

ENERGIA E AMBIENTE
SCENARI E PROSPETTIVE PER L'EUROPA E PER L'ITALIA

ROMA
19-20 settembre 2007

*

PROSPETTIVA E SFIDA ENERGETICA MONDIALE
UN NUOVO PARADIGMA ENERGETICO

Bernard Laponche

Bernard Laponche è consulente indipendente, esperto di politiche dell'energia e del controllo dell'energia. Ingegnere (de l'Ecole Polytechnique), dottore in scienze e dottore in economia dell'energia, è stato, negli anni '80, Direttore Generale dell'Agenzia francese del Controllo dell'energia (AFME, divenuto poi ADEME), poi direttore del centro studi ICE, International Conseil Energie, tra il 1988 ed il 1998. Ha esercitato ed esercita le sue attività in Francia ed a livello internazionale, in particolare nei paesi dell'Europa centrale ed orientale e della CSI e nei paesi del Maghreb. B. Laponche è presidente del Comitato direttivo del programma Efficacia Energetica 21 della Commissione Economica Europea delle Nazioni Unite. E' coautore di "Maîtrise de l'énergie pour un monde vivable" ed autore di "Maîtriser la consommation d'énergie".

Indice

1. QUESTO NON È SOSTENIBILE	2
1.1 IL SUSSEGUIRSI DELLE TENDENZE E DELLE POLITICHE ATTUALI.....	2
1.2 VERSO UNA TRASFORMAZIONE PROFONDA DEL PAESAGGIO ENERGETICO.....	2
1.3 E SE?.....	3
1.4 QUESTO NON È SOSTENIBILE	4
2. UN NUOVO PARADIGMA ENERGETICO	5
2.1 FINO A QUI : DUE LOGICHE DISTINTE DELLE DOMANDA E DELL'OFFERTA	5
2.2 LA VERA DOMANDA : IL SERVIZIO ENERGETICO	6
2.3 IL CONTROLLO DEL CONSUMO ENERGETICO	6
2.4 UNA STRATEGIA DUE VOLTE VINCENTE.....	7
2.5 NUOVI DATI E NUOVI ELEMENTI	8
3. UNA STRATEGIA DI CONTROLLO DEL CONSUMO ENERGETICO	9
3.1 UN'ESPERIENZA DI TRENT'ANNI	9
3.2 DEI POTENZIALI CONSIDEREVOLI	11
4. PROSPETTIVE DI UNA DOMANDA DI ENERGIA "SOSTENIBILE".....	13
4.1 CRONISTORIA.....	13
4.2 UNO STUDIO RECENTE.....	14
5. CONCLUSIONI: UNA STRATEGIA UNIVERSALE	15
ALLEGATI : I CONSUMI ENERGETICI NEL MONDO	17
I. RETI ENERGETICHE : DAL BISOGNO ALLA RISORSA PRIMARIA	18
II. CONSUMI GLOBALI	20
III CONSUMI E COMPARAZIONI REGIONALI.....	25
IV. CONSUMI PER ABITANTE ED INTENSITÀ ENERGETICA.....	26
V. EMISSIONE DI ANIDRIDE CARBONICA	28
BREVE BIBLIOGRAFIA.....	30

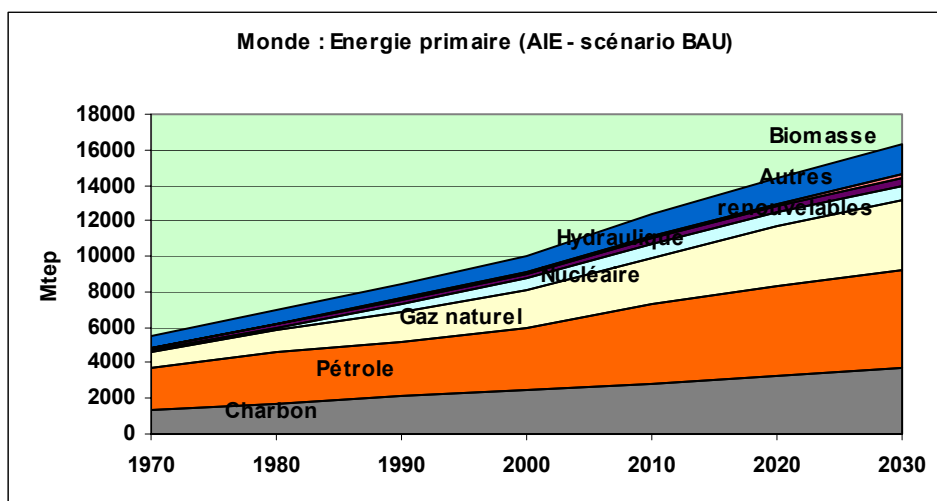
1. QUESTO NON È SOSTENIBILE

1.1 IL SUSSEGUIRSI DELLE TENDENZE E DELLE POLITICHE ATTUALI

L'Agencia Internazionale dell'Energia (AIE) pubblica annualmente dei prospetti energetici mondiali ("World Energy Outlook") il cui principio di elaborazione è basato su un'analisi dei bisogni e delle risorse e sul susseguirsi delle politiche attuali degli Stati e delle imprese (scenario "business as usual" o BAU). Dal punto di vista metodologico, i modelli che elaborano questi studi sono basati essenzialmente su relazioni econometriche (sul modello delle tendenze passate) e sugli effetti (sulla domanda e sull'offerta) dei prezzi delle energie. Il metodo ha i suoi limiti e non permette una visuale troppo in là nel tempo. Soprattutto perché s'interessa dell'offerta dell'energia restando meno dettagliato sulla domanda. Prendendo atto di questi limiti, i rapporti dell'AIE sono considerati come un riferimento. Esse rappresentano, in un certo modo, il pensiero ufficiale dell'OCDE e sono perciò estremamente interessanti.

La figura sottostante mostra questi prospetti con un limite posto al 2030 (pubblicazione dell'AIE del 2005)¹

Figura 1



Il consumo mondiale dell'energia primaria sarebbe moltiplicato per 1,8 tra il 2000 e il 2030 (tasso di crescita annuale del 1,5%), e le emissioni di CO₂ per 1,6².

Il consumo del gas naturale vedrebbe una crescita annuale media del 2,1% all'anno, ma il petrolio resterebbe l'energia dominante.

Cresce l'apporto della biomassa e le "altre rinnovabili" (eolica, solare) che però, pur subendo una forte crescita resterebbero, in valore assoluto, marginali nel 2030.

La crescita annuale del consumo d'energia primaria sarebbe, a partire dal 2003, dell'1,5%. L'investimento totale nel settore energetico (offerta) sarebbe nel periodo 2000-2030 di 16 000 miliardi di dollari, di cui il 60% per l'elettricità (produzione, trasporto e distribuzione).

1.2 VERSO UNA TRASFORMAZIONE PROFONDA DEL PAESAGGIO ENERGETICO

La prospettiva tracciata dall'AIE si accompagna a dei profondi sconvolgimenti della struttura della domanda energetica mondiale, sul piano geografico e sul piano settoriale.

Il 62% dell'aumento del consumo dell'energia si collocherebbe nei paesi in via di sviluppo. Il consumo globale di questi paesi passerebbe dal 30% di oggi al 43% nel 2030. La Cina rappresenterebbe la parte più coinvolta di questo incremento di consumo contando quasi un terzo della crescita totale dei paesi in via di sviluppo, seguita dall'India e dal Brasile (5% ciascuno).

Consumerebbe nel 2030 quasi quello che oggi consuma l'America del Nord o l'equivalente di quello che oggi consuma la totalità dell'Europa.

¹ Considerati i dieci anni di periodi intermedi, le fluttuazioni dei consumi prima del 2000 (shock petroliferi) ne sono riprodotte su questa figura.

² Si ricorda che quanto a produzione d'elettricità, la nucleare e l'idraulica sono quasi allo stesso livello nel 2004.

Sul piano settoriale, i trasporti e gli usi vincolati dell'elettricità sarebbero chiamati a seguire una crescita più forte della media, a differenza dell'uso termico il quale vedrebbe una crescita più moderata.

Il peso dei trasporti nel consumo finale dell'energia mondiale passerebbe così dal 29% di oggi al 33% nel 2030, e l'elettricità dal 18% al 22%.

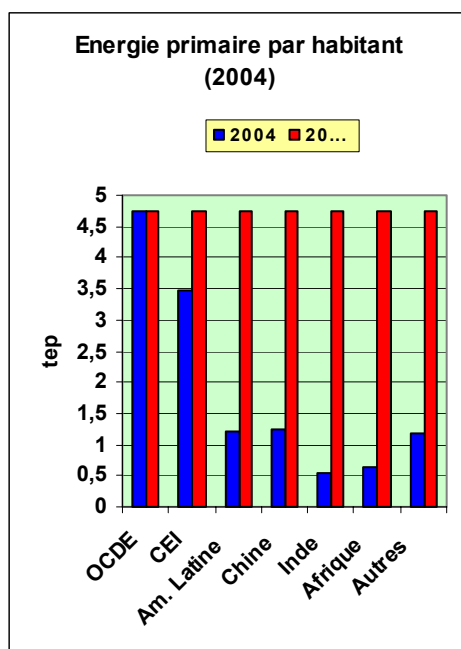
Ora, chi dice trasporto di petrolio, e chi dice elettricità si riferisce necessariamente al Rendimento di Carnot e quindi ad una importante perdita di trasformazione e di distribuzione. Il mondo energetico che ci prospetta l'AIE per il 2030 sarebbe così un mondo dove l'uso vincolante del petrolio si sarebbe appesantito considerevolmente, malgrado la minaccia di impoverimento delle risorse, e dove l'efficienza globale si sarebbe affievolita malgrado la minaccia del cambiamento climatico.

1.3 E SE?

Se il modello energetico in vigore fino ad'ora si limitasse ai paesi dell'OCDE, potrebbe senza dubbio perdurare nel tempo. Ma se consideriamo che sul pianeta ci sono uno (Cina), due (India), tre...insiemi della stessa misura dove lo sviluppo economico è sia legittimo che auspicabile, allora il sistema energetico attuale basato su uno sviluppo e sociale "energivoro" non regge: non c'è sviluppo sostenibile compatibile con questo modello e con questo paradigma energetico.

Le figure che seguono mostrano quello che sarebbe il consumo mondiale di energia se la Cina, l'India e gli altri paesi del pianeta dovessero consumare, posto un limite indeterminato dal XX secolo, la stessa quantità di energia primaria per abitante di quella odierna dei paesi dell'OECD, supponendo che i livelli di popolazione allo stesso limite siano gli stessi di oggi.

Figure 2 - 3



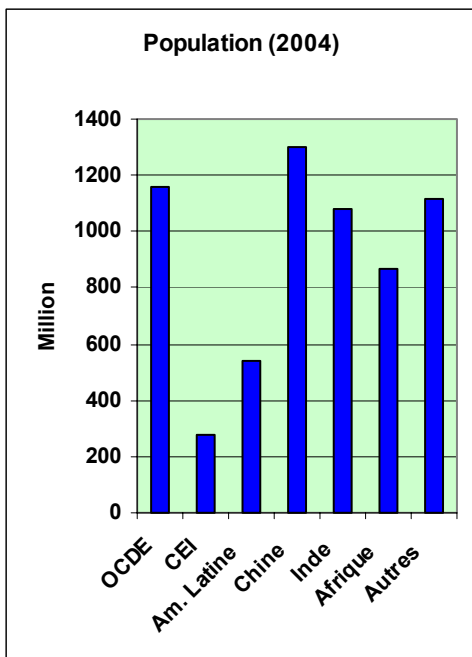
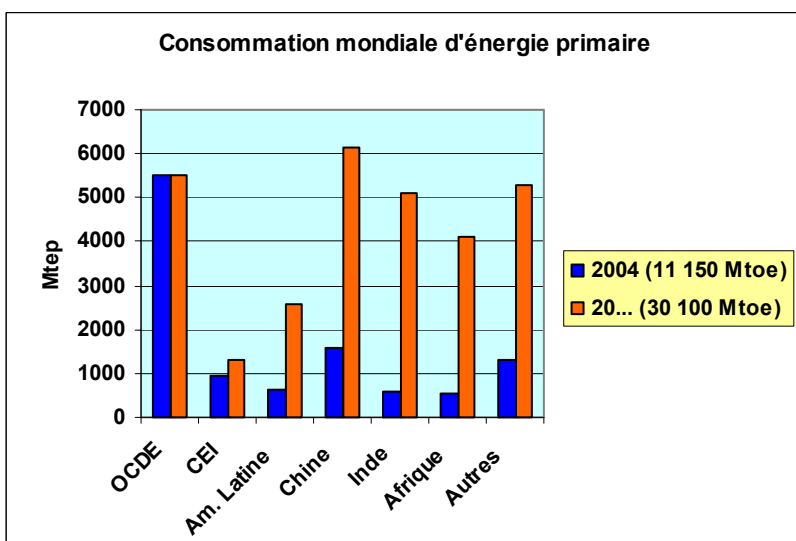


Figura 4



Anche con una popolazione costante, il consumo totale dell'energia primaria supererebbe 30 miliardi di tep, quasi il triplo del consumo attuale.

Se, come prevedono i demografi (e in assenza di catastrofi mondiali), la popolazione mondiale dovesse passare dai 9 agli 11 miliardi, un tale ragionamento condurrebbe ad un consumo dell'ordine di 50 miliardi di tep.

Una tale situazione non è soltanto "non sostenibile", è semplicemente **impossibile** (in termini di risorse, di costi economici, di danni ambientali, di conflitti armati). Il sistema energetico non sarebbe più in grado di rispondere ad una tale domanda: servirebbero da tre a cinque "**Pianeta Terra**" per arrivarci!

1.4 QUESTO NON È DURATURO

La parte più interessante di questo studio è infatti il commento della Direzione dell'AIE che accompagna la sua presentazione. Dalla conferenza stampa di presentazione del rapporto "World Energy Outlook 2005" del luglio 2005, William C. Ramsay, Vice Direttore Esecutivo dell'AIE dichiarava:

" These projected trends have important implications and lead to a future that is not sustainable, from an energy-security or environmental perspective. We must change these outcomes and get the planet onto a sustainable energy path". Questo giudizio è fondamentale: gli studi dell'AIE non devono essere considerati come una previsione bensì come un avvertimento.

Il susseguirsi delle tendenze attuali sul consumo energetico al livello mondiale si urta con dei limiti insormontabili e conduce lo sviluppo ad un vicolo cieco, accentua le disuguaglianze tra paesi ricchi e paesi poveri e contribuisce alla frattura sociale. Lo sviluppo economico e sociale non può essere che essere frenato, persino reso impossibile, dall'insicurezza energetica (approvvigionamento fisico attraverso i vincoli geopolitici, aumento dei prezzi, impoverimento delle risorse a medio termine, rischi tecnologici e di aggressioni esterne di tutti i tipi), dalla degradazione dell'ambiente locale (inquinamento, incidenti) e globale (cambiamento climatico). L'aumento dei prezzi del petrolio danneggia sin da ora le economie più fragili. Si manifestano quattro ostacoli di crescente importanza:

- Ostacolo economico : da un lato sugli investimenti di cui abbiamo parlato prima, d'altro lato sui prezzi dell'energia, in particolare il petrolio, di cui i recenti aumenti mettono già "in ginocchio" le economie più fragili.

- Ostacolo delle risorse energetiche : anche se la questione delle risorse in idrocarburi resta oggetto di contestazione, ognuno sa che si tratta di risorse limitate e che il XXI° secolo vedrà probabilmente la loro decrescita e, da lì, il loro rincaro. Non si può contare su queste risorse al fine di uno sviluppo sostenibile.

- Sicurezza energetica : l'indipendenza energetica non è un dogma, ma una dipendenza troppo grande non fa'altro che indebolire l'economia, in termini di rischio di rifornimento e di rincaro della fattura energetica. La dipendenza estrema (il caso dei trasporti e dei prodotti petroliferi) può condurre a dei conflitti maggiori³.

- Gli attacchi all'ambiente, alla vita e alla salute umana, causato dalla produzione e il consumo dell'energia (emissioni inquinanti nell'aria e nell'acqua, gravi incidenti...) sono considerevoli ed i rischi del cambiamento climatico già mobilitano la comunità internazionale (Convenzione superiore delle Nazioni Unite sul cambiamento climatico del 1992, Protocollo di Kyoto del 1997, entrato in vigore nel febbraio 2005). L'aspirazione ad uno sviluppo economico e sociale è legittimo e, per questo, abbiamo bisogno dell'energia. Quello che mostra il rapporto sulle prospettive energetiche dell'AIE è che il susseguirsi dello sviluppo sulla base del modello energetico attuale dei paesi industrializzati, modello che i paesi in via di sviluppo vedono come l'obiettivo da raggiungere, è talmente difficile e costoso che, già solo per l'energia, o sviluppo economico e sociale sarebbe radicalmente compromesso e non solamente per i paesi più poveri. Inoltre, questa strada aggraverebbe inesorabilmente i rischi di cambiamento climatico.

Le politiche "business as usual" conducono ad un arresto dello sviluppo: c'è un'altra strada?

2. UN NUOVO PARADIGMA ENERGETICO

2.1 FINO AD OGGI: DUE LOGICHE DISTINTE DELLA DOMANDA E DELL'OFFERTA.

Il "settore energetico" copre tutte le attività industriali che vanno dall'utilizzo delle risorse primarie alla consegna dei prodotti energetici al consumatore finale ("l'offerta dell'energia"). Il settore energetico si sviluppa in funzione dell'importanza e del costo della risorsa, delle capacità d'investimento, della solvibilità della domanda. Esso possiede una dinamica propria, mondiale o regionale per le grandi energie commerciali ed ha come obiettivo di rispondere, i quantità e in qualità, alla domanda dei consumatori.

D'altro canto, la domanda dell'energia è il risultato della crescita economica e sociale che possiede una sua propria dinamica legata alle capacità d'investimento in infrastrutture della collettività e di acquisto dei beni e dei prodotti da parte delle imprese, le collettività e gli immobili. Per gli immobili come per molte imprese, la domanda d'energia deriva dalla scelta e dalle possibilità d'investimento e dalle spese spesso determinate più dal costo delle attrezzature (l'automobile, l'alloggio...) che dal prezzo delle energie, e questo fa sì che ci si allontani dalla questione energetica.

La domanda e l'offerta di energia si incontrano sul livello del consumo d'energia finale e quindi sul prezzo del prodotto energetico consumato il quale rappresenta in generale il frutto di una combinazione variabile secondo i paesi del costo di produzione e di fornitura del prodotto e delle diverse tasse, a volte largamente superiori a questo costo (il caso della benzina in Francia per esempio). In altri casi, per ragioni politiche o sociali, il prezzo del prodotto energetico finale è sovvenzionato dallo stato ed è inferiore al suo costo.

L'approccio classico del paradigma energetico è stato quello di considerare la questione energetica come

riguardante unicamente l'offerta di energia la quale deve rispondere ad una domanda sempre crescente, ed a migliori condizioni di rifornimento e di costo. Ad una crescita della domanda considerata come illimitata doveva corrispondere una crescita simile dell'offerta.

In seguito alla rivoluzione industriale, l'energia è diventata una importante sfida economica e strategica, simbolo e misura del successo dello sviluppo, sia nei paesi ad economia capitalista che nei paesi ad economia pianificata e centralizzata: il progresso economico doveva misurarsi con l'aumento regolare e illimitato della produzione e del consumo del carbone, del petrolio, del gas, dell'elettricità...

Le crisi del rifornimento petrolifero degli anni 70 (gli "shock petroliferi") sono state emblematiche sotto diversi aspetti. Si è preso coscienza che le risorse energetiche fossili non sono illimitate, che il loro consumo senza precauzione porterebbe ad loro impoverimento e all'aumento del loro costo, che la concentrazione delle risorse più importanti in alcune zone geografiche può portare gravi crisi economiche e sociali. Malgrado questo avvertimento e le minacce sull'ambiente globale che si confermano anno dopo anno, il susseguirsi delle tendenze attuali secondo il paradigma di priorità all'offerta dell'energia conduce ad un vicolo cieco.

2.2 LA VERA DOMANDA : IL SERVIZIO ENERGETICO

I bisogni del consumatore (abitazioni, imprese, collettività locali) non rappresentano direttamente dei prodotti energetici ma dei beni e dei servizi indispensabili allo sviluppo economico e sociale, al benessere e alla qualità della vita. L'ottenimento di questi beni e servizi necessita, per essere soddisfatto, di un certo consumo di energia.

L'ottenimento di un bene o di un servizio che richiede energia (comunemente chiamato "servizio energetico"), che noi chiameremo "S" è la combinazione di tre termini ed è quello che illustriamo attraverso la formula:

$$S = U * A * E^4$$

Il primo termine « U » (per utilizzo) caratterizza il modo in cui il servizio di cui si ha bisogno viene ottenuto: per esempio la modalità di trasporto per gli spostamenti, il tipo di habitat e di urbanistica, le caratteristiche del confort ricercato, ecc. Questo termine dipende in particolare dal clima ma anche dalle abitudini e dagli stili di vita, e in generale, dal "tipo di civilizzazione".

Il secondo termine « A » (per apparato) designa le attrezzature o l'apparato utilizzato per ottenere il servizio domandato: se si prende in esempio il confort dell'habitat, il termine A designerà le qualità tecniche dell'alloggio e del mezzo di riscaldamento utilizzato, delle apparecchiature elettrodomestiche ecc).

Il terzo termine, « E » (per energia) designa il consumo finale dell'energia corrispondente al servizio reso S, considerate le condizioni di utilizzo U e l'utilizzazione dell'apparato A: E si esprime secondo la quantità di un prodotto energetico particolare⁵.

I termini U e A caratterizzano le condizioni nelle quali E viene consumato. La quantità di energia E consumata per un servizio reso S dato varia considerevolmente secondo l'utilizzo (U), secondo la definizione precedente e l'apparato utilizzato (A).

Gli esempi sono molteplici: la quantità di combustibile necessario per ottenere la stessa temperatura a l'interno di un edificio a seconda se questo sia bene o male isolato; il consumo di carburante secondo le modalità di trasporto per un dato tragitto; il consumo di elettricità per la stessa illuminazione a seconda se si utilizza una lampadina ad incandescenza o a fluorescenza (al neon), ecc.

4 Il simbolo * rappresenta la combinazione dei tre termini, senza un preciso significato matematico.

5 Il termine E che rappresenta il consumo finale dell'energia per il « servizio reso » S è il risultato sul piano del consumatore finale del sistema di produzione, di trasformazione, di trasporto e di distribuzione dei prodotti energetici.

Il nuovo paradigma energetico consiste nel concepire il “sistema energetico” come inglobante non solo il settore energetico (offerta) ma anche il consumo d’energia (domanda) e ad assicurarne il suo sviluppo in modo da ottenere S nelle condizioni ottimali in termini di risorse, di costi economici e sociali e di protezione dell’ambiente locale e globale.

2.3 IL CONTROLLO DEL CONSUMO DI ENERGIA

Una strategia di controllo del consumo di energia consiste nell’elaborare e nel mettere in atto delle misure e dei programmi d’azione relativi ai termini U e A per ottenere il servizio S diminuendo la quantità d’energia E, al fine di raggiungere un optimum dal punto di vista economico e ambientale.

Le azioni relative al termine A hanno una forte componente tecnicistica poiché esse agiscono principalmente sul miglioramento dell’efficacia energetica delle attrezzature. La ricerca e la messa a punto delle attrezzature necessarie a questi fini non costituiscono che una prima parte del cammino: bisogna in seguito che queste attrezzature arrivino sul mercato e che il loro utilizzo si diffonda. A questo stadio interviene tutta una serie di “strumenti”: legislazione e regolamentazione, informazione e comunicazione; formazione; promozione finanziaria in diversi ordini.

Per esempio :

- Un immobile ad uso abitativo, commerciale, ad uso ufficio, per attività industriali o artigianali, se ben costruito (orientamento, apporti solari, aperture, isolamento delle pareti), consuma per i bisogni di riscaldamento, climatizzazione e di ventilazione, molto meno in apporti esterni di energia di un immobile ordinario. Con determinati climi, qualsiasi apporto esterno di energia può essere evitato.
- Per uno stesso livello d’illuminazione, una lampadina a fluorescenza (neon) consuma fino a cinque volte meno l’elettricità di una lampadina ad incandescenza; la diffusione di apparati elettrodomestici migliori (il consumo dei frigoriferi è il più importante) già disponibile sul mercato permetterebbe di economizzare quasi il 40% del consumo di elettricità rispetto la situazione attuale.
- A pari livello di produzione, dei miglioramenti o dei cambiamenti di processi industriali permettono dei risparmi che possono raggiungere nella maggior parte dei casi da 30 a 50 % dei consumi di energia.
- I trasporti collettivi urbani, soprattutto i tram e le metro, consumano molto meno energia, inquinano molto meno e subiscono molto meno incidenti delle automobili private; è lo stesso per il treno in relazione ai camion per quanto riguarda i trasporti di tipo commerciale.

Le azioni relative al termine U sono più complesse e più a lungo termine. Esse riguardano principalmente i “comportamenti”, sia quelli dei consumatori che quelli dei responsabili politici, al livello nazionale, territoriale o locale. Più in generale, esse riguardano le strutture di consumo, sia che si tratti degli spostamenti (strutture delle modalità di trasporto), dell’abitazione (tipi di edifici), del luogo delle abitazioni rispetto i luoghi di lavoro o di attività sociale, o di ciò che mettono in gioco le scelte urbanistiche e di gestione del territorio. L’urbanistica e la gestione del territorio sono i maggiori strumenti di controllo dei consumi d’energia. Tutti questi elementi sono alla base delle modificazioni del termine « U », questo significa che la strategia di controllo dei consumi di energia è trasversale a tutte le attività umane e che, a lungo termine, sono le caratteristiche stesse della civilizzazione industriale e della civilizzazione del consumo che si dovranno evolvere.

2.4 UNA STRATEGIA DUE VOLTE VINCENTE

Il controllo dei consumi di energia comporta quindi dei cambiamenti di comportamento ma soprattutto l’adozione generalizzata delle più moderne tecniche, sia nell’industria, negli edifici, nell’utilizzo domestico e d’ufficio delle apparecchiature elettriche, nei trasporti (settore che conosce ovunque le più grandi crescite, che è quasi totalmente dipendente dai prodotti petroliferi, che è ad un passo dal diventare il primo emittente di gas ad effetto serra). La questione delle infrastrutture è cruciale (edifici, mezzi di trasporto, sviluppo urbano, gestione del territorio).

L’efficacia energetica è una strategia due volte vincente. Le risorse finanziarie stanziare dal consumatore o

dalla collettività per il rifornimento energetico andrebbero invece impegnate per altri bisogni, migliorando così la sostanza della crescita economica: costruzione di alloggi e attrezzature per l'educazione e la sanità, sviluppo dei trasporti collettivi, ecc. Questo fattore economico sarebbe particolarmente evidente durante l'aumento dei prezzi dell'energia ed in particolare del petrolio, sia per gli Stati (bilancio commerciale) che per i consumatori. Inoltre, gli investimenti sul controllo dei consumi d'energia (o dell'efficacia energetica) sono componenti di incremento di attività ed impiego: riabilitazione termica degli edifici, installazione dei trasporti collettivi, sviluppo della perizia e del consiglio, nuovi materiali di costruzione, ecc. Le conseguenze favorevoli all'ambiente sono facili da comprendere: l'energia che inquina meno è quella che a parità di rendimento non è né consumata, né prodotta. Ogni volta che, per un dato utilizzo, si diminuisce il consumo energetico, diminuisce l'inquinamento ed i rischi legati al sistema energetico. La maggior parte delle azioni che migliorano l'efficacia energetica sono le meno costose per il miglioramento energetico, sia che si tratti di inquinamento e di rischi locali o di attacchi all'ambiente globale come aggravamento dell'effetto serra o il rischio nucleare. Infatti, queste azioni sono economicamente redditizie di per sé dal momento in cui c'è un risparmio sulle spese energetiche.

2.5 NUOVI DATI E NUOVI ELEMENTI

Le implicazioni del nuovo paradigma energetico simboleggiato dalla formula $S = U \cdot A \cdot E$ sono considerevoli sotto molti aspetti.

Sul piano energetico, per cominciare, il legame tra l'ottenimento del servizio e il consumo d'energia non è più automatico: considerando i termini U e A, è possibile diminuire, nel caso di proporzioni con fattori molto alti, il bisogno di energia (E) necessario per soddisfarlo. Come andremo a vedere in seguito e come dimostrano numerosi esempi, la riduzione di un fattore comporta due conseguenze da considerare.

Le conseguenze in termini economici e ambientali sono equiparabili ai guadagni: riduzione della spesa energetica significa miglioramento della sicurezza energetica, delle fatture energetiche della collettività come dell'utilizzo individuale, diminuzione considerevole dell'inquinamento e dei rischi.

Ma il cambiamento più profondo della questione energetica è la ***fine dell'usurpazione delle questioni energetica da parte delle "compagnie energetiche"*** che controllano la produzione, i trasporti e la distribuzione dell'energia.

La dinamica di crescita di queste imprese e le politiche energetiche che hanno imposto sono arrivate davanti a degli ostacoli di carattere economico ed ecologico. Si è imposto al consumatore un ruolo passivo, ridotto al pagamento delle fatture energetiche, nel momento in cui l'energia viene fornita e viene quindi pagata.

La politica dell'efficacia energetica fuoriesce da questo sistema chiuso: l'ottenimento del servizio energetico diviene compito dei responsabili della gestione del territorio e dell'urbanistica, della costruzione degli edifici, della produzione delle attrezzature. Ogni utente, impresa, collettività locale, abitazione, non è più soltanto un consumatore d'energia ma diventa direttamente parte attiva dell'elaborazione e della messa in atto di una nuova politica energetica che dovrebbe del resto chiamarsi "politica dei servizi energetica". Architetti, urbanisti, costruttori, tecnici hanno un ruolo tanto importante quanto coloro che forniscono energia. Il campo d'azione dell'efficacia energetica non è limitata al settore dell'energia, esso si rivolge all'industria, alla costruzione, ai trasporti, al comportamento dei consumatori, alle modalità di consumo.

In questo nuovo contesto, compaiono dei nuovi elementi che giocano un ruolo determinante: le abitazioni, le imprese, le collettività locali e territoriali. Lo Stato ha un ruolo da ricoprire, ma molto più come regolatore che come direttore. Le imprese energetiche devono anch'esse modificare le loro politiche e passare dalla logica esclusiva di fornitrici di un prodotto energetico ad una logica di risposta globale ad un bisogno di servizio. Si tratta infatti di trattare ad uno stesso livello le azioni sulla domanda (meno consumo d'energia per uno stesso servizio reso) e quelle sull'offerta (produzione e consegna dei prodotti energetici per soddisfare il bisogno del consumatore).

La riappropriazione della questione energetica da parte dei cittadini è sicuramente la dimensione più interessante e più portatrice di speranze del nuovo paradigma energetico.

L'agglomerato urbano è il luogo dove si concentra la grande maggioranza dei servizi energetici: consumo delle abitazioni, degli uffici, degli spazi per l'educazione e per le cure mediche, delle attività ricreative e culturali, dello spostamento delle persone e del commercio... La città occupa dunque una posizione privilegiata nell'ottica del consumatore d'energia ma anche di promotore, in tutte le sue manifestazioni, dello sviluppo dei servizi energetici per uno sviluppo sostenibile.

I comuni e le altre collettività territoriali hanno una responsabilità essenziale nel coordinamento e nella mobilitazione degli elementi che fanno parte di questo processo.

3. UNA STRATEGIA DI CONTROLLO DEI CONSUMI DI ENERGIA

3.1 UN'ESPERIENZA DI TRENT'ANNI

3.1.1 La separazione del consumo di energia dalla crescita economica

Dopo gli aumenti del prezzo del petrolio sul mercato internazionale nel 1973-1974 (primo shock petrolifero) e 1979 (secondo shock petrolifero), i paesi dell'OECD sono riusciti a preservare la loro crescita economica rispondendo a questi aumenti con la messa in atto di politiche di efficacia energetiche nelle quali essi hanno investito mezzi importanti.

Durante i successivi quindici anni, il consumo per abitante dei paesi dell'OECD è stato praticamente stabile così che il loro prodotto interno lordo (PIL) aumentò del 30%. Nel corso dei quindici anni precedenti, il consumo di energia aveva conosciuto invece lo stesso tasso di crescita quanto il PIL. Se l'intensità energetica – il rapporto del consumo d'energia con il PIL – di questi paesi fosse rimasto in questo periodo allo stesso livello del 1973, il loro consumo totale di energia nel 1987 sarebbe stato superiore di 1200 Mtep (equivalenti a milioni di tonnellate di petrolio), vale a dire il 130% della produzione annuale di petrolio dei paesi dell'OPEC all'epoca.

L'aumento rapido dei prezzi è stato dunque l'effetto scatenante delle azioni e degli investimenti per il miglioramento dell'efficacia energetica. Ma questi ultimi non sono stati prodotti in modo spontaneo dalle sole logiche di mercato, ma attraverso la messa in opera di politiche elaborate, comprendenti delle componenti economiche, istituzionali e regolamentari, con dei mezzi pubblici d'intervento importanti:

- Programma di ricerca e di sviluppo per il miglioramento dei processi industriali, delle tecniche e dei materiali di costruzione, dei motori, delle apparecchiature elettriche ecc.
- Regolamentazione sul consumo d'energia, in particolare per gli edifici ma anche in alcuni casi per le automobili e gli apparecchi elettronici; marchi di efficacia energetica; diagnosi energetiche obbligatorie per i grandi consumatori d'energia (industria, terziario, trasporti).
- Programmi d'informazione per i consumatori e di formazione per tecnici e i gestori.
- Promozioni finanziarie (sovvenzioni, prestiti a tasso agevolato, detrazioni fiscali) per stimolare l'innovazione, la dimostrazione o gli investimenti di utilizzo razionale dell'energia.
- Creazione di istituzioni, di organismi e di imprese di servizi per la realizzazione di programmi e di progetti.

Il diagramma che segue illustra i cambiamenti relativi all'evoluzione dei consumi di energia nell'insieme dell'OECD durante gli ultimi trent'anni. Esso mostra la separazione tra la crescita del consumo dell'energia e la crescita del PIL dell'OECD a partire dalla prima crisi economica, mentre le crescite erano identiche nel periodo precedente.

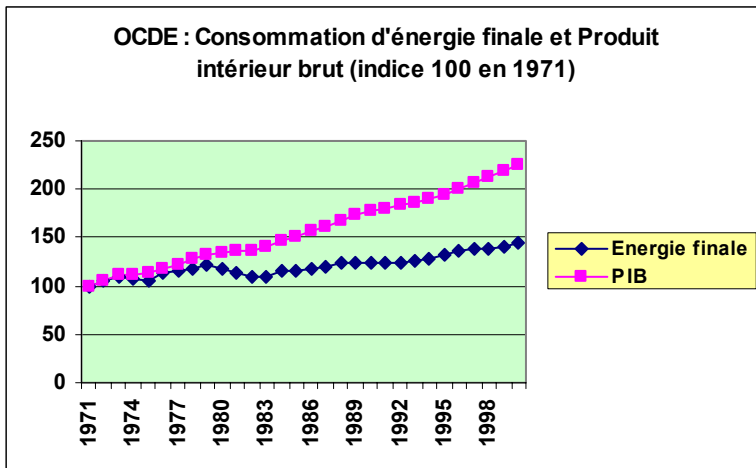


Figura 5

3.1.2 I Negajoules

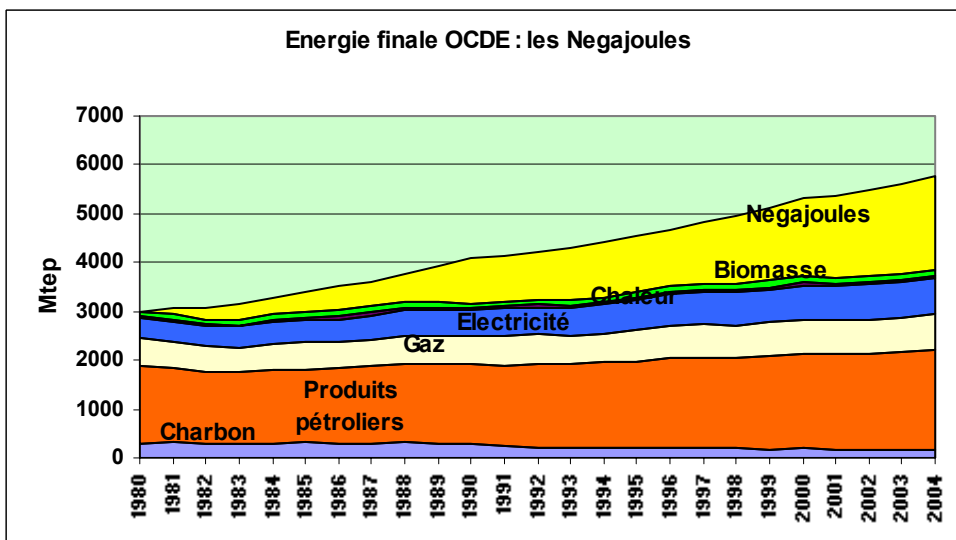
La figura seguente mostra l'evoluzione del consumo dell'energia finale (e la sua scomposizione in prodotto energetico) nel periodo che va dal 1980 al 2004. la curva in alto di "biomassa" rappresenta il consumo finale reale e la curva superiore indica ciò che sarebbe stato consumato se l'intensità energetica dell'insieme dei paesi dell'OECD fosse rimasta al suo valore dal 1980.

La porzione più alta del diagramma ("Negajoules") rappresenta il risparmio realizzato sul consumo d'energia finale dal momento della diminuzione dell'intensità energetica finale.

Si vede come il contributo dei « Negajoules » nel 2004 (1917 Mtep) è dello stesso ordine di quello dei prodotti petroliferi (2025 Mtep) ed è superiore alla somma di quelli degli altri prodotti energetici finali (rispettivamente : 182 Mtep di carbone, 731 Mtep di gas, 742 Mtep di elettricità, 57 Mtep di calore e 124 Mtep di biomassa).

Il risparmio dell'energia finale accumulata in questo periodo è dell' ordine di 23 miliardi di tep.

Figura 6



Fonte : Enerdata (il consumo finale comprende gli utilizzi non energetici)

Certo, tutto questo risparmio di energia non è unicamente il risultato delle politiche pubbliche d'efficacia energetica: le evoluzioni strutturali dell'economia (più terziario, più produttività globale...) come l'adeguamento dei consumatori ai forti rincari dei prezzi del petrolio degli anni '70 / inizio anni '80 ne spiegano una parte. È tuttavia molto difficile separare l'influenza che queste diverse cause hanno l'una con l'altra, considerato quanto interagiscano tra di loro: le norme di isolamento degli alloggi applicate nella maggior parte dei paesi industrializzati da 30 anni derivano evidentemente dalle politiche pubbliche, ma esse forse non avrebbero mai visto l'alba se non fosse stato per gli shock petroliferi.

3.1.3 Investimento nella domanda o nell'offerta ?

In Francia : l'investimento sulla domanda contro l'investimento sull'offerta

La nota del 16 settembre 1987 della Direzione generale dell'Energia e dei Mestieri Primari (DGEMP) sottolinea l'interesse economico del risparmio energetico realizzato tra il 1973 ed il 1987. Ne riproduciamo qui la prima pagina:

"L'interesse del risparmio energetico in virtù dei dati acquisiti dal 1973

I dati acquisiti dal primo shock petrolifero nel 1973 testimoniano l'interesse considerevole del risparmio di energia, sia per ciò che riguarda il loro impatto sull'indipendenza energetica della Francia che quello sul commercio estero. Alcune cifre permettono d'illustrare questa efficacia:

- Si stima a circa 34 Mtep/anno il valore del risultato delle politiche di risparmio energetico realizzata dal 1973 in rapporto alla situazione che sarebbe risultata da un consumo allineato sulla crescita economica.*

*Bisognerà rapportare questo risultato ai 56 Mtep prodotti ** per anno dopo la messa in atto del programma nucleare per mostrare l'importanza delle economie d'energia nella politica energetica nazionale.*

- Questo risparmio di 34 Mtep/anno necessita dell'impiego di 100 miliardi di franchi d'investimento. Il confronto di questo sforzo con i 500 miliardi di franchi spesi per produrre i 56 Mtep annuali del nucleare mette in evidenza l'interesse delle politiche di risparmio energetico per la collettività nazionale".

* Si riferisce al risparmio di energia realizzato annualmente alla fine del periodo degli investimenti. Sono dei risparmi relativi alle energie primarie, essenzialmente di petrolio, corrispondenti a circa 28 Mtep in energia finale.

** Si tratta di una produzione di elettricità "primaria". In contabilità energetica attuale, questa corrisponderebbe a circa 19Mtep in energia finale.

3.2 DEI POTENZIALI CONSIDEREVOLI

Gli studi realizzati in diversi paesi dimostrano che nei prossimi venti o trent'anni, grazie ad una politica rigorosa di controllo della domanda d'energia, la quantità di prodotti energetici necessari per produrre i servizi richiesti può essere dal 20 al 40% inferiore, a seconda dei paesi, a quella che sarebbe necessaria con il susseguirsi delle tendenze attuali.

3.2.1 In Europa

La Commissione europea stima⁶ che il potenziale tecnico di risparmio sul consumo d'energia finale è dell'ordine del 40% e che il potenziale economico (costo dell'economia inferiore al costo dell'energia economizzata ⁷) è di circa il 20 %. Per l'industria, il potenziale è stimato al 17%, 22% per l'insieme dei settori residenziale e terziario e il 14% per i trasporti (ad eccezione di cambiamenti modalità).

Il libro verde sull'Efficacia energetica annuncia che un risparmio del 20% è realizzabile sul consumo d'energia primaria entro il 2020 e lo scompone secondo i settori e le politiche, come viene indicato dalla tabella che segue.

Potentiels d'économies d'énergie à l'horizon 2020 pour EU (25)

6 Fonte di riferimento : COM(2003) 739 finale.

7 Il potenziale economico cresce con l'aumento del prezzo dell'energia.

(Livre vert sur l'efficacité énergétique- Commission européenne - juin 2005)

Potentiels d'économies en Mtep	2020 Application rigoureuse des mesures déjà adoptées	2020+ Mise en œuvre de mesures additionnelles
Bâtiments Chauffage et climatisation, Appareils électrique	56 (41) (15)	105 (70) (35)
Industrie	16	30
Transports	45	90
Cogeneration	40	60
Secteur de l'énergie	33	75
TOTAL	190	360

Se il potenziale 2020+ fosse realizzato, il consumo d'energia dell'Unione Europea conoscerebbe una inflessione tra il 2010 e il 2015 e si situerebbe nel 2020 al suo livello del 1990 (circa 1500 Mtep contro 1750 nel 2005).

Sicuramente, il potenziale di risparmio energetico dell'Unione Europea pesa poco in relazione agli 8 Miliardi di tep del consumo mondiale d'energia. Ma esso indica l'ampiezza dei guadagni d'efficacia energetica che potrebbero essere raggiunti grazie a delle tecnologie, dei comportamenti e delle modalità d'organizzazione più efficaci, anch'essi in grado di diffondersi ampiamente sul pianeta attraverso il fenomeno della globalizzazione.

3.2.2 Paesi in via di sviluppo, in fase emergente, in fase di transizione

È tutto sommato falso considerare che la questione del controllo della domanda d'energia possa non interessare un paese che presenta un debole consumo d'energia per abitante. Questo argomento infatti non viene più affrontato nei paesi in questione ma viene, al contrario, utilizzato solo dai promotori dell'offerta d'energia che lo sfruttano in modo ipocrita per difendere i propri interessi.

Infatti, è nei paesi più poveri che l'energia disponibile – legna bruciata, scarti – è utilizzata nelle maniere meno efficaci e che quel poco di energia commerciale che essi si possono procurare (a prezzi alti) viene consumata da attrezzature da uno scarso rendimento (automobili e camion di seconda mano, elettrodomestici ed illuminazione poco efficaci) e dalle forti dispersioni d'energia nelle reti di trasporto e di distribuzione (linee elettriche, reti di calore, condotti di gas). L'adozione di tecniche efficienti per l'utilizzo di risorse locali, sia per la produzione che per il consumo di energia, permetterebbe di realizzare dei salti qualitativi e quantitativi considerevoli, anche nei paesi più poveri.

I paesi in via di sviluppo ed i paesi in fase emergente che conoscono cioè una forte crescita economica hanno perfettamente capito che il “modello energetico” che si è sviluppato nei paesi dell'OECD, nel momento in cui si hanno attraversato la loro fase di crescita più alta, non era affatto riproducibile su scale mondiale. Questi paesi devono aumentare il loro consumo di energia per alimentare la loro crescita economica e il miglioramento del confort per abitante, ma essi possono e devono farlo in condizioni di sobrietà e d'efficacia assicurando ambedue gli aspetti con dei consumi di energia molto inferiori a quelli che erano dei paesi dell'OCDE nel passato.

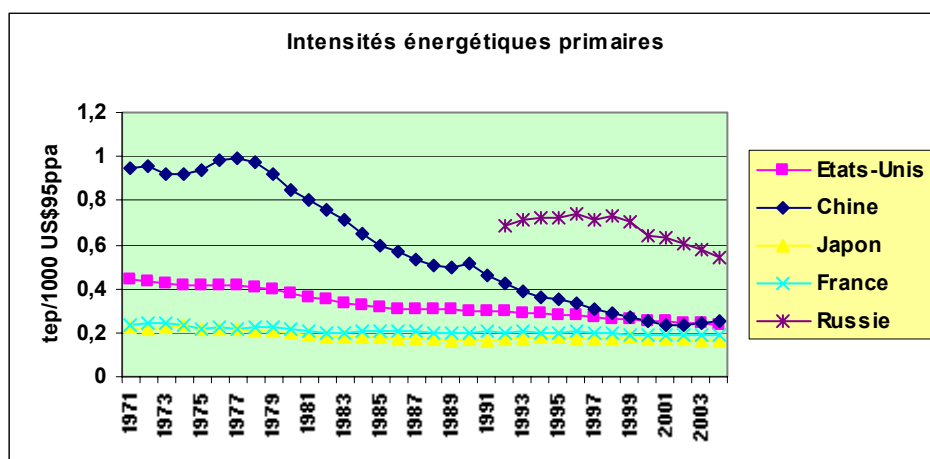
Uno studio dal titolo “L'elaborazione di una strategia di sviluppo di utilizzo razionale dell'energia in Tunisia entro il 2030” è stato realizzato dagli uffici ICE, APEX e ENERDATA nel 2005 per l'Agenzia Nazionale per il Controllo dell'Energia (ANME). Questo studio mette in evidenza dei potenziali economici d'energia dell'ordine del 30% sulla soglia del 2030 (senza tenere in conto dei cambiamenti nelle modalità dei trasporti). Questo studio propone un programma d'azione dettagliata mirante in particolare ai finanziamenti riferiti agli investimenti.

Le evoluzioni degli interessi energetici dei paesi a grande consumo di energia dal 1971, oggetto della figura

sottostante, mostra, all'inizio del periodo, una situazione estremamente contrastante. Il Giappone ed i paesi dell'Europa occidentale (su questo diagramma sono rappresentati dalla Francia) già presentano un'economia relativamente sobria in termini di energia in relazione a quella degli Stati Uniti. Questi paesi hanno, nonostante ciò, visto la loro intensità energetica diminuire, soprattutto nel caso del Giappone (da 0,22 nel 1971 a 0,16 nel 2004). La Russia (con l'Ucraina) resta dall'esterno il paese maggiormente coinvolto nel consumo d'energia rispetto al suo PIL. Dopo un aumento durante la crisi economica degli anni 90, l'intensità energetica è scesa dal 2000 pur restando molto elevata: nel 2004, essa era tre volte superiore a quella dell'Unione Europea. Questa condizione favorevole sia ai fini di un proprio sviluppo che ad un'alta capacità di esportazione d'idrocarburi (in particolare all'interno dell'Unione Europea), fa sì che la Russia si trovi nell'obbligo di una politica volontaria di controllo della domanda di energia.

Il caso della Cina merita un'attenzione particolare. L'intensità energetica di questo paese ha subito un imponente abbassamento a partire dal 1971. Bisogna essere prudenti sull'interpretazione dei vecchi dati ma è certo che l'evoluzione strutturale dell'economia ha giocato un ruolo importante in questo processo, come la modernizzazione progressiva dell'industria e la crescita delle industrie leggere. All'inizio del 2000, la Cina si posizionava quasi allo stesso livello degli Stati Uniti in valore di intensità energetica ma il rischio sarebbe che questo paese non tragga vantaggio dalla sua crescita economica ai fini di una riduzione maggiore dell'intensità energetica. Tutto sommato sembra profilarsi una nuova crescita in questi ultimi anni ma il governo, nel 2005, ha fissato come obiettivo di una riduzione del valore dell'intensità energetica del 20% la soglia del 2010.

Figura 7



4. PROSPETTIVE DI UNA DOMANDA DI ENERGIA « SOSTENIBILE »

4.1 CRONISTORIA

Numerosi studi di prospetti energetici mondiali propongono uno « sviluppo attraverso l'efficacia energetica » che riequilibri le politiche energetiche. Essi danno una forte priorità al controllo dell'evoluzione della domanda d'energia, partendo da un'analisi dettagliata dei bisogni dello sviluppo in termini di servizi che richiedono energia.

Lo studio più conosciuto che utilizza questo tipo di approccio a partire dalla domanda di servizi applicando una strategia sistematica d'efficacia energetica è quella presentata da un'equipe internazionale, composta dal brasiliano José Goldemberg, dallo svedese Thomas Johansson, dall'indiano Amulya K. Reddy e dall'americano Robert Williams, pubblicato nel 1987 nell'opera intitolata *Energy for a sustainable world* (pubblicata in versione francese nel 1990 con il titolo *Energie pour un monde vivable*⁸). Gli autori mostrano come applicando al consumo di energia le tecniche più efficienti disponibili si possa arrivare alla soglia del 2020 con una imponente riduzione del consumo energetico mondiale, senza rallentare la crescita dei paesi

del Nord e senza intralciare lo sviluppo dei paesi del Sud. È stato dimostrato che l'avvenire energetico configurato nelle previsioni convenzionali non aveva nulla di ineluttabile.

Elaborato nel 1990 da Benjamin Dessus e François Pharabod, lo scenario NOE (nuove opzioni energetiche) rilava lo stesso processo. Esso si distingue pertanto dallo studio precedente per una riflessione più lenta dei comportamenti energetici e per un orizzonte più lontano, 2100, data a partire dalla quale i demografi annunciano una stabilizzazione della popolazione mondiale intorno ai 11 miliardi di abitanti⁹. Questo scenario impone peraltro due "norme" ambientali: abbassamento del ricorso all'energia nucleare fino al suo abbandono totale nel 2060 e limitazione delle emissioni di anidride carbonica a 3 miliardi di tonnellate nel 2060¹⁰.

Dal punto di vista dei rischi globali, soltanto questi scenari « sobri in energia » appaiono in grado di evitare delle maggiori rotture. Il loro maggiore vantaggio in questo settore è che considerano un sufficiente margine di manovra, il quale permette di avere il necessario tempo di riflessione e di preparazione dei sistemi energetici "sostenibili".

Dal punto di vista economico, gli scenari "sobri" si relazionano favorevolmente agli scenari di abbondanza energetica : i costi di produzione e di distribuzione d'energia sono infatti molto spesso superiori ai costi delle misure e delle azioni di efficacia energetica. Questo vantaggio, in tali scenari, è ampiamente dimostrato.

La riunione di esperti provenienti da tutto il mondo, che ha visto l'incontro di diverse « scuole di pensiero » sul prospetto energetico, ha permesso di realizzare nel corso del 1990 la sintesi tra le differenti visioni dei futuri energetici possibili al limite del 2050 e 2100. I lavori dell' *International Institute for Applied Systems Analysis* (IIASA) pubblicato nel 1998 ed utilizzato dal Consiglio mondiale dell'energia, insieme allo studio realizzato con l'aiuto delle Nazioni intitolato *World Energy Assessment* ¹¹(WEA) e che tratta della valutazione e le prospettive della situazione energetica mondiale, descrivono tre insiemi di scenari che risponderebbero ai bisogni energetici del pianeta pur basandosi su strade diverse, sia sul consumo dell'energia che sulla sua produzione.

Così, mentre il consumo totale d'energia primaria nel 1990 è di 8 miliardi di tep, i risultati degli studi sui prospetti attribuiscono, ai tre scenari, dei consumi mondiali di energia primaria che contano:

- nel 2050 : 25 miliardi di tep nello scenario più alto, 20 miliardi di tep nello scenario medio e 14 miliardi di tep nello scenario più basso (chiamato "scenario rispettoso dell'ambiente");

- nel 2100 : rispettivamente 45 miliardi di tep, 35 miliardi di tep e 21 miliardi di tep per i tre scenari.

Si nota che le differenze sono considerevoli e che le decisioni prese oggi sugli orientamenti delle politiche energetiche comporteranno importanti conseguenze per il prossimo secolo.

4.2 UN RECENTE STUDIO

Un recente studio¹² realizzato da ENERDATA e LEPPI-EPE, due istituti francesi aventi un'esperienza mondiale riconosciuta sui prospetti energetici, presenta due scenari energetici alla soglia del 2050: uno scenario "business as usual" (BAU) comparabile a quello dell'AIE presentato all'inizio di questo capitolo e uno scenario "Fattore 4" (F4) che ha come obiettivo dividere per quattro le emissioni di CO₂ della Francia a fine periodo rispetto il livello che presentava nel 1990. Questo studio, oltre al caso della Francia, studia nello stesso modo i sistemi energetici europei e mondiali.

La figura che segue presenta il risultato ottenuto sul consumo d'energia finale mondiale per ciascuno degli scenari.

9 Benjamin Dessus, *Energie, un défi planétaire*, Belin, 1999.

10 Lo scenario NOE costituisce secondo l'autore il primo scenario mondiale così strutturato.

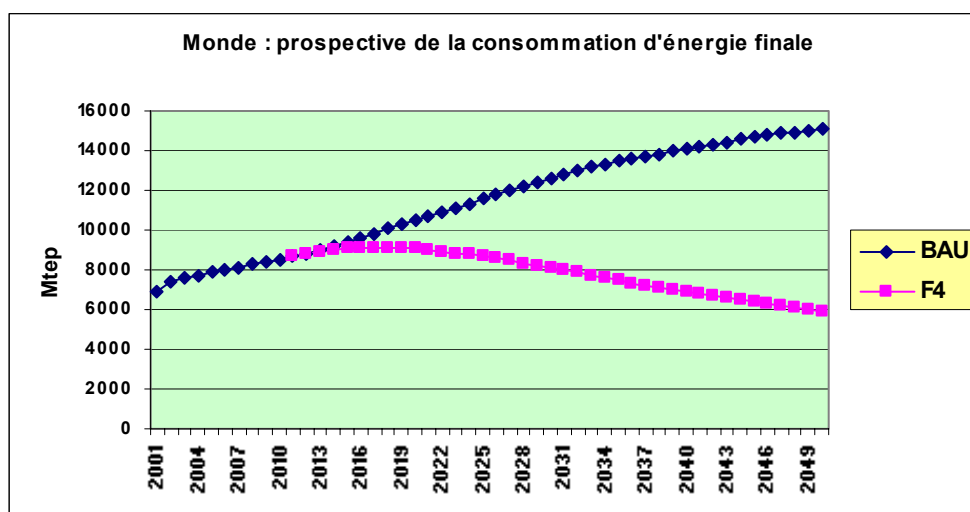
11 Sito internet : www.undp.org.

12 "Studio per un prospetto energetico riguardante la Francia", Ministero dell'Economia, delle Finanze e dell'Industria, Febbraio 2005.

Lo scenario BAU raggiunge un consumo finale nel 2050 del valore di 16 miliardi di tep, ordine di grandezza che si ritrova nella maggior parte degli scenari "business as usual"¹³. Lo scenario F4 raggiunge un consumo finale nel 2050 leggermente inferiore a quello del 2001 (anno di partenza dell'esercizio di prospetto): in questo scenario, la domanda mondiale d'energia si stabilizzerebbe tra il 2015 ed il 2020 per poi calare in seguito.

Un tale risultato è ottenuto grazie alla messa in pratica, in tutti i paesi, di una politica rigorosa di controllo d'energia in tutti i suoi elementi. La sfida è enorme ma i benefici in termini economici, di sicurezza energetica e ambientale sono considerevoli: un tale scenario è in particolare la condizione indispensabile per l'abbassamento delle emissioni di gas ad effetto serra necessario per la lotta contro il cambiamento climatico.

Figura 8



5. CONCLUSIONI : UNA STRATEGIA UNIVERSALE

Il susseguirsi delle tendenze attuali del consumo d'energia a livello mondiale incontra degli ostacoli insormontabili e conduce all'arresto dello sviluppo, accentua le ineguaglianze tra paesi ricchi e paesi poveri e contribuisce alla frattura sociale. Lo sviluppo economico e sociale non può essere che frenato, reso impossibile, a causa dell'insicurezza energetica (il rifornimento fisico contro ostacoli geopolitici, aumento dei prezzi, depauperamento delle risorse a medio termine, rischi tecnologici e di aggressione esterna di ogni tipo), la degradazione dell'ambiente locale (inquinamento, incidenti) e globale (cambiamento climatico). Il rincaro dei prezzi del petrolio ha distrutto le economie più fragili.

Gli scenari di prospetti energetici « lasciare fare » ("business as usual") mettono chiaramente in evidenza la chiusura politica, economica ed ambientale alle quali essi conducono.

La sicurezza energetica e gli ostacoli ambientali sono una sfida considerevole per lo sviluppo economico e sociale su scala planetaria. Questa sfida non può essere presa in considerazione fino a quando non si adottano dei nuovi modelli di sistemi energetici compatibili con lo sviluppo sostenibile, al fine di "rispondere ai bisogni del presente senza compromettere la possibilità per le generazioni future di soddisfare i loro propri bisogni"

Il controllo dei consumi energetici subentra al primo stadio delle politiche che bisogna rapidamente mettere in atto poiché è esso che possiede il potenziale maggiore, esso si applica a tutti i settori e in tutti i paesi, è il migliore strumento di lotta contro il cambiamento climatico, al fine di permettere un rallentamento dell'esaurimento delle risorse fossili ed assicurare che una parte crescente di consumo energetico sia

assicurata dalle energie rinnovabili. Esso costituisce un altro fattore di sviluppo economico attraverso la diminuzione delle spese energetiche e anche attraverso la creazione di nuove attività e d'impiego. E' un imperativo di prim' ordine delle politiche energetiche ed economiche.

Questo cambiamento profondo del paradigma energetico che sostituisce alla priorità dell'offerta la priorità della domanda modifica profondamente i rapporti del cittadino con i sistemi energetici. La soddisfazione di un "servizio energetico" al posto di un "rifornimento d'energia" mette in primo piano dei nuovi elementi: imprese, collettività, abitazioni, professionisti delle costruzioni, dei trasporti, della produzione industriale o agricola e del settore terziario. Le città e le collettività territoriali divengono dei coordinatori e dei promotori essenziali di queste nuove politiche

Se essi applicassero una tale strategia, i paesi industrializzati potrebbero ridurre il loro consumo d'energia in proporzioni notevoli. I paesi industrializzati hanno bisogno di aumentare il loro consumo, ma possono farlo attraverso dei tassi di crescita molto inferiori a quelli che i paesi ricchi hanno conosciuto in passato con tutti i danni che conosciamo.

Per la maggior parte dei paesi, grandi produttori di energia inclusi, il controllo dei consumi di energia costituisce la prima risorsa energetica nazionale per i prossimi decenni.

I potenziali del controllo dei consumi di energia sono considerevoli. Diverse stime dimostrano che, nei prossimi vent'anni, un potenziale del valore del 20% del consumo può essere sfruttato a delle condizioni economiche favorevoli al livello dell'Unione Europea (ancora maggiore se i prezzi dell'energia continuano ad aumentare). Questo significa che il consumo di energia dell'Unione Europea si posizionerebbe nel 2020 al livello di quello del 1990. Nei paesi in fase di transizione, in particolare in Russia, questi potenziali sono ancora maggiori. Ci si aspetta dei potenziali del valore del 30% alla soglia del 2030 nei paesi in via di sviluppo, sulla base delle tecnologie attuali.

L'Europa può giocare un ruolo leader nella politica di controllo della domanda : sia sul piano della sua sicurezza energetica che su quello della lotta contro il cambiamento climatico. Gli orientamenti politici che danno priorità all'azione sulla domanda del Libro verde sulla sicurezza energetica (2000) e del Libro verde sull'efficacia energetica (2005) mostrano la via da seguire. Alcuni Stati membri sono all'avanguardia ma la maggioranza continua a volersi giocare la carta dell'offerta.

Le politiche messe in atto nei paesi in fase emergente per i dieci anni che verranno saranno decisive. La Cina, l'India, il Brasile ed altri conoscono delle crescite economiche forti e sono molti i fattori che giocano a favore del controllo della domanda d'energia: le deboli risorse di idrocarburi, il peso sull'economia dovuto alle importazioni di petrolio, i forti potenziali delle nuove infrastrutture (urbanistica, costruzioni, mezzi di trasporto), lo sviluppo delle energie rinnovabili di cui la combinazione con il controllo della domanda è la via più promettente per l'avvenire, la comprensione intelligente degli acquisti dei paesi occidentali industrializzati e la capacità reale di inventare ed applicare un "nuovo modello energetico".

ALLEGATI : I CONSUMI D'ENERGIA NEL MONDO

I. LE RETI ENERGETICHE : DAL BISOGNO ALLA RISORSE FINANZIARIE

Lo sviluppo di una società si traduce con la crescente soddisfazione di un certo numero di bisogni: alimentazione, alloggio, salute, abbigliamento; facilità di spostamento delle persone e delle merci; produzione di beni e di servizi; educazione, informazione, cultura, esercizio dei diritti civili, sport e attività ricreative; qualità dell'ambiente naturale...

La maggior parte di queste attività necessitano, a diverso livello, un consumo di energia, sia attraverso l'utilizzo diretto di alcuni utenti, sia per permettere la produzione dei beni e dei servizi a loro associati: agricoltura, allevamento, pesca; preparazione, conservazione e cottura degli alimenti; illuminazione, riscaldamento o climatizzazione degli ambienti, dei negozi, degli uffici, dei locali commerciali; produzione e trasformazione delle materie prime; produzione e trasformazione dell'energia; costruzione degli edifici per l'informazione e la comunicazione...

Ad ogni bisogno socio-economico possono corrispondere diverse « reti energetiche », ogni rete rappresenta il tragitto che va dal bisogno socio-economico dello sviluppo, la soddisfazione del quale richiede un certo consumo di energia, alla risorsa energetica di base la quale permette di procurare tale energia all'utente. Si designano in modo diverso i prodotti energetici a seconda dello stadio in cui compaiono nelle reti energetiche.

I due principali stadi, che si ritrovano nelle statistiche di produzione e di consumo dell'energia, sono quello dell'energia primaria e quello dell'energia finale.

Lo stadio dell' "energia primaria" corrisponde alle forme mediante le quali la natura sprigiona l'energia: energia chimica contenuta in una risorsa fossile (carbone, petrolio, gas naturale) o nella biomassa (legno, vegetali, rifiuti); energia meccanica dell'acqua o del vento (idraulica, eolica); energia termica dell'acqua calda del sottosuolo (geotermia) o dei raggi solari; energia fotovoltaica solare; energia nucleare del nucleo dell'atomo d'uranio...

Lo stadio dell' « energia finale » corrisponde ai prodotti energetici che sono consegnati al consumatore: in alcuni casi, il prodotto finale può essere identico al prodotto primario (o molto vicino: è il caso del gas naturale); nella maggior parte dei casi il prodotto finale è il risultato di una trasformazione effettuata a partire dai prodotti primari: è il caso dell'elettricità prodotta dalle centrali a combustibile fossile e dai carburanti prodotti dal petrolio nelle raffinerie. Le attività industriali e commerciali del "settore energetico" ricoprono la produzione, la trasformazione, il trasporto e la distribuzione dei prodotti energetici che sono forniti all'utente: queste attività permettono il passaggio dell'energia primaria all'energia finale.

LE TAPPE DELLE RETI ENERGETICHE

1 Bisogno socio-economico dello sviluppo

Habitat e luoghi di lavoro comodi – Alimentazione, abbigliamento, educazione, attività socio-culturali -
Comunicazione, spostamenti comodi e sicuri, trasporto delle merci – Produzione di beni e servizi.

2. Servizio che richiede energia

Riscaldamento o climatizzazione, acqua calda, cottura degli alimenti - Illuminazione, apparecchiature domestiche, da ufficio, audiovisive, telecomunicazioni - Trasporti di persone e merci – Industria, miniere, agricoltura.

3. Forme d'energia ad uso diretto

Calore, freddo – Forza motrice fissa o mobile – Luce – Energia elettromagnetica – Energia chimica.

4. Attrezzature ed apparecchiature energetiche dell'utente

Caldaie, forni, cucine - Lampade, apparecchiature domestiche e audiovisive, apparecchiature elettroniche, computer –
Motori – Processi industriali.

5. Prodotto energetico utilizzato dall'utente (energia finale)

Combustibile e carburante solido, liquido o gassoso – Calore di rete – Elettricità.

6. Settore di consumo

Industria, residenziale, Terziario, trasporti, Agricoltura

7. Trasformazione e trasporto dell'energia

Centrali termiche, centrali elettriche (o miste calore - elettricità : cogenerazione) - Raffinerie di petrolio, fabbriche di liquefazione del gas naturale, installazione di fabbriche di carbone del legno - Oleodotto, gasdotto, petroliere e metaniere, chiatte, treni, camion – Linee elettriche.

8. Fonti energetiche disponibili in natura (energia primaria)

Fonti fossili : carbone e lignite, petrolio, gas naturale – Fonti rinnovabili : idraulica, eolica, solare (termica o fotovoltaica), geotermia, biomassa – Fonti fissile (energia nucleare) : uranio.

II. CONSUMI GLOBALI

Nel 2004, il consumo globale di energia finale era di 7 893 Mtep e il consumo d'energia primaria di 10 485 Mtep. La popolazione mondiale era di 6,34 miliardi di abitanti.

LA MISURAZIONE DELL'ENERGIA

L'unità ufficiale di misura dell'energia è il joule. Si può utilizzare sempre e non solamente per l'elettricità, il kWh (1 milione di joules o 1 MJ, equivale a 0,2778 kWh).

Per delle ragioni di comodità, la produzione e il consumo di energia “**primaria**” (prima della trasformazione nelle centrali termiche a combustibile fossile per produrre calore e/o elettricità; le raffinerie dei prodotti petroliferi) e dell'energia “**finale**” (prodotti energetici consegnati al consumatore finale: combustibili, carburanti, calore, elettricità) sono espressi in un'unità comune, **la tonnellata equivalente di petrolio** (tep ed il suo multiplo, Mtep, un milione di tep): **1 tep = 41,8 Giga Joules** (Giga : 10 potenza 9).

La misurazione in tep dei combustibili fossili (o del legno) non pone molti problemi: l'equivalente in tep è calcolato partendo dal potere calorifico di questi differenti prodotti energetici. Ciò nonostante, la produzione petrolifera è spesso espressa in “barili per giorno” ed il costo del petrolio lordo in “dollari per barile”: 7,3 barili valgono una tonnellata di petrolio ed una produzione di 1 barile per giorno equivale a 50 tonnellate all'anno.

La produzione e il consumo di elettricità sono misurati in kWh (o in TWh, teraWh, miliardi di kWh). Per convertire in tep dei kWh, i sistemi statistici internazionali hanno adottato, per il consumo finale dell'elettricità, il corrispondente in unità fisiche: **1000 kWh = 0,086 tep** o **1TWh = 0,086 Mtep**.

Una particolarità della misurazione energetica internazionale riguarda la misurazione dell'elettricità detta “primaria” che viene prodotta da altri mezzi che non siano il combustibile fossile (idraulica, nucleare, geotermica, eolica o solare). Per l'elettricità di origine nucleare, si misura come energia primaria il calore prodotto di reattori nucleari ed utilizzati per produrre l'energia, vale a dire **0,26 Mtep per TWh prodotto**. Per l'elettricità di origine idraulica, eolica, solare, prodotta senza ciclo termodinamico, si misura come energia primaria l'equivalente termico in joule dell'elettricità prodotta, vale a dire **0,086 Mtep per TWh**. Per l'elettricità di origine geotermica, il TWh di elettricità prodotta è misurato con **0,86 Mtep** in energia primaria (dieci volte di più dell'elettricità di origine idraulica).

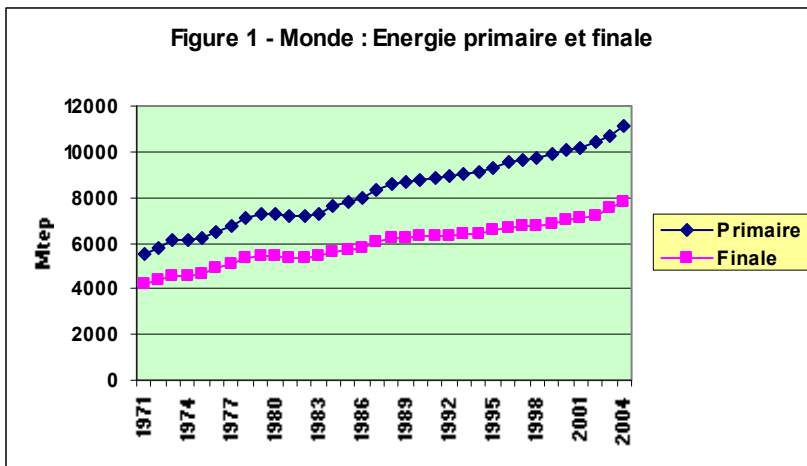
A parità di produzione d'elettricità, l'elettricità di origine idraulica non è misurabile, attraverso un sistema internazionale, che ad un terzo del valore del nucleare nei bilanci in energia primaria espressa in tep.

Date queste difficoltà, si raccomanda di utilizzare il kWh solo quando si parla della produzione di elettricità primaria.

La figura che segue mostra l'evoluzione di questi consumi dal 1971.

La differenza tra energia primaria ed energia finale deriva da una parte dei consumi d'energia delle industrie del sistema di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia (miniere, raffinerie), dalle perdite nel trasporto (linee elettriche, gasdotti) e soprattutto dalle perdite d'energia legate alla trasformazione del calore in elettricità nelle centrali termiche (classiche o nucleari).

Si vede abbastanza nettamente su ciascuna di queste curve le inflessioni del consumo d'energia e a sua stabilizzazione negli anni che hanno seguito gli « shock petroliferi » del 1973 e del 1979 ma l'andamento generale del consumo mondiale d'energia dal 1971 è lineare (aumento medio del consumo d'energia primaria di circa 200 Mtep per anno), con una netta crescita del consumo dal 2000 di cui ne vedremo la spiegazione più in là.

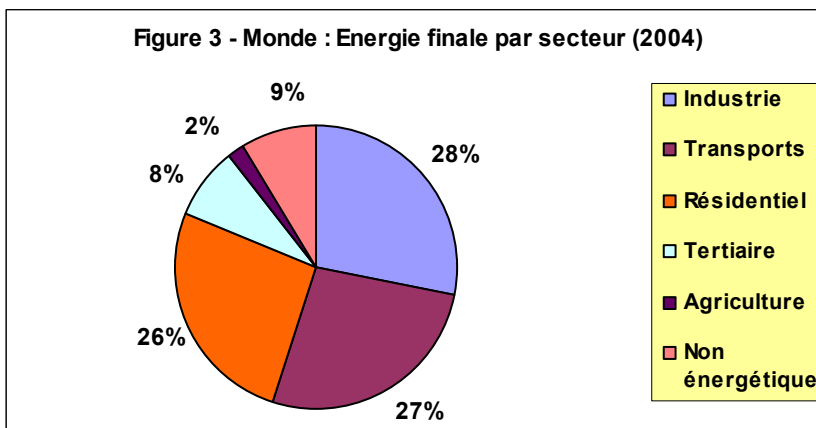


II.1 Energia finale

Le figure che seguono mostrano l'evoluzione di questo consumo per prodotto e per settore di consumo e la loro ripartizione nel 2004¹⁴.

Per settore

I tre grandi settori di consumo sono l'Industria, i Trasporti e l'insieme "Residenziale e Terziario" (consumo di energia nelle costruzioni: riscaldamento e climatizzazione, cottura, acqua calda, elettrodomestici, apparecchiature da ufficio, ecc).

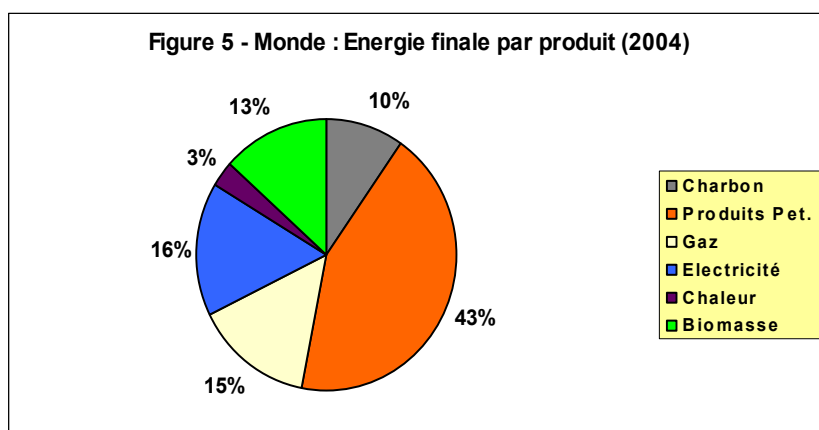


Si vede come il consumo energetico dell'Industria rappresenti il 28% del totale nel 2004 e come sia aumentato dalla fine degli anni 70. Il consumo dei trasporti è quasi allo stesso livello (27% nel 2004) ed è più che raddoppiato dal 1971. Il consumo più importante è quello dell'insieme Residenziale e Terziario (34% nel 2004).

La ripartizione per settore varia secondo il livello e la struttura dell'economia: per la CSI, la parte dell'industria era del 42% nel 2004, contro il 14% per i trasporti.

Per prodotto

I prodotti energetici consegnati al consumatore finale sono il carbone, i prodotti petroliferi, il gas, l'elettricità, il calore (reti di calore) e la biomassa (essenzialmente legna da ardere per uso tradizionale nei paesi in via di sviluppo).



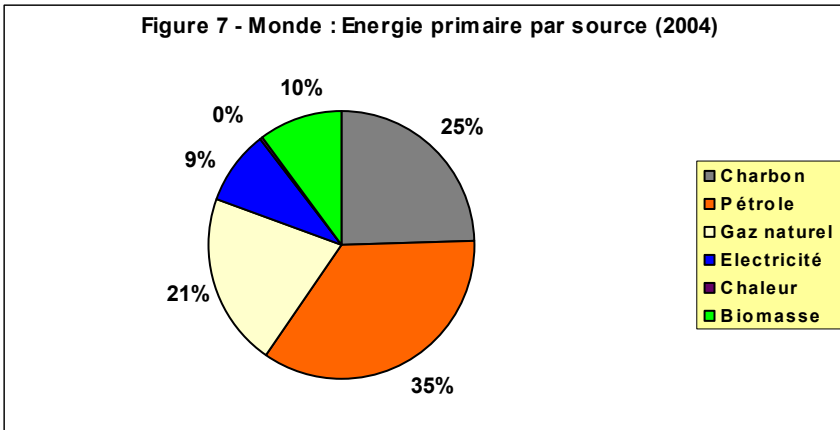
La ripartizione per prodotto dimostra che i prodotti petroliferi restano predominanti nel consumo finale (43% nel 2004) anche se la loro parte ha subito un ribasso nel periodo 1971 – 2004, a vantaggio del gas e dell'elettricità.

II.2 Energia primaria

Il petrolio resta l'energia dominante (35% nel 2004), seguito dal carbone che, dopo una relativa stagnazione negli anni 80 riparte in crescita (25% nel 2004). La fonte d'energia il cui contributo è maggiormente aumentato da circa trent'anni è il gas naturale. La biomassa (legno, rifiuti vegetali ed animali), utilizzata ancora essenzialmente attraverso tecniche tradizionali, occupa un posto importante (10% nel 2004), leggermente superiore all'elettricità primaria (idraulica e nucleare); il contributo del calore "primario" (geotermia e solare) è molto debole.

Si constata che il rialzo del consumo percettibile a partire dal 2000 proviene essenzialmente dal carbone.

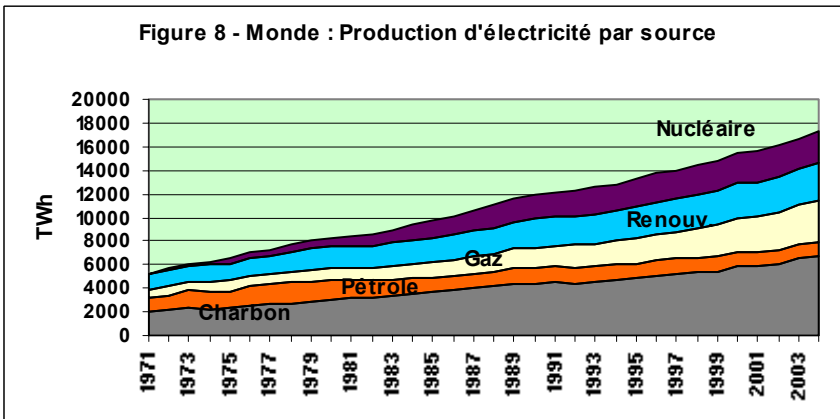
Figure 7 - Monde : Energie primaire par source (2004)



II. 3 Elettricità

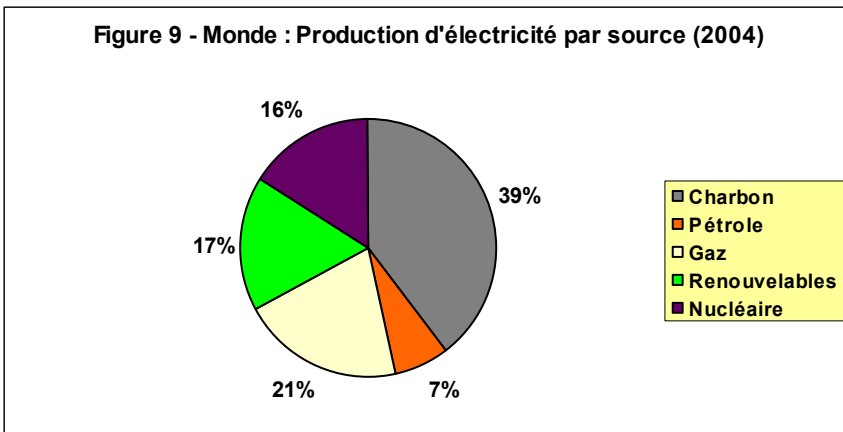
La produzione mondiale d'elettricità è passata da 5 250 TWh nel 1971 a 17 370 TWh nel 2004. Dal 1971, il carbone resta il primo combustibile con una crescita regolare che accelera dal 2000, il contributo del petrolio ha subito un netto ribasso a vantaggio del gas (essenzialmente gas naturale), con la comparsa della tecnica delle centrali a ciclo combinato ed il progresso della cogenerazione. I contributi dell'idraulica e del nucleare sono dello stesso ordine e pressappoco stabili in valore assoluto dal 1990 dopo una forte crescita del nucleare tra il 1970 ed il 1990.

Figure 8 - Monde : Production d'électricité par source



Nel 2004, questa produzione è stata del 67% per quanto riguarda i combustibili fossili, 17% per le energie rinnovabili (96% idraulica) e 16% per il nucleare.

Figure 9 - Monde : Production d'électricité par source (2004)

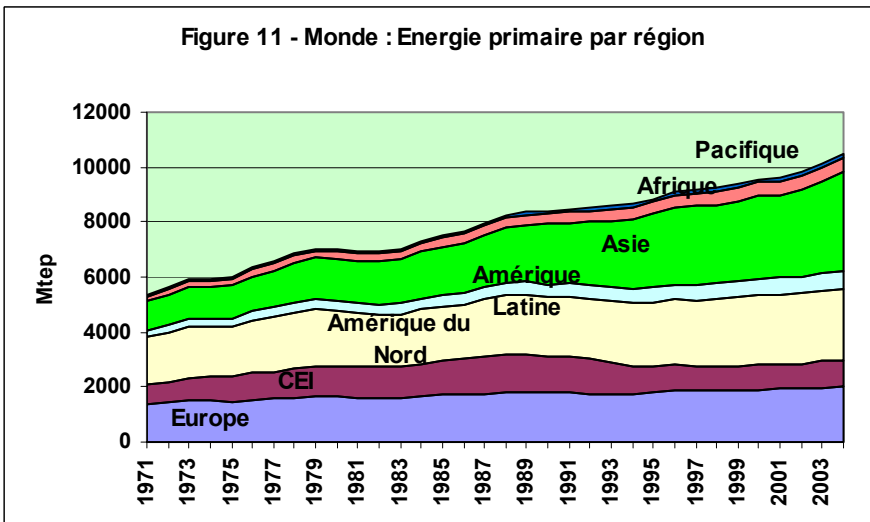


Un elemento interessante, in particolare in termini di politica industriale, è costituito dalla crescita annuale della potenza elettrica utilizzata a livello mondiale: le centrali a gas naturale (essenzialmente a ciclo combinato) arrivano nettamente in testa.

III CONSUMI E RAPPORTI REGIONALI

III.1 Insieme continentale

Figure 11 - Monde : Energie primaire par région



Questo Sviluppo è significativo: nel 1971, il consumo dell'insieme dei paesi industrializzati – America del Nord, CSI, Europa – rappresentava il 71% del consumo mondiale; nel 2004, questa parte è del 53%. I consumi dell'Europa e dell'America del Nord sono potuti aumentare in questi ultimi trent'anni ed è ben visibile il ribasso del consumo dei paesi della CSI in seguito alla crisi economica che ha seguito la fine dell'URSS nel 1990.

L'aumento del consumo dell'Asia è netto: tre volte superiore tra il 1971 e il 2004. Il forte aumento dal 2000 del consumo mondiale, già segnalato, proviene dall'Asia.

III.2 Le disuguaglianze esistono

La presentazione di un consumo d'energia "mondiale" inganna. Solo i paesi dell'OCDE e della CSI, vale a dire 1,44 miliardi di abitanti (22,6 % della popolazione mondiale), hanno consumato 6,49 miliardi di tep nel 2004, essenzialmente di energia commerciale, vale a dire il 58% dei consumi mondiali. I paesi in via di sviluppo, vale a dire 4,9 miliardi di abitanti (77,4% della popolazione mondiale) hanno consumato 4,6 miliardi di tep, di cui circa 1 miliardo di tep di biomassa tradizionale. Si deduce che, su questo insieme così diverso di paesi in via di sviluppo, circa 3 miliardi di abitanti (dei paesi più ricchi così come delle metropoli e dei settori industriali di alcuni paesi) consumano 3,6 miliardi di tep di energia commerciale così che 2 miliardi di abitanti, essenzialmente la popolazione rurale e extraurbana, consumano 1 miliardo di tep di energia tradizionale. Questa presentazione è evidentemente approssimativa ma traduce bene la realtà.

- quasi un terzo degli abitanti del pianeta non hanno affatto accesso alle fonti di energia moderne e quasi il 75% della popolazione del pianeta non consuma che il 40% del totale dell'energia consumata;
- la questione energetica più importante a livello mondiale è fornire energia a questa parte della popolazione, anche a basso livello.

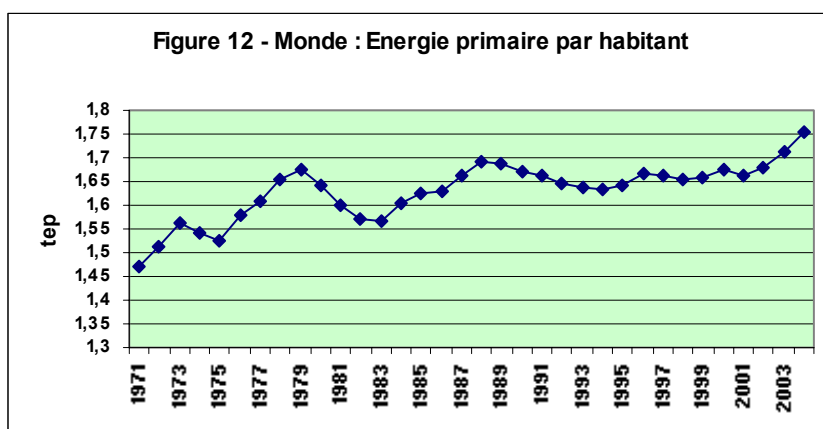
Di fronte a questa realtà e a questa esigenza, le "crisi energetiche" del tipo "shock petrolifero" che hanno toccato le economie occidentali negli anni 70 sono state di carattere passeggero. La prima crisi energetica mondiale è quella del legno e del fuoco e i paesi più toccati dall'arricchimento del petrolio non sono i ricchi paesi industrializzati ma i paesi in via di sviluppo che danno ai prodotti petroliferi un'importanza maggiore rispetto alle loro risorse.

IV. CONSUMI PER ABITANTE ED INTENSITÀ ENERGETICA

IV.1 Consumi di energia per abitante

Tra il 1971 ed il 2004, il consumo d'energia primaria annuale medio per abitante è aumentato da 1,45 tep a 1,75 tep. Si notano con precisione, su questa evoluzione, i due shock petroliferi del 1973-4 e del 1979-80, il rialzo consecutivo dovuto al contro shock petrolifero del 1986, la decrescita che segnala l'abbassamento registrato nell'ex URSS dopo il 1990, l'insieme di queste fluttuazioni che mantengono un consumo per abitante che si trova nel 2000 pressappoco al livello in cui era nel 1980¹⁵.

A partire dal 2000, la crescita è netta, come l'abbiamo visto per i consumi totali, in seguito alla crescita asiatica.

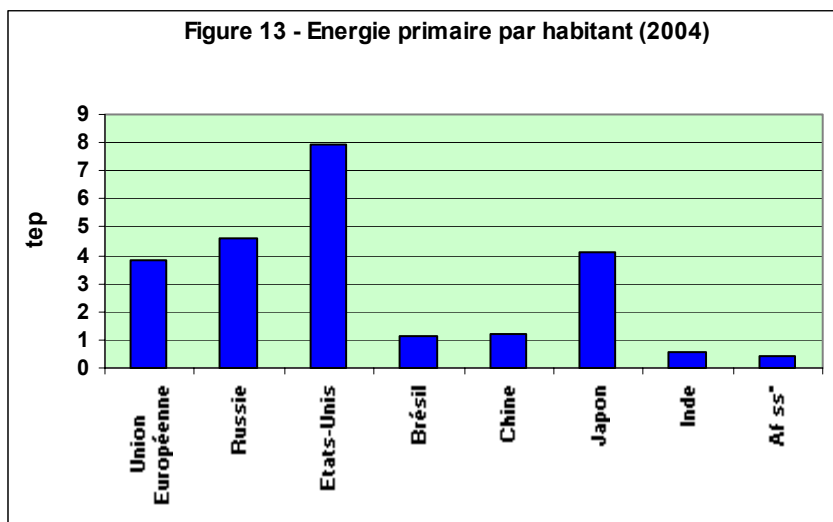


Le disuguaglianze di consumo per abitante restano considerevoli nel 2004 come dimostrato dalla figura che segue.

La disuguaglianza varia tra 7,9 tep per anno per gli Stati Uniti e 0,43 tep per anno per l'Africa sub sahariana (Africa del Sud esclusa). Esse si presentano ancora maggiori per il consumo di elettricità: nel 2003, il consumo annuale di elettricità per abitante è di circa 8000 kWh per l'OECD e di 450 kWh per l'India.

15

Questa stabilizzazione tra il 1980 e il 2000 deriva da tre principali ragioni : - la crescita del consumo di energia è fortemente rallentata nei paesi industrializzati (in particolare grazie agli sforzi dell'efficacia energetica); - la maggior parte dei paesi in via di sviluppo non hanno conosciuto la crescita economica sufficiente per lo sviluppo; - la crisi economica dei paesi in fase di transizione ha fatto fortemente abbassare il loro consumo energetico.



* : Af ss : Africa sub-sahariana.

IV.2 Intensità energetica

Per confrontare i paesi tra loro, si utilizza un altro indicatore globale, “l’intensità energetica”, il rapporto del consumo d’energia con il prodotto interno lordo, quest’ultimo calcolato dal potere d’acquisto (PPA) al fine di poter fare delle differenze sul livello di vita.

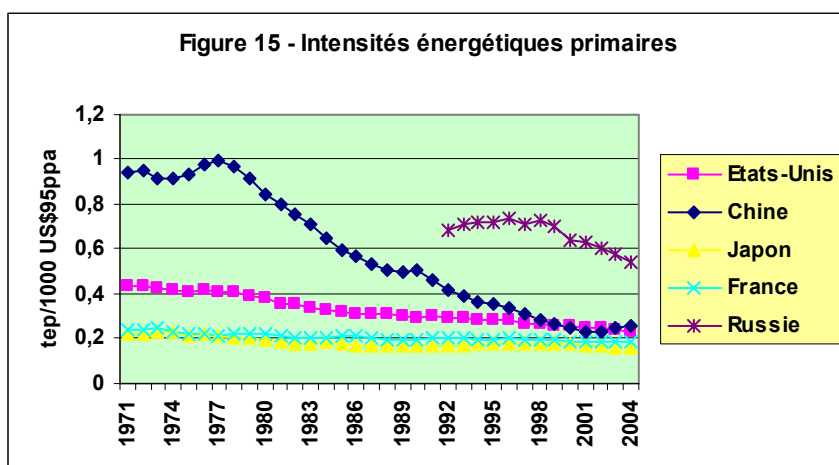
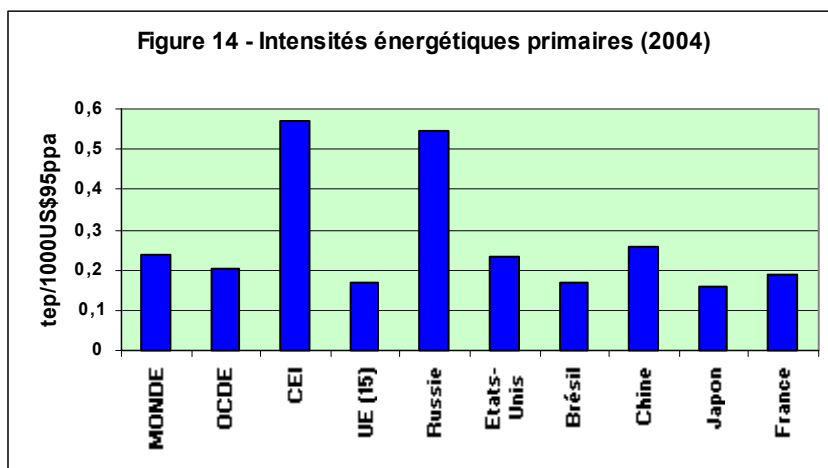
Questo indicatore (che si esprime generalmente in tep/1000dollari) caratterizza il grado di “sobrietà energetica” di un paese o di una modalità di sviluppo: esso misura la quantità d’energia consumata per uno stesso livello di confort o di produzione.

L’intensità energetica dipende molto da fattori come il clima (più fa freddo, più si consuma energia per riscaldarsi, ad uno stesso livello economico) e dalla struttura dell’economia: se un paese ha molte industrie cosiddette “pesanti”, forti consumatrici di energia, la sua intensità energetica sarà più elevata.

Ma, se lo si mette in relazione a dei paesi con struttura economica simile, il fattore essenziale è l’efficacia con la quale l’energia viene prodotta e consumata : molto schematicamente, più l’intensità energetica è bassa, più l’efficacia è grande¹⁶.

16

Uno studio recente sulla « Valutazione dell’efficacia energetica nell’Unione Europea(15)» pubblicato dalla Commissione europea e l’ADEME e realizzata da quattordici equipe nazionali (rete ODYSSEE-MURE) presenta un’analisi dettagliata dell’efficacia energetica nell’EU-15. Questo studio identifica i diversi fattori che determinano l’intensità energetica di un paese, separa gli effetti e definisce un indicatore propriamente detto dell’efficacia energetica (www.odyssee-indicators.org).



L'evoluzione dei valori dell'intensità energetica dal 1971 mostra, ad inizio periodo, una situazione estremamente contrastante, il Giappone ed i paesi dell'Europa occidentale (qui la Francia) aventi già un'economia relativamente sobria in termini di energia a confronto con gli Stati Uniti. Questi paesi hanno visto la loro intensità energetica diminuire, soprattutto nel caso del Giappone (da 0,22 nel 1971 a 0,16 nel 2004). Il ribasso dell'intensità energetica degli Stati Uniti è molto importante (da 0,44 a 0,24). In generale, l'intensità energetica dei paesi dell'OECD si è abbassata del 29 % tra il 1980 ed il 2004. Questo ribasso è dovuto da una parte a delle trasformazioni strutturali (meno industrie "pesanti" (cioè riguardanti settori di prima necessità) e meno industrie nel PIL) e d'altra parte alla crescita dell'efficacia del consumo di energia. Si è stimato che nel periodo 1975-1986, gli sforzi d'efficacia energetica al livello del consumo hanno rappresentato sull'insieme dei paesi dell'OECD, un'economia di 900 milioni di tep per l'anno 1986, vale a dire pressappoco la produzione annuale dell'OPEC all'epoca. Il caso della Cina merita un'attenzione particolare: l'intensità energetica si è abbassata considerevolmente dal 1971. Bisogna essere prudenti sull'interpretazione dei vecchi dati ma è certo che l'evoluzione strutturale dell'economia ha giocato molto, come la progressiva modernizzazione dell'industria e la crescita delle industrie "leggere". All'inizio del 2000, la Cina si posiziona pressappoco al livello degli Stati Uniti¹⁷, ma il rischio è che questo paese non tragga vantaggio dalla sua crescita economica per ridurre in maniera significativa la sua intensità energetica (una nuova crescita sembra profilarsi in questi ultimi anni).

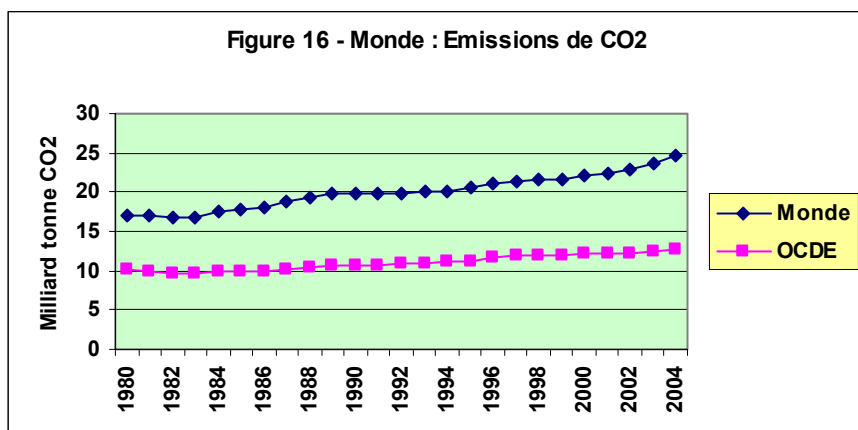
La Russia (e la CSI nel suo insieme) resta il paese maggiore consumatore d'energia rispetto al suo PIL. Dopo una crescita durante la crisi economica degli anni 90, l'intensità energetica è scesa a partire dal 2000 ma resta molto alta: nel 2004, essa era tre volte superiore a quella dell'Unione Europea.

V. EMISSIONE DI ANIDRIDE CARBONICA

Crescita delle emissioni a livello mondiale

Sono gli aumenti delle emissioni di anidride carbonica (CO₂) legati al consumo di energia fossile che costituiscono la principale fonte di aumento della percentuale su scala planetaria di gas a effetto serra su scala planetaria; essa è causa di un riscaldamento dell'atmosfera e comporterà dei profondi cambiamenti climatici nei prossimi decenni.

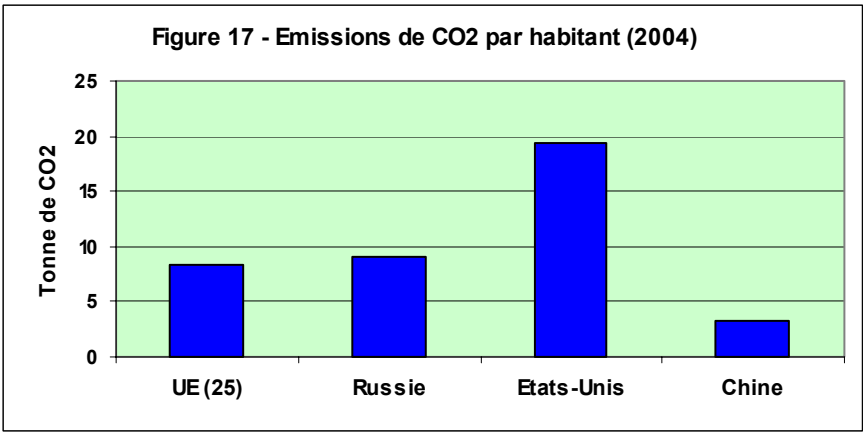
Nel 2004, le emissioni mondiali di CO₂ legati alle attività energetiche erano di 24,6 miliardi di tonnellate, di cui il 51% provenienti dai paesi dell'OECD.



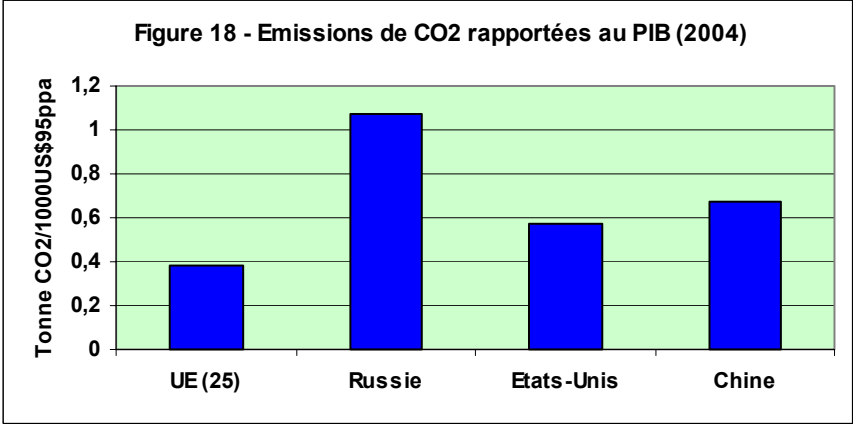
È interessante notare che le emissioni di CO₂ dell'Unione Europea (25 Stati membri) sono aumentate tra il 1990 ed il 2004 (da 3,6 a 3,8 miliardi di tonnellate) così come quelle degli Stati Uniti aumentavano da 4,8 a 5,7 miliardi di tonnellate nello stesso periodo.

Emissioni per abitante e per unità di PIL

Sull'immagine del consumo d'energia, le emissioni per abitante variano ampiamente secondo i paesi così come il rapporto tra emissioni CO₂ e PIL (a parità di potere d'acquisto)



Lo scarto sul valore delle emissioni per abitante è considerevole come viene mostrato dalla figura in basso, ma gli sviluppi sono comunque confrontabili: un piccolo aumento nei due casi: da 8,2 a 8,3 tonnellate per l'Unione Europea e da 19,1 a 19,3 per gli Stati Uniti (dovuto ad un aumento della popolazione tra il 1980 ed il 2000 del 24 % per gli Stati Uniti contro il 6% dell'Unione Europea).



BREVE BIBLIOGRAFIA

Opere e pubblicazioni in francese.

Amory Lovins, *Stratégies énergétiques planétaires : les faits, les débats, les options*, Editions Christian Bourgois, 1975.

Groupe confédéral énergie CFDT, *Le dossier de l'énergie*, Le Seuil, 1984.

Jean-Claude Debeir, Jean-Paul Deléage, Daniel Hémerly, *Les servitudes de la puissance : une histoire de l'énergie*, Flammarion, 1986.

Jean-Marie Chevalier, Philippe Barbet, Laurent Benzoni, *Economie de l'énergie*, Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, 1986.

Jean-Marie Martin, *L'économie mondiale de l'énergie*, La Découverte, 1990.

José Godemberg, Thomas B. Johansson, Amulya K.N. Reddy, Robert Williams, *Énergie pour un monde vivable*, La Documentation française, 1990.

Bernard Laponche, Bernard Jamet, Michel Colombier, Sophie Attali, *Maîtrise de l'énergie pour un monde vivable*, édition ICE, 1997.

Ernst von Weizsäcker, Amory Lovins, Hunter Lovins, *Facteur 4*, éditions Terre Vivante, 1997.

Thierry Salomon, Stéphane Bedel, *La maison des négawatts*, éditions Terre Vivante, 1999.

Benjamin Dessus, *Energie, un défi planétaire*, Belin, 1999.

Jean-Marie Chevalier, *Les grandes batailles de l'énergie*, éditions Gallimard, 2004.

Association Global Chance

- " *Maîtrise de l'énergie et développement durable* ", Les Cahiers de Global Chance, n°16, novembre 2002.

- *Petit mémento énergétique*, Association Global Chance, janvier 2003.

CLIP

- " *Transport à l'horizon 2030* ", Cahiers du CLIP, octobre 2001.

Pubblicazioni dell'Agenzia internazionale dell'energia

Qualche sito Internet

- AIE : www.iea.org

- ENERDATA : www.enerdata.fr

- ADEME : www.ademe.fr

- ENERGIE CITES : www.energies-cites.org

- Union Européenne : www.europa.eu.int