disponibilità di energia, le politiche pubbliche di settore e quelle di uno

sviluppo durevole, le politiche di finanziamento delle infrastrutture, l'opinione pubblica.

Conseguenze

Le conseguenze dei cambiamenti climatici sulle strutture dei servizi di acquedotto, fognatura, depurazione e rifiuti, sulle risorse idriche e sugli ambienti acquatici devono tener conto dell'evoluzione della disponibilità d'acqua sia per quanto riguarda la qualità sia la quantità, dei processi biologici, della biodiversità, delle richieste di acqua e di eventuali conflitti per i suoi usi. Le conseguenze a seguito del cambiamento del clima (considerato come un insieme di cambiamenti globali) coinvolgono una serie di parametri idrocli-

matici come il volume annuo apportato da un acquifero, la ripartizione stagionale per i piccoli corsi d'acqua, la temperatura, la pluviometria in specifici periodi per le colture e le specie vegetali. Tali conseguenze vanno considerate ed affrontate su scala spaziale e temporale.

Tra i settori più vulnerabili e sensibili ai cambiamenti climatici vanno ricordati, senza un ordine di importanza [8, 9]:

- le morbide al Sud dell'Europa;
- le piene nell'Europa Centrale e nell'area mediterranea;
- la salute;
- le vacanze, il turismo;
- l'acquacoltura, la pesca (talvolta molto sensibile ad altri fattori di cambiamento);
- l'aumento dell'evapotraspirazio-



DEFINIZIONI

Le definizioni riportate sono quelle dei Gruppi I e III del Gruppo di Esperti Intergovernativi sulla Evoluzione del Clima (www.ipcc.ch).

Cambiamenti climatici (Climate change)

Variazione statisticamente significativa dello stato medio del clima o della sua variabilità, che persiste per un periodo abbastanza lungo (generalmente alcuni decenni o più).

I cambiamenti climatici possono essere dovuti a processi naturali interni o a delle forze esterne o ancora alla persistenza di variazioni antropiche della composizione dell'atmosfera o di utilizzo delle terre.

Impatti del clima (Impacts)

Conseguenze dell'evoluzione del clima per i sistemi naturali ed umani (potenziali/residuali).

Gli impatti potenziali sono quelli che si produrrebbero in assenza di adattamento (vedi sotto), gli impatti residuali quelli che si producono senza adattamento.

Mitigazione o attenuazione (Mitigation)

Intervento dell'uomo atto a ridurre le emissioni di gas a effetto serra provenienti da fonti o a rafforzare i sistemi di sequestro.

Adattamento (Adaptation)

Reazione dei sistemi naturali o antropici agli stimoli reali o previsti o ai loro effetti, in vista di mitigare le conseguenze o di sfruttare i vantaggi.

Vulnerabilità (Vulnerability)

Grado al quale un sistema è sensibile - o incapace a far fronte - agli effetti sfavorevoli dei cambiamenti climatici, compresa la variazione di clima e i fenomeni estremi.



ne e la modifica dei calendari agricoli;

- l'intrusione di acque marine nelle zone umide costiere;
 - la produzione di energia (riduzione di produzione di elettricità, disponibilità d'acqua per il raffreddamento);
- oltre ad un'attenzione e sensibilità crescente nell'opinione pubblica, come dimostrano i sondaggi più recenti in Francia.

Gli interventi

Gli interventi da mettere in atto contro i cambiamenti climatici sono azioni volte sia alla mitigazione dei cambiamenti sia all'adattamento dei cambiamenti stessi. Un tentativo di descrivere il quadro nel quale iscriverne i cambiamenti climatici, le incidenze, l'attenuazione e l'adattamento relativi agli ambienti acquatici, alle risorse idriche e

ai loro usi, viene illustrato nelle figure.

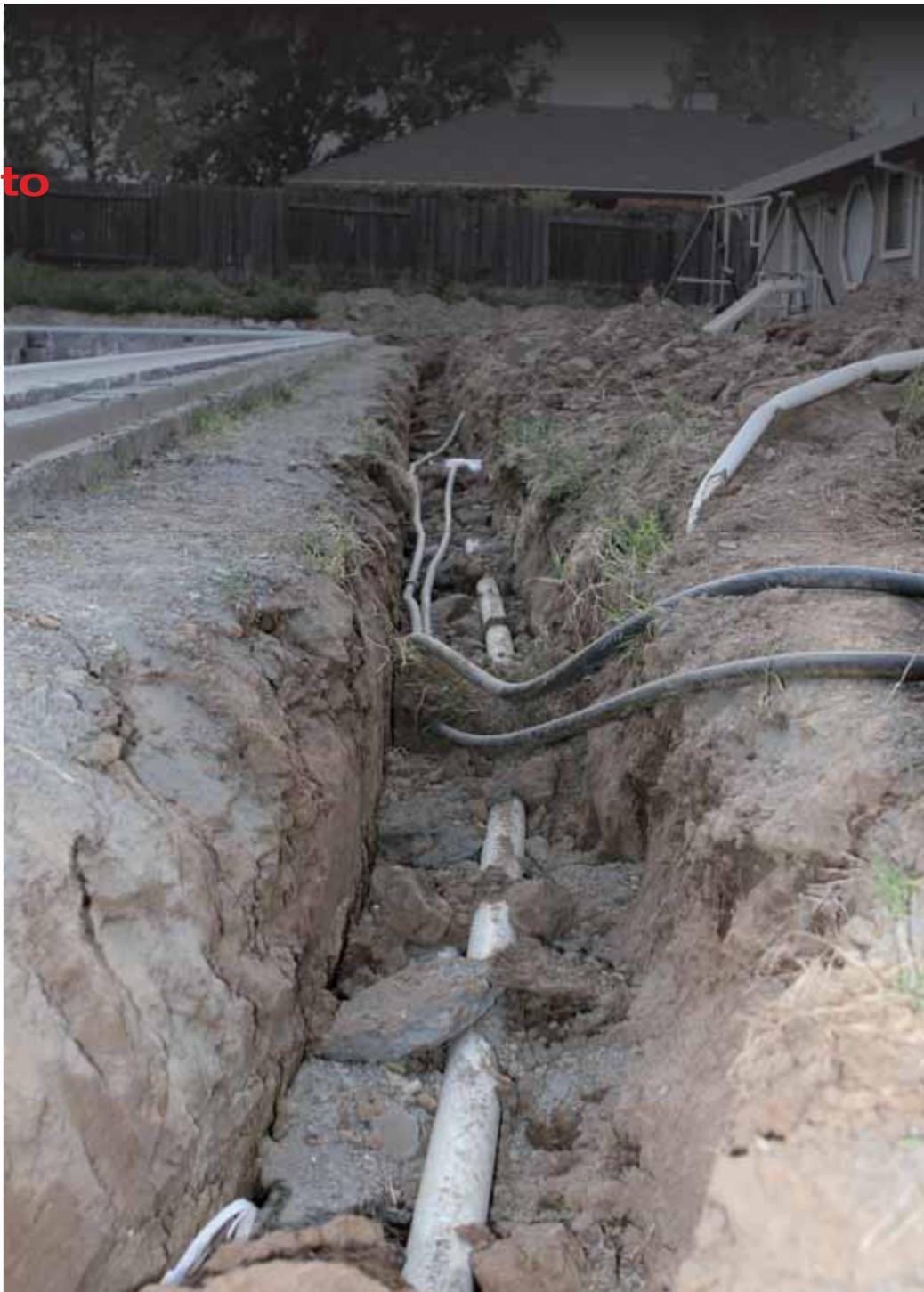
Nella Figura 1 vengono rappresentati gli ambienti acquatici, le risorse idriche e gli usi (tenendo conto o meno dell'occupazione del suolo) esposti a fattori globali di cambiamento.

Questa rappresentazione è basata sugli ambienti e le risorse secondo una logica di "forze motrici, pressioni, stato, conseguenze".

La Figura 2 interpreta le risposte in termini di adattamento e di mitigazione ai cambiamenti climatici globali. Dal momento che le risorse e gli ambienti sono fortemente interdipendenti con gli usi dell'acqua è evidente che le interazioni risultano molto forti con l'occupazione del suolo e che questa, sia a scala locale sia globale, retroagisce sui fattori climatici.

Interventi di mitigazione dei cambiamenti climatici

Le azioni di mitigazione vanno nella direzione di una riduzione delle emissioni dei gas ad effetto serra o al rafforzamento dei metodi di sequestro. Nel caso degli acquedotti, della depurazione delle acque e dei rifiuti si tratta di ridurre le emissioni dirette ma anche quelle che provengono dagli impianti in base al loro ciclo di vita e al tipo di fonte energetica utilizzata. Negli ultimi trent'anni l'aumento più grande delle emissioni è legato al settore della fornitura di energia [4]. Per quanto riguarda i rifiuti il contributo alle emissioni globali di gas ad effetto serra (Ges) è inferiore al 5% e questo può essere ridotto ulteriormente utilizzando trattamenti biologici, di separazione e di ricircolo, oltre che ad una riduzione alla fonte



dei rifiuti (politica di "non rifiuti"; [10]). Per l'acqua potabile i costi energetici rappresentano più del 50% dei costi totali di funzionamento. L'obiettivo dell'Unione Europea è di arrivare al 2020 con una riduzione delle emissioni del 15-30% e del 60-80% entro il 2050. La definizione di tale obiettivo e la sua attuazione nei diversi settori produttori di gas ad effetto serra e consumatori di energia richiedono politiche intersettoriali e di lungo termine.

Interventi di adattamento alle conseguenze dei cambiamenti climatici

Le politiche di adattamento ai cambiamenti climatici riguardano, specialmente a livello locale, gli acquedotti e gli impianti di

depurazione, gli ambienti acquatici e le risorse idriche, mentre non si pongono che minimamente per i rifiuti. Un primo problema è quello di poter anticipare e "prevedere" l'evoluzione del clima e degli altri fattori globali e i loro effetti diretti sui corpi idrici, sulle risorse e sugli impianti. A questo si aggiunge la difficoltà di prevedere l'evoluzione del rapporto tra clima e risorse idriche o usi dell'acqua [11, 12].

I cambiamenti climatici possono anche tradursi in fenomeni di rottura e di non ritorno e ciò porta incertezza sulle decisioni da prendere a medio e lungo termine. In questi casi si tratta di far fronte a situazioni locali sia in condizioni di gestione normale sia nei momenti di crisi, definendo le misure di adatta-

mento. I grandi tipi di misure di adattamento possono essere descritte secondo la seguente metodologia [9]:

- ripartizione delle perdite, ad esempio con la diversificazione delle risorse (dissalazione, riutilizzo e riciclo dell'acqua);
- prevenzione strutturale degli incidenti con la messa in opera o la modifica delle infrastrutture e delle tecnologie mediante il dimensionamento dei sistemi di accumulo, vasche di prima pioggia, revisione dei "coefficienti di sicurezza" ecc.;
- sviluppo della capacità progressiva di adattamento, come l'integrazione della pianificazione, le modalità di prendere le decisioni, lo sviluppo della flessibilità ecc.;
- evitare le conseguenze attra-

verso la gestione della crisi, la previsione, l'allarme. Standish-Lee *et al.* [13] presentano un insieme di misure di adattamento per i servizi di acquedotto nella zona ovest degli Stati Uniti secondo delle linee di azioni che potrebbero essere adottate in situazioni di rischio o di crisi indipendentemente dai cambiamenti climatici. Tali misure si basano sulla ricerca di fonti alternative, protezione delle risorse, riduzione dei consumi, elaborazione di modelli di previsione della domanda, preparazione alle crisi legate agli eventi di inondazione. L'insieme di queste misure e strategie devono però tener conto delle incertezze e la necessità di rafforzare l'elasticità nel campo delle risorse e degli usi.

Incertezza e il fattore tempi

Sia l'adattamento sia la mitigazione pongono alcune domande a livello di decisione e di gestione che riguardano la incertezza e il fattore tempi da tener presente a proposito di cambiamento globale.

Si pongono alcune domande:

- quale è la rappresentatività o la verosimiglianza dei scenari futuri (clima, incidenza)?
- come evolveranno gli altri fattori legati al cambiamento?
- quali gli effetti della mitigazione e dell'adattamento?
- quali saranno i progressi delle conoscenze?
- quando si dovranno ridefinire le strategie globali e locali?

La Figura 3 cerca di illustrare, anche se in maniera semplicistica, la questione della scelta iniziale e della modifica di uno strumento destinato all'adattamento. Circa la formalizzazione di questo tipo di decisione e circa gli strumenti necessari resta ancora molto da fare.

Considerazioni e conclusioni

I processi di mitigazione e di adattamento, strettamente legati tra loro che si possono osservare nella Figura 2, per molti comparti della gestione delle acque, possono sembrare parzialmente contraddittori. Richiamiamo la nostra posizio-

ne di non considerare isolatamente il fattore climatico, che si traduce combinando altri fattori di cambiamento globale con conseguenze sulle risorse idriche, sugli ambienti acquatici, sugli usi dell'acqua, sui servizi di approvvigionamento idrico e di depurazione e sui rifiuti.

La questione del cambiamento climatico è totalmente integrata con quella più generale dello sviluppo sostenibile. È allora indispensabile che il problema dell'adattamento venga affrontato parallelamente a quello della mitigazione per ridurre i costi futuri globali dell'adattamento stesso. Le decisioni da prendere devono evidentemente entrare nella logica del principio di precauzione. L'indispensabile presa di coscienza dei cambiamenti

globali, in particolare quelli climatici, nel settore dei servizi di igiene ambientale [acquedotti, fognature, depurazione, rifiuti] come in quello della gestione delle risorse idriche e della salvaguardia degli ambienti acquatici, ci porta più che mai a mettere in comune i nostri problemi e le nostre riflessioni con gli specialisti e i tecnici dell'acqua e dell'ambiente, sia in Francia sia all'estero.

La definizione e la messa progressiva in atto delle strategie di adattamento e di mitigazione, la loro integrazione nelle politiche ambientali, come nelle azioni e decisioni a livello locale, richiederà del tempo, nuove conoscenze, metodologie e tecnologie.



BIBLIOGRAFIA

- [1] Ipc - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007a. Fourth Assessment Report - contribution of working group I - summary for policymakers - "the physical science basis", Genève, Février 2007.
- [2] Ipc, 2007b. Fourth Assessment Report - contribution of working group II - summary for policymakers - "impacts, adaptation and vulnerability", Genève, Avril 2007.
- [3] M. Lang, B. Renard, 2007. Analyse régionale sur les extrêmes hydrométriques en France: détection de changements cohérents et recherche de causalité hydrologique. Communication au Congrès "Variations climatiques et hydrologie", Lyon, 27-28/03/2007, Société Hydrotechnique de France, Paris, 2007, 47.
- [4] Ipc, 2007c. Fourth Assessment Report - contribution of working group III - summary for policymakers - "climate change 2007: mitigation of climate change", Genève, Mai 2007.
- [5] Defra, "Adaptation to climate change - what needs to happen next?", Environment Agency - Dept for Environment, Food and Rural affairs, London, 2006.
- [6] Insu, "Les recherches françaises sur le changement climatique", Ministère délégué à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche - Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable - Cnrs, Paris, 2007.
- [7] Centre de Recherche Commun de la Commission Européenne, 2005. Research at Jrc in support of EU climate change policy making, Joint Research Centre, Commission Européenne, Bruxelles.
- [8] J.-L. Redaud *et al.*, "Changement climatique et impact sur le régime des eaux en France", Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (Premier Ministre et Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable), Paris, 2002.
- [9] Eea, European Environment Agency Technical Report N° 2/2007.
- [10] R. Guillet, Annales des Mines, Juillet 2005, 35.
- [11] L. Perreault *et al.*, Communication au Congrès "Variations climatiques et hydrologie", Lyon, 27-28/03/2007, Société Hydrotechnique de France, Paris, 2007, 123.
- [12] B. Manoha *et al.*, Communication au Congrès "Variations climatiques et hydrologie", Lyon, 27-28/03/2007, Société Hydrotechnique de France, Paris, 2007, 113.
- [13] P. Standish-Lee *et al.*, *Water 21*, October 2006, 20.
- [14] Commission Européenne, Climate change impacts on the water cycle, resources and quality - scientific and policy report, International Workshop, 25-26/09/2006, Bruxelles, 2007.
- [15] B. McCann, *Water 21*, October 2006, 16.
- [16] Onerc, "Collectivités locales et changements climatiques: êtes-vous prêt?", Observatoire National sur les Effets du Changement Climatique, Paris, 2004.
- [17] Onerc, "Adaptation au changement climatique, Conseil d'Orientation du 2 juin 2006", Observatoire National sur les Effets du Changement Climatique, Paris, 2006.