

De energjie fossile ae energjie solâr#

LUIGI SERTORIO *

Ristret. La ricjece dai Paîs industrializâts e je leade une vore a strent a un consum di energjie straordenari. Chest fat al è considerât, di bande di chei che a controlin i flus finanziariis, tant che un sempliç detai de dotrine di cressite prevalente, part ad in plen di une tipologjie di societât che si à di mantignî a ogni cost. Di chê altre bande al è un numar simpri plui grant di osservadôrs che a considerin cheste situazion tant che temporanie e, ce plui ce mancûl, vicine al colàs. E je une crevadure profonde che no podarà mai jessi comedade di une analisî academiache specializade.

Chest volum si propon di presentâ un cuadri sinotic e interdissiplinari de cuistion, metint in evidence la interazion tra storie e tecnologjie – doprant duncje i lengaçs de fisiche e de biologjie – vâl a dî il tiessût dal progredî de vite reâl. I arguments a vegnin frontâts a nivel di une discussion academiche di base, e duncje a podaran someâ masse facii o dificii a seconde de preparazion specifiche dal letôr. Ma nol è nuie altri ce fâ: si pues fâ un sfuarç par capî ce che nol è familiâr, o ben restâ impaltanâts te insigurence dai diviers dogmatisims.

Introduzion. Ogni organism che al vîf al è un sisteme viert, cun moluculis che a jentrin e a jessin: di une bande la mangjative e di chê altre i refudums, un procès che al è controlât de strutture individuâl mantignude dal organism. Ogni specie si alimente intun so mût specific e dôs speciis dife-

* Universitât di Turin, Italie. Fellowship of the Atomic Energy Commission, Ames, USA, 1964-66; member of The Institute for Advanced Study Princeton, NJ USA, 1967; visiting scientist, CERN, 1969-71; component dal INFN; visiting consultant Theory Division, Los Alamos National Laboratory, 1976-91; program director, Scientific Affairs Division, NATO, 1991-93; professôr di Mecaniche statistiche, Universitât di Turin, fin al 2005; component de 'Accademia Gioenia' di Catania, dal 2005.

Publicazioni: *Thermodynamics of Complex Systems*, World Scientific, 1991; *Storia dell'Abbondanza*, Bollati Boringhieri, 2002; *Vivere in Nicchia Pensare Globale*, Bollati Boringhieri, 2005.

Traduzion: Stefania Garlatti-Costa.

rentis no si alimentin mai te stesse identiche maniere. Calcolâ tropis che a son lis speciis al è difìcil parcè che no si trate di une sume di unitâts ma di un catalic di varietâts; duncje il numar complessif no si lu cognòs, e la incertece e pues jessi di plui di un ordin di grandece (un fatôr di dîs o plui). La osservazion sperimentâl nus à mostrât, in ogni câs, che l'insieme totâl des speciis al à une sô coearence interne e al prodûs un stât dinamic cuasi stazionari: chest insieme si lu clame biosfere o ancje “rêt vivente”. O cognossin la potence complessive (in watts) di cheste rêt cun plui precision di ce che o cognossin il numar dai siei elements. Al è interessant di notâ che te termodinamiche la valutazion dai livei di energjie (par esempi di un gas) e pues jessi calcolade cu la stesse precision dal numar des moleculis de sostance, parcè che il totâl e je une sume di unitâts compagnis.

Dentri di chest cuadri la specie umane e je une ecezion, par vie che e je caraterizade di altris ativitâts che no dome il procurâsi di mangjâ, e duncje i covente une cierte cuantitât di energjie in plui. In chest sens la specie umane e je une perturbazion te biosfere. Nissun, par ce che o sai, al à mai cirût di definî i limits inferiôrs e superiôrs de “energjie in plui” che e covente a une cierte societât umane par funzionâ in maniere otimâl; di chê altre bande o savìn che lis societâts umanis a àn inventât strategiis par cjatâ fûr cheste energjie. Par esempi:

lis bestiis a lavorin pai oms,
i oms a lavorin pai oms,
lis machinis a lavorin pai oms.

Ta cheste tierce categorie, la rivoluzion e je rivade dal mâr, cul passaç des barcjis a vele aes barcjis a vapôr. Intun secont moment lis machinis a àn concuistât la tiere ferme, cu la invenzion dai motôrs termics plui o mancun doi secui indaûr. A son machinis che a doprin combustibii fossii e la lôr proliferazion e à modelât la strutture des societâts industriâls. Sul imprin si lu clamave il progrès, cumò si lu definìs un colàs. E je cheste la sapienzie dal compuartament coletîf dai umans.

Ce prospetivis vino? Lis scuviertis sientifichis, la comprension de nature no si otegnin par meracul ma cun sfuarç e lentece, un pas dopo di chel altri. Nol è facil capî il lengaç des diviersis disciplinis e duncje preseâ la varietât enorme des oportunitâts tecnologjichis che chestis disciplinis a ufrissin. A son oportunitâts che a puedin jessi ignoradis, o ben

svilupadis e dopradis par finalitâts malefichis, o ben indreçadis te direzion di une evoluzion.

Il lengaç dai economiscj e chel dai fisics a àn pôcs ponts di contat, ma a son cierts fats e problemis che ju tocjin ducj i doi. Cun di plui, ogni discussion academiche su lis prospetivis energjetichis – petroli, energjie nucleâr, energjie solâr – e je dibant se no si cjape in considerazion chel che al è l'atôr principâl de cuestion: la energjie nucleâr par ûs militâr. E nol è un atôr che al cjacare masse. E je une des dificultâts principâls di cualsisei tentatîf di fâ un quadri sintetic di diviersis cuestions che a son specialistichis ma, tal stes timp, anje leadis tra lôr.

Chest volum si è svilupât su la fonde di une serie di aponts che o vevi doprât tai miei seminaris e po dopo disvilupât te discussion coletive, e la sô structure e reste chê di un dialic pitost che chê di un test didatic. Di consequence anje i riferiments bibliografics a son limitâts.

O dîs grazie pal incoragjament a Silvana Schiavi Fachin, Guido Cozenza, Gianni Mattioli, Ugo Bardi, Simonetta Marcello, Luca Mercalli, Nanni Salio.

I disens a son il risultât de colaborazion cun Erika Renda.

1. Classificazion des risorsis. Il “sfrutament” des risorsis naturâls di bande dai oms al è diferent de “interazion” cu lis risorsis naturâls di bande di ogni altre specie parcè che i oms a disponin di manufats, ven a stâi di estensions de lôr interazion cul mont. Un manufat al è alc che si sorepon ai cambiaments continuis che a caraterizin la evoluzion naturâl de biosfere. I manufats umans a àn doi aspjets: un al è l'aspjet di scambi tes interazions coletivis o individuâls tra oms, dulà che l'element di fonde a son i bêçs; e po dopo a son lis protesîs mecanichis, vâl a dî lis machinis che i oms a costruissin e a controlin. Chestis machinis a lavorin drenti drenti de specie umane o anje difûr; anje i bêçs a produsin un efiet sul ambient, ma indîret, traviers dal lavôr des machinis. E je une distinzion impuartante. Lis speciis vegjetâls e animâls a controlin lis lôr interazions intun lôr mût specific, che al è simpri compagn par une cierte specie. I oms, invezit, in plui che controlâ lis lôr interazions, a controlin anje lis machinis, e cheste e je une difference fundamentâl.

Si pues sostignî, di fat, che la evoluzion globâl di un planet popolât dai oms e di un altri planet compagn di chel altri fin cuant che no son

rivâts i oms e sedî, cumò come cumò, diferente. Cheste situazion no à, par ce che o savìn, une realizazion concrete, e par chest motîf i studis sui cambiaments climaticis determinâts dai oms a son cussì dificii di fâ. Scomencìn dal fat che il scambi di bêçs e lis estensions mecanichis dal om a àn, ducj i doi, un efiet su la vite sociâl e sul ambient. Lis estensions mecanichis a àn bisugne di energjie par lavorâ e cheste energjie, sul imprin de storie umane, e jere energjie naturâl: la fuarce dai oms, la fuarce des bestiis. Une vore plui indevant, ae fin dal Sietcent, al rive il motôr a combustion. La circolazion dai bêçs, di bande sô, e je causade e sostignude de esistence umane, che si manifeste cun azions ativis e passivis: desideri (atîf) e dibisugne (passîf); ufierte (atîf) e scjarsetât (passîf) che a compagnin ogni persone di cuant che e nas a cuant che e mûr.

Dopo di cheste introduzion sul concet di “sfrutament”, cjapìn cumò in considerazion la definizion fisiche des risorsis naturâls. A son dôs categoriis principâls di risorsis: fossilis e rignuvibilis. Prime osservazion: il tiermin rignuvibil al è ambigu. La distinzion plui juste e je: fossil e flus. Il flus al è il flus solâr che si misure in watts, al è potence. Il fossil si lu misure in joules, al è energjie. La radiazion solâr, e in gjenerâl la radiazion stelâr, e je l’unic flus continui di potence che al esist te ete cosmologicje stelâr. Lis stelis a mandin fûr energjie, une cuantitât di energjie cuasi costante par unitât di timp. Cheste emission e je un fenomen naturâl fundamentâl. Di fat, ce che nol è emission continue al è temporani: temporanie e je la nassite di une stele, temporanie e je la sô muart. Un planet al à in gjenerâl une dinamiche endogjene une vore debule (rispiet a une stele) e une dinamiche di superficie che e je alimentade di un flus che al va a interessâle e che al è originât di une stele vicine. Chest flus costant di radiazion che al rive tal planet al prodûs doi canâi di manifestazion dinamiche obleade:

- a) une dinamiche di superficie fluide cuntune circolazion di energjie cinetiche;
- b) une operazion di metabolisim de biosfere (se e je une biosfere).

Par une stele come il Soreli, l’interval di timp te emission regolâr di radiacions al è une vore lunc (10^{10} y, vâl a dî 10 miliarts di agns): chest interval, te scjale temporâl umane, al è come dî “par simpri”.

Il concet di biosfere al è antîc e une vore complès. Te sô interpretazion moderne, chest concet al à atirât e al è daûr a atirâ la atenzion di un

grum di ricercjadôrs. [1] Baste dî a chest pont che la biosfere e je alimentade de radiazion solâr.

O vin viodût che il flus solâr al prodûs une circolazion di energjie cinetiche e al alimente il metabolismim de biosfere. Ce ise la proporzion tra chescj doi efjets? I scienzîats a son rivâts a calculâ une apossimazion di cheste proporzion, che e je plui o mancûl di 10^2 (cent) [2], ma no son ancjemò in stât di spiegâ cemût mai che al è cussì (e no il dopli o la metât). Si pues sostignî che, se la ecentricitât de orbite terestre e fos plui grande (trop di plui?), la potence de biosfere e sarès plui basse, e se la ecentricitât e fos ancjemò plui grande no sarès nissune biosfere. La dipendence de orbite e je un dai gnûfs e tancj problemis di grant interès de ecofisiche [3, 4, 5].

Il contrari di flus regolâr a son i fossii. I fossii a àn dentri di lôr il concet di “passât”, e di fat un fossil al è alc che al è stât metût adun di events passâts. Un di chescj events passâts e je l’incessiment dal planet Tere cun materiâl rivât dal spazi: al è cussì che si è formade la strutture inorganiche de Tere. Cumò come cumò si cjatin su la Tere ducj i elements de Tabele di Mendelejev [6]. La lôr posizion e cuantitât percentuâl a cambiin, naturalmentri, di un puest a chel altri, stant che chestis carateristiche a son consecucis, di une bande, dal incessiment cosmologic e, di chê altre, di chei fats tetonics che a àn contribuît ae messedance o ae separazion des diviersis parts de Tere. Te scjale temporâl umane, chescj acjadiments a puedin jessi considerâts concludûts (ancje se no dal dut: che si viodin par esempi i taramots, i vulcans e v.i.) e duncje jessi considerâts un dât costant. E je cheste, juste apont, la definizion di risorse fossile.

Ce che al pues o nol pues jessi considerât une risorse al dipent ancje dal disvilup scientific: par esempi prime de scuvierte de fisiche nucleâr no si fevelave dai procès di fission o di fusion come nancje dal calôr prodot de radioativitât naturâl. Vuê o savin che dut chest al esist, e soregut che al pues jessi manipolât. Se o cjalin ae storie, par esempi, o viodin che il fûc al jere cognossût di une vore di timp prin che il disvilup de termodinamiche al puartàs ae invencion dai motôrs termics. Il traspuart de energjie traviere de conduzion eletriche e i sistemis di traspuart che di li si son disvilupâts a son rivâts ancjemò plui in là tal timp. L’acès ae energjie cinetiche dai fluïts in moviment al è cambiât tai secui, daûr de

evoluzion storiche des diviersis popolazions e des lôr scuviertis sientifichis. L'acès diret ae radiazion solâr (l'efiet fotovoltaic) al compuarte une cognossince de fisiche cuantistiche, e duncje nol è distribuît te stesse maniere tai diviers stâts.

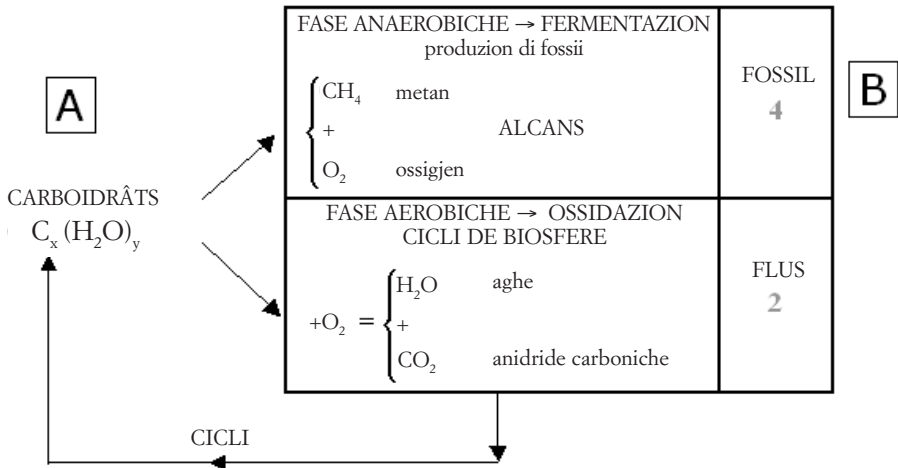
Cjapìn cumò in considerazion la biosfere. Ducj i planets a son fats di materie e no son cussì diferents un di chel altri in tiermins di composizion atomiche; dome pôcs però, o forsit dome la Tière, a àn une biosfere. Al fâs impression pensâ che la Tière e sedi l'unic planet dulà che e je la vite, e di fat i sienziâts a son daûr a cirîle sedi dentri sedi fûr dal sisteme solâr. In ogni câs si trate di une ipotesis avonde gnove, e di fat ai timps di Giordano Bruno la idee stesse che e fôs vite fûr de tiere e jere considerade une eresie. La biosfere terrestre e à vût un sô evoluzion particulâr che e je divierse de evoluzion inorganiche, che e seguìs lis leçs de termodinamiche. Ce che al sucêt dentri di un planet si manifeste tal flus di energjie endogjen misurabil in superficie. Chestis cuestions a son ogjet di studi de paleontologjie e de gjeodinamiche. Par ce che nus interesse a nô, o podìn marcâ che dentri de evoluzion de biosfere a son stâts ancje dai “fats passâts” che a àn produsût i fossii, vâl a dî i fossii biologjics, e lis risorsis fossilis organichis, soreduet cjarvon e idrocarbûrs. La Tabele 1.1 e descrif la sfere inorganiche e organiche, flus e fossii.

Tabele 1.1

	SFERE INORGANICHE	BIOSFERE
FLUS	Diret: flus solâr, fotons Indiret: moviments te idrosfere e atmosfere	Plantis e animâi che a furnissin mangjative: macromoleculis che a jentrin tai ciclis de fotosintesi
	1	2
FOSSIL	Metai e composcj minerâi doprâts: a) te edilizie; b) tant che fonts di energjie, soreduet di energjie nucleâr	Carbon e idrocarbûrs formâts pal plui te ete carbonifare
	3	4

Fasint riferiment ae definizion gjenerâl de Tabele 1.1, al è impuartant ricuardâ cualchi altri element de comparazion tra risorsis molecolârs (Tabele 1.2) e e nucleârs (Tabele 1.3).

Tabele 1.2



Par details di **A** viôt Apendis I.

Par details di **B** viôt Apendis II.

I carboidrâts a son i components principâi de biomasse vivente. Jentrant tal cicli de biosfere, indicât te Tabele 1.1 come flus 2, si trasformin in H_2O e CO_2 e traviere de fotosintesi a tornin a produci **A**.

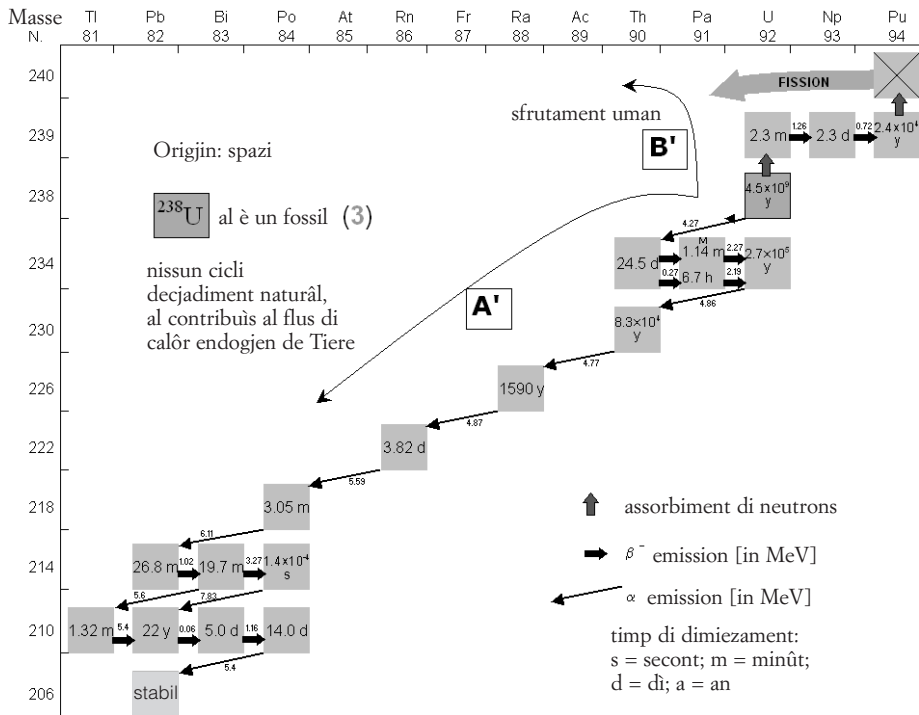
Se invece a jentrin intune fase aerobiche (soredut te ete carbonifare), si formin e a restin sapulîts sot tiere i alcans fossii, come che al è descrit in **B**. I fossii **B** a interessin dome la specie umane. La economie contemporanie e rapresente un fenomen une vore curt (pocjis desenis di agns) che al dipent in dut e pardut dai fossii **B**.

I fossii nucleârs no jentrin in nissun cicli. I nuclis di U^{238} a rivin su la Tiere cul procès di incessiment dal planet cun materiâl che i rive dal spazi: a son une ereditât cosmologjiche. A volê jessi plui precîs, i nuclis pesants si formin te esplosion di une supernova: al è cussi, cu la esplosion di une supernova, che e je nassude la Tiere.

Par un procès naturâl di decjadiment, l'urani, dutun cun altris nuclis, al contribuìs al contignût di calôr endogjen de Tiere. Une scjale temporâl tipiche e je di di 10^9 agns. Chest percors naturâl, che o clamìn **A**, al è dal dut diferent dal percors **A**.

Ma l'urani fossil al pues ancje jessi doprât de tecnologjie umane: in

Tabele 1.3



chest câs il percors B' al puarte a doi risultâts pussibii: reatôrs e bombis [7, 8].

B' al è analic a B. O notìn però che il fossil B al ven brusât dal dut cul ossigjen che, in gracie dal cicli A precedent, al è in di plui te atmosfere. Il fossil B al bruse invezit in gracie de sô masse critiche dèntri dal reatôr, e nol ven mai brusât dal dut. Bisugne duncje tornâ a processâ il fluit residuâl; in alternative, il fluit che al vanze al ven bandonât.

Viôt tes Apendîs III e IV une serie di osservazions su B' aplicât ai ûs civîl de energjie nucleâr. Te Apendîs V si cjate un coment su la sigurece dai reatôrs nucleâr.

2. Acès aes risorsis. La Tabele 1.1 e sclaris ben chest concet: lis risorsis a varessin di jessi consideradis no tant che definizions astratis e fissis, ma

tant che fatôrs variabii che a contribuissin al disvilup de storie umane. Cheste maniere di pensâ si fonde su trê constatazioms:

- La comprehension dai fenomens fisics e biofisics e dipent des acuiszioms continuis de cognossince scientifiche.
- L'acès aes risorsis, logadis in maniere une vore iregolâr tal planet Tie-re, al dipent de tecnologjie.
- Il possès al derive de tecnologjie ma, se la sience e je universâl, la tecnologjie e je ocasionâl.

Par esempli, une risorse e pues apartignî a un stât che nol à la tecnologjie par tirâle fûr e doprâle; invezit la tecnologjie e pues jessi presente intun altri stât che però nol à disponibilitât de risorse. Cognossince, accesibilitât e possès no son un dutun omogjeni ma a esistin intun mont reâl che al è eterogjeni e sbelançât. Al è par chest che ciertis discussions a son cussì difencilis. Lis stîmis des risorsis di petroli o di urani e de disponibilitât di energjie eoliche, energjie fotovoltaiche e biocarburants, a son ogjet di indagjins une vore complessis che, tra l'altri, a son in part informazioms riservadis. Previodi la disponibilitât future des risorsis energjetichis al vûl dî ipotizâ ce che a saran i “senaris economics” di doman: une prevision cetant insigure. Personaçs autorevui e une vore ben informâts (sovrans come top managers) si son zuiâts il puest par vie di previsionis sbaliadis. La cuestion e je cemût che la tecnologjie e ven doprade e cemût che e ven disvilupade, dôs robis che a son peadis une vore a strent une cun chê altre. Lis risorsis energjetichis a son peadis ancje cu lis tecnologjiis di estrazion e sfrutament: di consequence, la cuantitât di energjie che nus reste nol è l'unic parametri dal probleme, ma un dai tancj. O varessin pitost di capî cemût che lis societâts si evolvin e a decjadin a seconde des tecnologjiis che a disvilupin e che cun lôr a interagjissin, in manieris che a son tal stes timp utilis e pericolosis. La percezion de civilizazion e cambie daûr de gridele culturâl che si dopre, e lis variis gridelis no simpri a comunichin tra di lôr. I lengaçs de economie, de religjon e de fisiche a àn cjapât stradis diferentis, e al sucêt che di tant in tant chestis stradis a finissin par scuintrâsi: il fat di ignorâsi no je duncje une buine idee. Par esempli: il consumadôr normâl (ancje il consumadôr miôr informât) al cognòs dome di pôc timp chês famosis curvis logjistichis che a rapresentin la nestre dipendence temporâl dal consum di energjie fossile. In realtât chestis curvis a vegnin fûr di studis finanziâts

des compagniis petrolifaris un grum di agns indaûr, prime e dopo de Seconde vuere mondiâl. Chescj dâts a son stâts ignorâts par dôs resons: i consumadôrs a son passîfs e i imprenditôrs a lavorin suntune scjale temporâl une vore curte. Ma se alc nol è cognossût, no si pues nancje cirî une soluzion [9, 10].

L'acès a risorsis come il petroli e l'urani al è complès e une vore costôs; ce che al covente e je une grande structure avodade a un sôl obietîf, cun tecnics, operaris e machinaris enormis, metude in pîts e tignude adun dai bêçs. Cheste tipologjie di imprese no fâs part des preocupacions cuotidianis de vite de int, no jentre tai valôrs spirituâi che a nudrissin i nestrîs ideâi e lis sperancis che o vin pe nestre vite.

Par sclari lis ideis e pues jessi utile cheste riflessione. Il cost dal Manhattan Project (lis primis dôs bombis nucleârs) [11] al jere cussì spropositât che dome i Stâts Unîts si cjatavin te posizion economiche di riscjâ une scommesse tant grande. Di sigûr e jere di là de puartade de Gjermanie naziste, ancje se il nivel di disvilup scientific dai doi paîs al podeve jessi considerât avonde compagn. Jerie une situazion che si podeve previodi? Sì, ma lu àn capît dome in pôcs. La bombe atomiche, cuant che e je rivade, e je stade pe societât umane une sorte di meracul vignût fûr dal nuie. Ma nol è stât un meracul. Pensinji sore: cui sono i oms che a controlin lis armis? Cemût sono rivâts a controlâlis? Ce culture àno, ce sano, ce àno tal cjâf?

3. Tieris gnovis, confins vierts. Il cuadri concetuâl che o vin presentât tes sezions precedentis al è une acuisizion dai ultins cincuant agns. Mieç secul indaûr la percezion de relazion tra ricjece, privileç, podê, benstâ e risorsis naturâls e jere diferente, e si è simpri modificade vie pai secui. Ma parcè ise impuartante la storie? Parcè che lis struturis sociâls – cumbinacions complessis di interazioni economichis e etichis – a costruissin, planc a planc, lis identificazioni nazionâls, e a determinin lis interazioni tra une nazione e chê altre. Chestis identificazioni e interazioni no cjapin dentri cun facilitât lis gnovis scuvieris de sience e de tecnologjie. Par fâ un esempli, l'insegnament de economie dispès si fonde su assiomis che a contindin che lis dinamichis di circolazione dai bêçs a van daûr di leçs particolârs, dulà che i limits fisics a son dome une suaze debule e lontane. Tal stes mût, lis struturis religjosis si tribuissin lidrîs assoludis, cjalant

cun suspriet ai contribûts fatuâi che ur rivin de cognossince sientifiche. Il risultât al è che i contats cu la realtât fisiche a son, tantis voltis, veris colissions. No son, chestis, osservazions di pocje impuartance: a son part de ereditât de storie. Magari cussì no, al è dificil imparâ de storie. In dì di vuê l'om tecnologjic al dispon di struments che a cuvierzin dute la Tiere: il traspuart aeri, il control vie satelit, lis transazions monetariis midiant di rêts eletronichis no cjapin plui di cualchi minût o cualchi ore, e di cheste dinamiche globâl al nas il concet di tecnosfere. Cun dut achel, la nestre ereditât storiche e culturâl e à lis lidrîs plantadis in concets une vore diferents.

Fintremai de invenzion de ruede e dal traspuart su caroce, de vele e de flote marine, lis cognossincis technichis e sientifichis e lis conquistis teritoriâls a son ladis indevant pâr a pâr: no tant che ecuilibri su une sfero ma tant che espansion liniâr infinide. I imperis dal passât si fondavin sul control di dominis gjeografics, e ogni lôr espansion ulteriôr e voleve dî podê, benstâ, lustris, slargjament dai flus monetaris, mostre di superioritât artistiche, legjislativ, estetiche. Pensìn a Alessandri il Grant e al so imperi militâr cussì curt, cuasi un viaç; pensìn a un altri imperi tant plui durevul, l'Imperi Roman, che al scomençà a lâ in mancuel cuant che il slargjament dai siei confins al tacà a jessi un dam pitost che un vantaç, e la impussibilitât di difindiju al volè dî la fin [12]. L'Imperi di Carli V si poiave su lis risorsis che i rivavin di teritoris topologjicementri separâts, lis coloniis. Se i struments vie pai secuî a son cambiât, il concet dominant – la espansion – al reste compagn: plui bêçs, plui marcjanziis, plui teritori, plui tassîs, plui glesiis, plui fortécis, e vie indevant. Vuê l'imperi american al à cjapât sù chest concet di espansion dal teritori, intindintlu come espansion de cognossince e dai valôrs. Astronâfs a son mandadis a esplorâ planets lontans dulà cjatâ gnovis minieris e gnovis biosferis, e magari a scugnanan combati vueris cuintri di aliens che a son la incarnazion cosmiche dai antîcs barbars – popui moralmentri inferiôrs – o de gnove gjernazie dai terroriscj antidemocraticis.

Cun dut achel, si refudisi di distingui tra une economie fondade su la estrazion des risorsis e une economie di flus: a scuegnin jessi gnovis risorsis, e in cualchi maniere a vignaran cjatadis; une economie statâl stabile e je considerade alc di negatîf. Ma in chest moment di passaç des risorsis minerariis aes risorsis di flus e scuèn cambiâ ançe la relazion tra incressite e cognossince.

Par un fisic i concets di reversibil e ireversibil, sfuarçât e conservatîf, viert e sierât, stazionari e transitori a son profonts e produtîfs. La comprehension de biosfere no pues jessi discolegade de comprehension de astrofisiche: si trate di confins mentâi, duncje ilimitâts.

Al è di sperâ che, tai agns a vignî, i economiscj e i politics a saran in stât di doprâ i instruments formâi necessaris par capî i problemis che, par fuarce, a compagnin la ricete de incessite perpetue.

4. Des minieris soteraniis al flus di superficie. La Seconde vuere mondiâl e je stade une vuere tra machinis furnidis di oms pitost che tra oms furnîts di fusii. Lis machinis a dopravin kerosene e cjarvon, un carburant une vore diferent di chel dai soldâts de antighitât, che a impleavin dome la fuarce atletiche, il coraç, la resistance, la acetazion de muart, sedi provocade sedi ricevude. Intune vuere di machinis il vincidôr no je la nazion cui machinaris miôr ma chê cuntune riserve plui grande di energie par fâju funzionâ.

In gjenar, in timp di pâs, a paritât di machinaris, jessi une grande potence al vûl dî vè un gran control des risorsis. Lis risorsis a alimentin il marcjât e in chest mût a sigurin il benstâ economic e ducj chei altris privileçs che, di bande lôr, a son circoscrits de protezion militâr. E jere cheste la logjiche ae fonde de vuere frede. Nol isal un paradòs che, intant che la int e bramave di scambiâsi teoremis (se sienziâts), imaginazion (se artiscj) e ogni sorte di curiositât (se personis inteligjentis), un piçul gruput di personis al jere impegnât a inventâ tecnologjiis di agresion che ur coventavin par justificâ la competizion pes risorsis? Ce sucedaraial cuant che lis risorsis minerariis a deventaran mancul bondantis? Il stîl di vite minerari al varà di lassâ il puest a un stîl di vite di flus. Si crearà une division: la sience, di fat, e je in stât di invertî la tindince atuâl a straçâ la energie e fâ in mût di doprâle in maniere inteligjente; lis struturis economicjis svilupadis intor ae estrazion minerarie, invece, no son compatibilis cun cheste inversion di tindince.

5. La interazion tra bancjis e risorsis. *La Seconde vuere mondiâl e fâs di spartiaghis tra la ete de viere egjemonie europeane e il gnûf imperi american. Vieri al vûl dî prime de energie nucleâr e gnûf al vûl dî dopo de energie nucleâr.*

I bêçs a zirin intune rêt fisse di scambis tra ativitâts umanis speciali-

zadis. Une uniche ativitât specializade no rive a stâ in pîts di bessole, ma no sta in pîts di bessole nancje la cumbinazion di pocjîs ativitâts specializadis: un marangon o un contadin, che a sedin considerâts di bessôi o in interazion, no son autosuficients. Par fâ lâ indevant une societât, intindude come marcjât complès, a coventin un grum di ativitâts specializadis. Tropis? Nissun lu sa.

Un probleme interessant de topologjie al è chel di rigjavâ la complessitât di une rêt che e massimize la circolazion globâl, in altris peraulis la ricjece gjenerâl. Nol impuarte ce che al è il valôr de circolazion, une volte che i bêçs a son stâts assegnâts a une cierte $\{ij\}$ cubie di interazions, l'interscambi fisic $\{ij\}$ tra un individui e chel altri al è ireversibil. La $\{ij\}$ cuintripart monetarie, di chê altre bande, no je ireversibile: e je rapresentade di un numar astrat – tai timps antîcs chest numar al jere scrit suntune monede – che al presente ciertis proprietâts tipichis de teorie dai zûcs, come la ripetibilitât, la finitudin, l'ûs di regulis discretis, la aplicabilitât in puescj diferents, in anticip e in ritart e v.i. Chescj numars astrats, in ogni câs, no puedin jessi scancelâts o decidûts a câs: in pratice al à di jessi un bancjâr, e chest bancjâr al à di jessi une persone e no un simbul o une semplice regule di coerence interne de rêt monetarie.

La esistence de rêt monetarie e je alimentade prin di dut de vite des personis, che e je garantide dal procès riprodutîf naturâl. Lis pandemiis de antighitât, ridusint la popolazion, a gjeneravin miserie; pe stesse reson i guviers, so redut chei dai paîs plui puars, dispès a sburtin la popolazion a fâ plui fruts. Cun di plui, la conquiste di gnûfs teritoris menzonade par sore e à l'efiet di ingjenerâ gnove energjie te vite des societâts. Lis bancjîs, la rêt e lis risorsis a lavorin duncje cun chel stes obietîf; di fat, cuant che acjadiments particolârs a àn metût in in pericul la esistence des bancjîs, la reazion no si è fate spietâ. Altris fats a àn prejudicât la complessitât de rêt, puartant ae asfissie economiche. Cuant che altris avigniments ancjemò a àn comprometût la disponibilitât di risorsis naturâls, ancje cheste volte la situazion e je diventade problematiche.

I monuments plui impuartants des civiltâts dal passât a memorein dôs autoritâts in particolâr: i bancjîrs e i imperadôrs. L'imperadôr al garantìs la rêt (la legalitât e la sigurece dai siei citadins) e il bancjâr al garantìs che i bêçs a sedin, e a sedin simpri disponibii.

Cjapin cumò in considerazion lis bancjîs. Une lezion, curte ma une

vore interessante, su lis bancjjs, i imperadôrs e lis risorsis si le cjate tal volum *La banque en occident*¹ par cure di H. Van der Wee, Albin Michel 1992 [13].

Tai agns tra il 1935 e il 1940, la Gjermanie jerie puare o siore, debule o potente? Cheste descrizion dai avigniments di chei agns, viodûts de bande di un bancjâr, e je une vore elocuente.

[...] La politique d'émission et d'endettement sans frein dans laquelle s'engageait le pouvoir nazi provoqua au début de 1939 les protestations de la Reichsbank, présidée par Schacht, l'artisan du redressement économique de l'Allemagne. Balayant les propositions de financer les dépenses par la fiscalité rendant à la Reichsbank le contrôle des marchés monétaire et financier, Hitler congédia Schacht et ses collègues du Conseil de direction de la Reichsbank.

L'épuration du conseil de la banque fut suivie de la promulgation le 15 juin 1939 d'une nouvelle loi sur la Reichsbank. Tout en stipulant une augmentation des prescriptions de couverture et une limitation de la reprise des bons du Trésor, la loi obligeait la banque centrale à faire crédit à l'Etat sur ordre du Führer et Chancelier du Reich. [...] [Pagjine 354]

Lis bancjjs ocidentâls no varessin tolerât che grandis cuantitâts di bêçs a fossin depositadis in Gjermanie o adiriture controladis di Hitler, che bancjâr nol jere: une situazion che e varès metût in pericul il sisteme monetari. Di consequence, tal 1939 lis bancjjs a spostarin la lôr aleance: se prime a finanziavin la Gjermanie, che e varès podût judâlis a slargjâ la lôr ativitât te Europe orientâl, di in chê volte a scomençarin a fâ afârs cui nemîs de Gjermanie. Si pues ipotizâ che i bancjârs a fossin avonde preocupâts, stant che une vuere e compuarte simpri un ciert nivel di insiguerece, ma i bancjârs no son oms passionâi, cuant che a àn cjapât une decision e je definitive. A pene finide la vuere, il sisteme finanziari dal bloc sovietic al finis tes mans di Stalin, vincidôr a sorprese: un altri che nol jere un bancjâr e che al voleve comandâ lis bancjjs. Stalin a chel pont nol jere plui un leader politic permeabil ae structure monetarie ocidentâl, ma ben il paron dal rubli, pai bancjârs une monede foreste: ancjemò une volte, une situazion che lis bancjjs no podevin tolerâ. Dut chest al à une sô logjiche. I bêçs a son impuartants e la lôr esistence e à di jessi protezude cuintri di ogni situazion malsigure.

Une altre cuestion di considerâ e je cheste: il gjenar di marcjât fondât sul libar acès aes risorsis fossilis al jere amî dai bêçs cuant che lis risorsis a jerin bondantis, ma cumò che bondantis no son plui la sô stabilitât e je in pericul. Duncje o vin di discuti il concet de salût de rêr monetarie.

6. La asfissie de economie fossile. Tai agns dopo de Seconde vuere mondiâl l'imperi american al jere plui fuart di cualsisei altri imperi de storie, in graciis de sô superioritât in tiermins di armaments nucleârs e de sô capacitât di controlâ lis risorsis fossilis in diviersis zonis dal planet. Il scheme de economie di consum al è ilustrât tes figuris 6.1-6.5.

La letare P e indiche il produtôr; cun chest tiermin o intindìn ancje dut ce che la produzion e impliche: struture e funzion, vâl a dî un aparât che al rive a puartâ indevant projets di grandis dimensions. Il plui grant al è stât il Manhattan Project; i poçs di estrazion dal petroli, lis rafinariis, i oleodots, lis dighis, i veicui spaziâi, lis stazions spaziâls a son altris esempls di projets di grandis dimensions. La industrie manifaturiere e je logade dentri dal cercli P. E pues jessi pesante, come la inzegnerie militâr e civîl, o lizere, come la industrie de Coca Cola, la industrie dal spetacul e v.i.

Ce sucedie ae rêt di circolazion dai bêçs? Il scheme ilustrât tes figuris 6.1-6.5 al è de tipologjie “di un a tancj”, dulà che “tancj” a son i consumadôrs. Tai diagrams la rêt dai consumadôrs e je indicade cuntune linie, par meti in evidence il fat che e je une rêt pôc complesse. Cemût puedial il consumadôr vê i bêçs par paiâsi i prodots se nol fâs part di une rêt di interazions che e sedi in stât di alimentâ la circolazion dai bêçs? La pierdite di complessitât di une rêt e je sinonim di asfissie de rêt, e duncje di muart de economie. Une rêt come chê descrite dai diagrams presumibilmente e pues existi dome se a son chestis dôs cundizions:

- La rêt dai consumadôrs sul imprim e jere plui complesse, e ancjemò cumò a son diviersis complessitâts che, si ben che a son platadis, a alimentin la produzion di bêçs tra i consumadôrs e duncje la vivarošetât di dute la rêt. Ma la complessitât e ven erodude; in altris peraulis il scheme al è temporani.
- Il sfrutament des risiervis al cres, il cost de estrazion al è zero, il cost dal smaltiment al è ancje zero e lis bancjis a fasin jentrâ bêçs te comunitât dai consumadôrs. Un sisteme di chest gjenar al è malât, ma la malatie si manifeste dome cuant che il sisteme al è ben implantât. Ancje chest scheme al è temporani.

In ducj i doi i câs il risultât finâl – asintotic – al è il colàs dal sisteme.

Un segn dal colàs e je la pierdite di molteplicitât de rêt dai consumadôrs. I consumadôrs a son simpri mancual articolâts, in altri peraulis

mancul bogns di fâ alc di creatîf cui lôr bêçs: no ‘nd àn la capacitât ma nancje la pussibilitât. I bêçs ingrumâts des bancjis intun procès di “tancj a un” a àn di finî di cualchi bande, e a finissin tes grandis oparis: puints, galariis, gratecî e v.i. Oparis che a interessin gruputs di operadôrs specializâts, no la comunitât interie. La comunitât e je relegade ae funzion di spetatôr passîf.

Il citadin che al à lis sôs dibisugnis sodisfatis tal centri comerciâl nol à plui nissune ufierte reciproche e duncje nol fâs nissune sielte ative. Il citadin che al à i siei desideris sessuâi sodisfats de television nol cognòs plui lis complessitâts des interazioni interpersonâls e des reciprocitâts che si disvilupin intune rêt multiforme. Cheste – schematiche – osservazion si riferis al probleme de conservazion de rêt e e va paragonade ae osservazion dal cjapitul precedent su la conservazion dai bêçs.

Chestis ultimis dôs sezions a descrivin la origjin dal declin di une societât dependente des risorsis fossilis. Il concet di rêt al è svilupât de moderne matematiche non liniâr e de teorie dai ecosistemis [16]. Il concet di *Gross National Product* (Produt Interni a Sporc) al nas di calcui liniârs e duncje nol pues jessi l’indicadôr plui just de complessitât de dinamiche economiche o al pues jessi aplicât dome ae economie rudimentâl dal gjenar un \leftrightarrow tancj.

Une analisi interessante de complessitât di une rêt sociâl si le cjate tal *Viaç in Italie* di Goethe [14], te descrizion de sô seconde visite a Napoli ai 28 e 29 di Mai dal 1787. In dîs pagjinis une vore sugestivis Goethe al descrîf lis tantis ativitâts cuotidianis dai *lazzari*², che no jerin puars cerandui, metûts di bande de societât, ma personis di ogni etât, adults come ancje fruts, indafarâts a fâ la lôr part intune dinamiche di autosostentament. Goethe nol è un economist ma il so pont di viste al è une vore profund, al fevele di oms e no di numars. Si àn di tignî indiments, cun di plui, chescj fats.

Ta chei agns la campagne tor ator di Napoli e jere ancjemò incontaminade e fertile, tes zonis coltivadis come ancje in chês no lavoradis. Che si viodin par esempli lis osservacions che Goethe al fâs sui prodots naturâi che a rivavin in citât e i refudums naturâi che a ‘nt vignivin puartâts fûr.

Il sisteme monarchic al jere impuartât pitost che endogjen, e la societât che a ‘nt risultave e veve la tindince a no interessâsi de vite politiche. E je cheste une carateristiche milenarie de Italie meridionâl e in gje-

nerâl des areis pluî fertilis e desiderabilis de Tiere. La visite di Goethe a Napoli e precê di dome doi agns la rivoluzion francese, anje se la sô influence e rivarà in citât pluî in là tal timp, cu la rivoluzion dal 1799.

In ogni câs la politiche no jere un dai interès di Goethe; al scritôr i interessave soredu di paragonâ lis diversis cundizions dal ambient fisic de Europe setentrionâl (di indulà che lui al vignive) e de Italie meridionâl. Chest leam tra nature e vite umane al jere alc che Goethe al sintive cun fuarce, cussì come i jere clâr il rapuart tra puaretât e ricjece, tra degrât e felicitât: che no si puedin ridusi al fat di vê o di no vê bêçs, di jessi siôr o puar, vâl a dî la semplificazion che e caraterize la numerologjie dai economiscj.

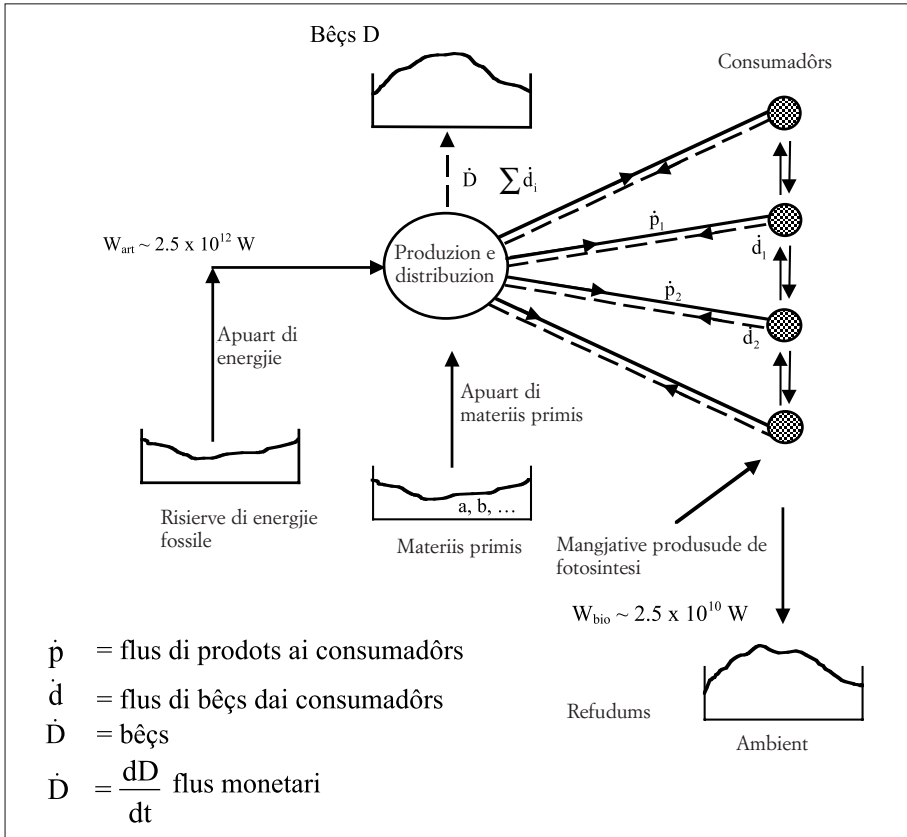


Figure 6.1 Petroli di produzion interne.

La sere dai 28 di Mai Goethe al cjamine sul pontîl dal puart di Napoli: ondîs tal mâr, stelis tal cîl, une gran pâs dapardut. Che si pensi a une passeggiade ta chel stes puest intune cualsisei serade dal 2006, tra i vanzums umans e fisics de Napoli postindustriâl.

Che si cjalin i numars ripuartâts te Figure 6.1. In medie, une persone e à bisugne di une potence di $\pi_{\text{nature}} \sim 100\text{W}$, valôr che al salte fûr zontant al metabolisim di base $\sim 80\text{W}$ lis variis ativitâts umanis. Lis ativitâts economicjis a àn une potence di $\text{GNP} / \text{an} = \alpha \text{ energjie} / \text{an}$, dulà che α e je une costante di conversion. Pai Stâts Unîts il valôr di energjie / an $\sim 2,5 \times 10^{12} \text{ W}$. Dividint chest valôr pe popolazion dai USA, al vûl dî par ogni persone $\pi_{\text{artificiâl}} \sim 100 \times \pi_{\text{nature}}$.

Il rapuart $\eta = \pi_{\text{nature}} / \pi_{\text{artificiâl}} = 10^{-2}$ al è di considerâsi un indicadôr de ineficienze de machine productive te strutture dal consum illustrate tes figuris 6.1 e seguitivis.

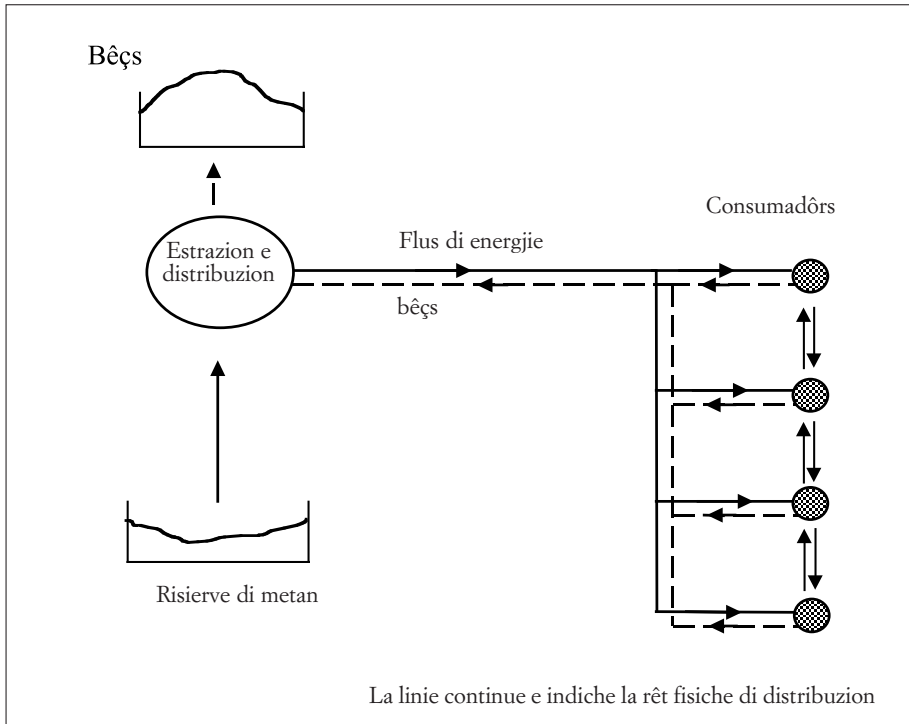


Figure 6.1 Furnidure direte di gasdot.

Si trate di une tipologjie particulâr dal diagram 6.1, dulà che il prodot p_1 e je energjie utilizade in maniere direte dai consumadôrs.

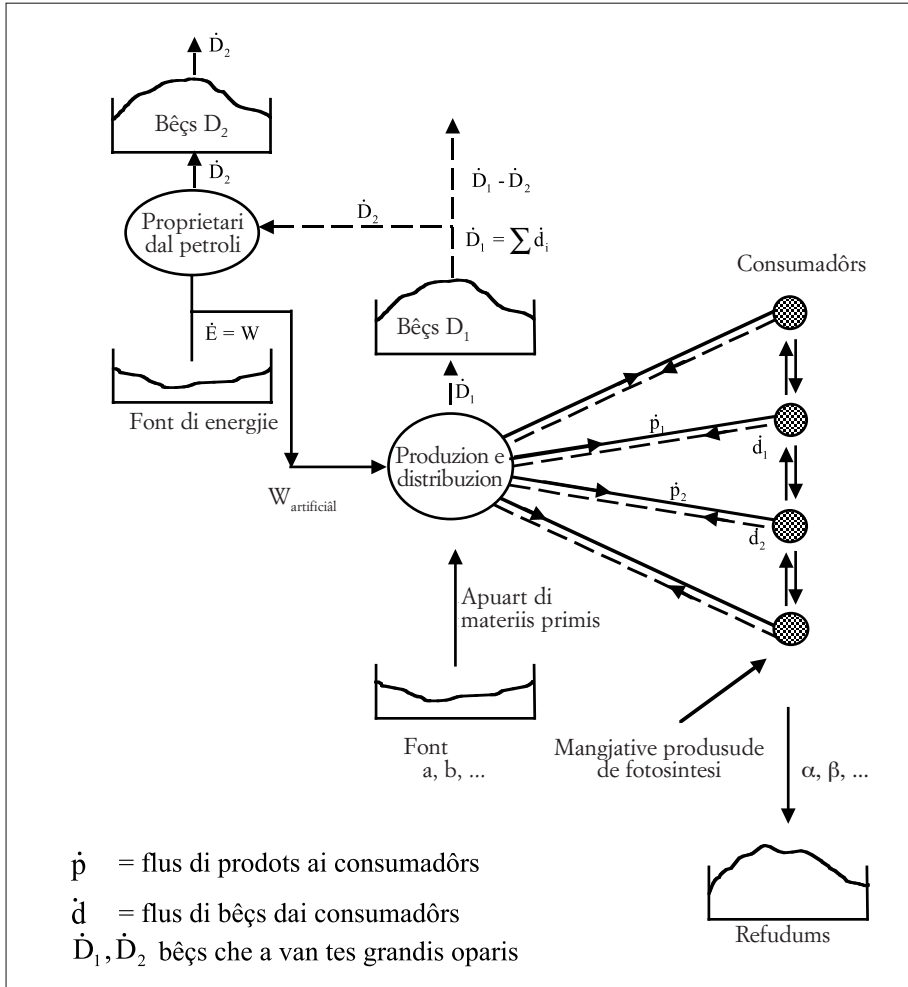


Figure 6.2 Petroli di produzion foreste.

Il proprietari forest al pues vignî paiât, come che si viôt tal scheme, o ben sometût: in chest câs no son i bêçs D_2 .

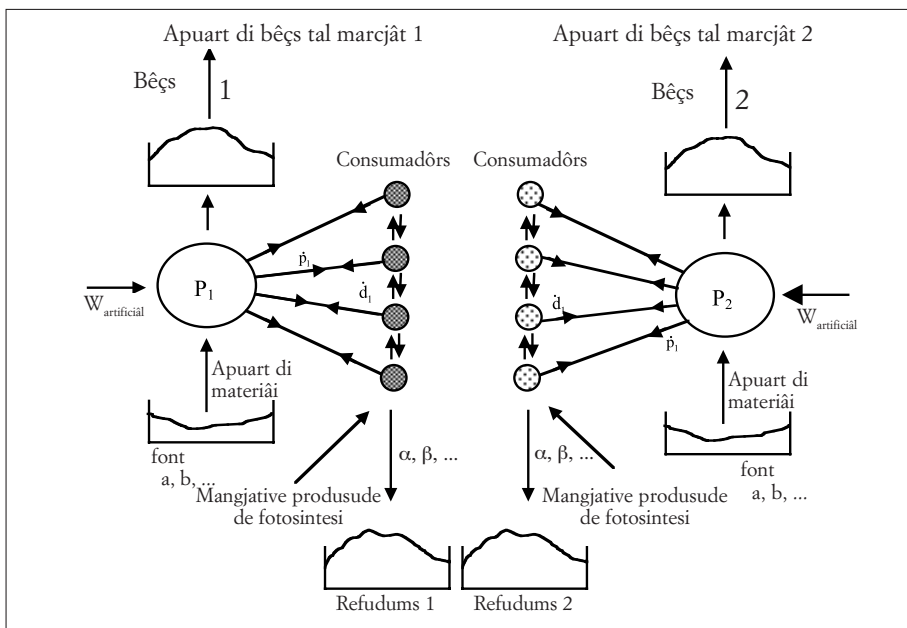


Figure 6.3 Marcjâts independents.

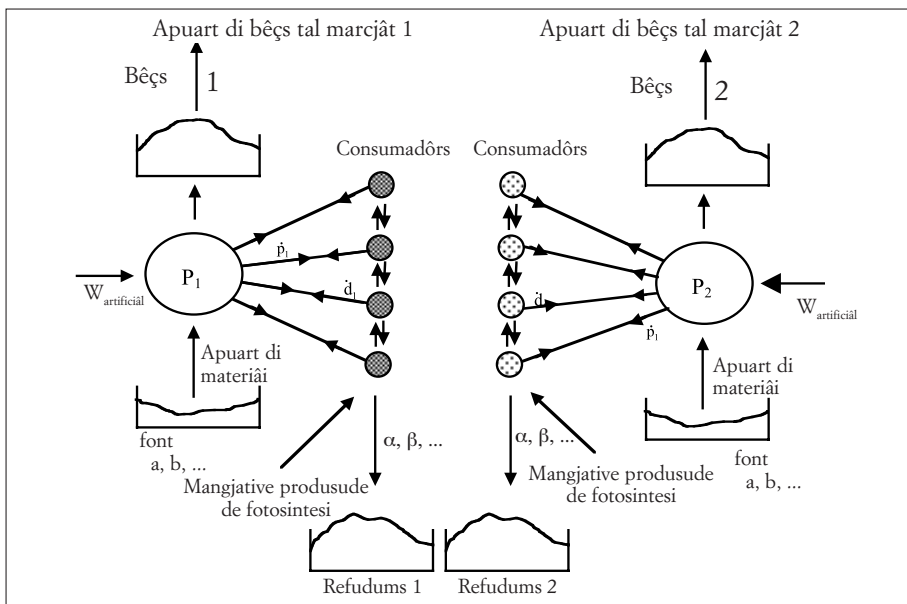


Figure 6.4 Il grafic al è compagn di chel de Figure 6.3 cu la difference che i doi produtôrs si metin a puartâsi vie i consumadôrs un cun chel altri.

Ognidun dai Stâts al proteç il so marcjât cun normis internazionâls.
I doi produtôrs a àn la opzion di fâ afârs insieme o scombatsisi.

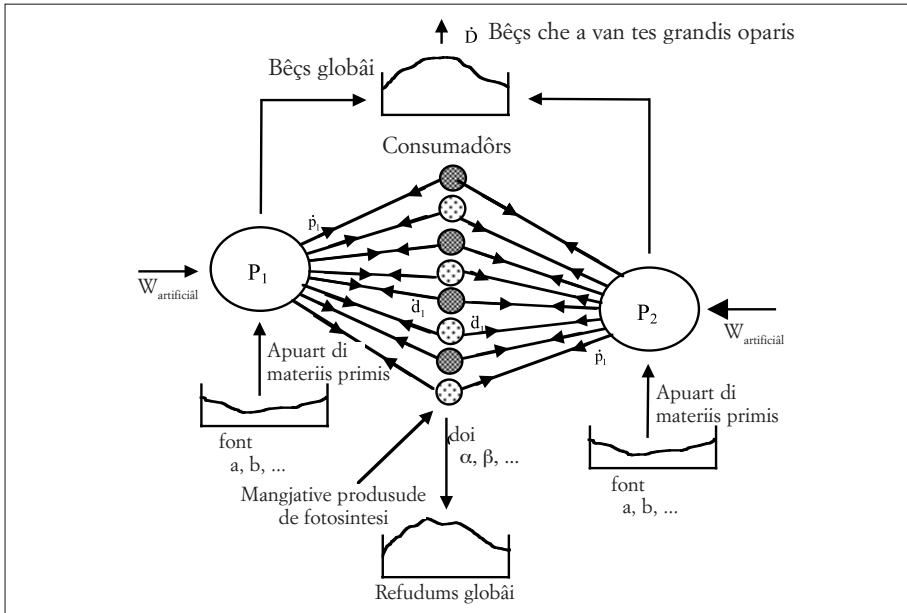


Figure 6.5 Marcjât globâl.

Si trate dal limit asintotic ideâl.

7. La rêtet monetarie tal sisteme di flus de energjie. Tal paragraf 5 o vin fevelât de realtât dai bêçs, e o vin viodût che cheste realtât no pues existi se no si manten la rêtet di circolazion dai bêçs. Tal paragraf 6 o vin fevelât de realtât de rêtet, e o vin viodût che cheste realtât no pues existi se no si manten la complessitât de rêtet stesse. In cheste sezion o fevelin de complessitât in gjenerâl.

I diagrams ilustrâts tal paragraf 6 no son in stât di automantignîsi e a finiran par colassâ tal moment che si verificaran chestis dôs situazions:

1. Il flus estrat di une cierte riserve fossile al scomençarà a lâ in mancul.
2. Ancje tal câs che a sedin dopradis risorsis che si ridusin plui in là tal timp (reatôrs autofertilizants a U^{238}), la rêtet dai consumadôrs e murirà di asfissie interne.

Presumibilmentri la seconde situazion (cause interne) si verificarà par

prime, e di fat si 'nt viodin za i segns. Lis causis esternis invezit a puedin jessi cambiaments ambientâi leâts ae emission di composcj chimics che a interferissin cui ciclis naturâi.

Al è interessant notâ che lis classis sociâls privilegjadis si son za inviadis suntune strade di independence dai carburants fossii, fasint sù lis lôr cjasis daûr dai principis de architecture passive solâr. Il di plui di energjie che al ves di coventâ intai climis plui frêts si lu oten cun facilitât brusant piçulis quantitâts di lens, che in ogni câs a son bondants intai parcs de int siore. E je la gran masse dai consumadôrs che e continue a jessi dipendente dai carburants fossii. Tal câs dai siôrs la energjie solâr no à problemis di disponibilitât e cun di plui e je facile di sfrutâ. Il scheme di rêr ilustrât tal paragraf 6, invezit, nol podarà sorevivi.

Cun dut achest, ogni cambiament rispjet ae situazion presinte al cja-te une certe resistance parcè che: a) i produtôrs P a cirin di sfrutâ la situazion plui a lunc che a puedin; b) i consumadôrs C no son in stât di viodi dai lôr interès. A son zaromai tancj agns che la complessitât de rêr e je daûr a jessi erodude di un stîl di vite fondât su lis risorsis fossilis.

Al è clâr che la ripetizion di un scheme “un \leftrightarrow tancj” no rivarà mai a cuvierzi une superficie sferiche. Une sfere no pues jessi cuvierte di subunitâts di chest gjenar parcè che i refudums a van a tocjâ lis risorsis, e il produtôr al devente consumadôr di se stes.

Considerin invezit i doi esemplis de Figure 7.1, dulà che la sfere e je cuvierte di anei. La separazion tra produtôrs-atôrs e consumadôrs-spetatôrs no je plui presinte te Figure 7.1. I components des unitâts (anei) a son tal stes timp atôrs e spetatôrs; in altris peraulis e funzione une sorte di

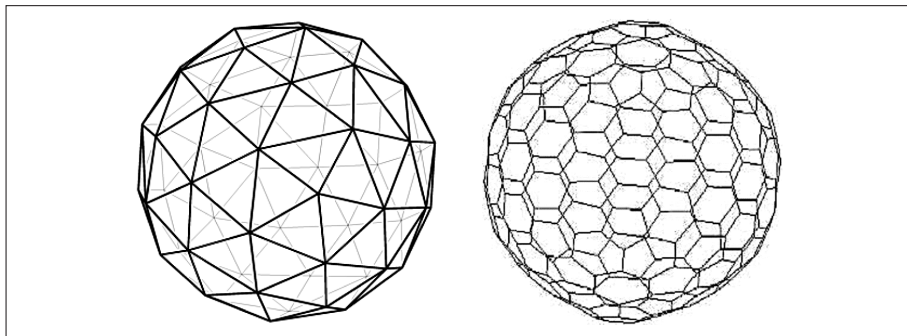


Figure 7.1 Rêr che e cuvierç une superficie sferiche.

leç di reciprocitât. Al è alc che un iluminist come Goethe al veve capît ben e che invezit l'antiprogressist imperi nucleâr al à finît par dismenteâ [17].

8. L'om tant che component de biosfere. L'unic flus perpetui di energjie che nus rive su la Tiere al è chel dai fotons solârs. Ta chê stessee maniere, l'unic flus perpetui di refudums al è il flus dai fotons terrestris che si slontanin de Tiere. Chest al vûl dî che la materie e circole restant su la Tiere e che l'unic flus in jentrade e in jessude a son lis radiacions, come che si viôt te Figure 8.1.

Spiegazion de Figure 8.1 (cjadene trofiche).

Di man çampe a man drete. In L (lûs) o vin reazioni fotochimichis cui fotons energetics che a rivin dal Soreli e no son ancjemò termalizâts. Chestis reazioni a produsin ossigjen, che al ven emetût intal ambient a une temperature T; cun di plui, la molecule complesse EA e ven idrogjenade jentrant a une cierte temperature T tal cicli di Calvin, che si davelç in D (scûr). Il cicli di Calvin al dopre idrogjen e CO₂ produsint glucosi, vâl a dî il carburant biologjic. Il cicli di Krebs al è une sorte di motôr di combustion che al utilize ossigjen e glucosi, produsint H₂O, CO₂ e energjie. La energjie e ven doprade dal organisim par mantignîsi in vite (lavôr interni) e pes azions che al fâs intal ambient (lavôr esterni).

Infin, ogni organisim murint al restituîs H₂O e CO₂ al ambient (viôt la Apendîs 10 di [10]). In conclusion, i diviers ciclis di Krebs a produsin une cierte quantitât di lavôr esterni. Ogni organisim individuâl al presente une variazion avonde grande tra performance di pic e performance medie; in gjenerâl, si pues dî che la medie dal lavôr esterni plui il lavôr interni (metabolisim) al è plui o mancûl di 1 watt par chilogram.

La potence totâl de biosfere e je duncje

$$\pi_{\text{bio}} = \Phi^{\text{in}} = \Phi^{\text{out}} = 10^{15} \text{ watt}$$

La biosfere e je une structure dissipative pardabon une vore complesse. E je distribuide tor ator de superficie de Tiere – une scusse sferiche une vore sutîl – cjapant dentri milions e milions di speciis; lis popolazions des diviersis speciis a puedin variâ ançe di plui ordins di grandece. La Figure 8.1 nus mostre dome la secuencia trofiche monodimensionâl.

La evoluzion de specie umane, il disvilup des cognossincis tal cjamp artistic o scientific a son simpri stâts compagnâts dal sfrutament de energjie di flus pitost che de energjie fossile. In particolâr, buine part di

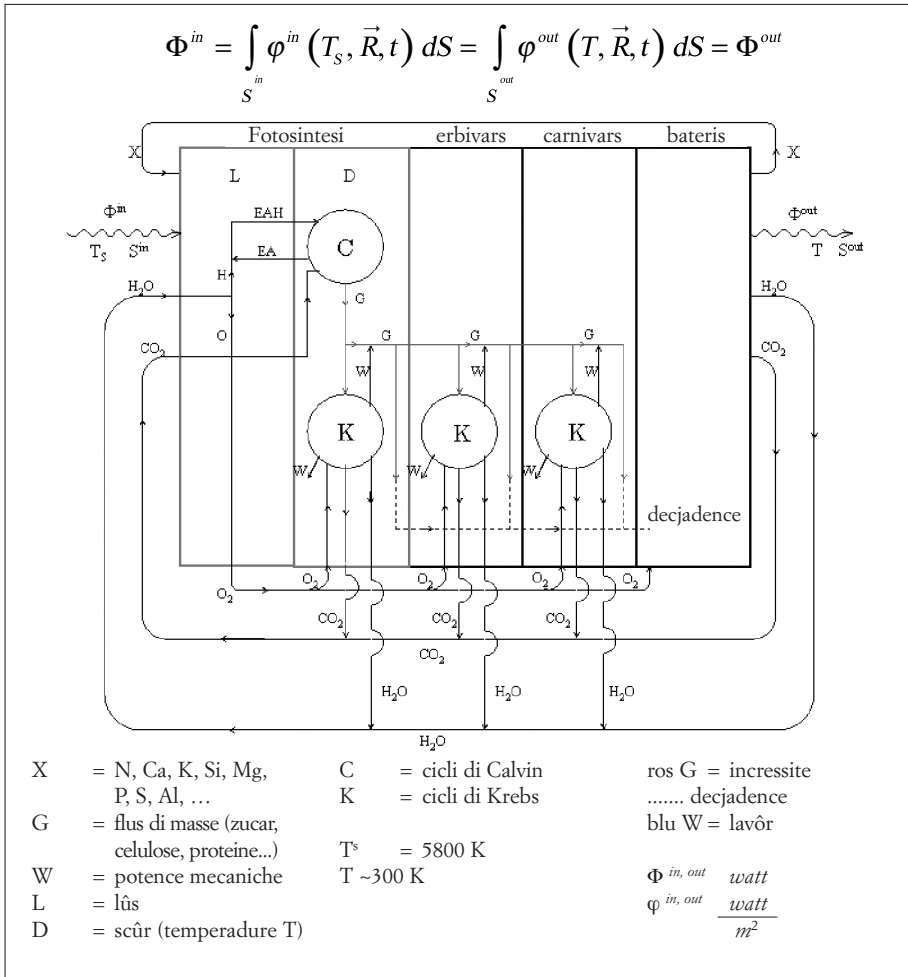


Figure 8.1 La biosfere.

chește energie nus   rivade de biosfere e dome une pi ule part de sfere inorganiche. Al   naturâl che la evoluzion de civilt t e compuarti une vitalit t superiôr di chel che al   il nivel de semplice sorevience; chește vitalit t e impliche tal stes timp il mantigniment dal metabolisim (par no cjat si di bot a pat  la fam) e une cierte disponibilitât di energie in plui di dopr  par finalit ts creativis. Stant che la specie umane e f s part de r t trofiche, cjat  di ce mangj  jenfri lis speciis veget ls o anim ls e je simpri stade la ativitât primarie dai oms. Une volte, la energie in plui e

rivave ancje chê de biosfere, tant che lavôr fat des bestiis dumiestiis e par une cierte percentuâl dal aiar. La sume di metabolisim e disponibilitât in plui, calcolade suntune medie zornaliere o anuâl e fasint la medie di du-te la popolazion, e pues vignî stimade cuntun calcul indiret, viodût che une volte no si fasevin calcu di energjie. I concets di energjie (misurade in joules) e di potence (misurade in watts) a comparissin di fat dome tal 1800. O podin cjapâ tant che riferiment cheste stime cualitative:

$$\text{Potence } \pi = 100 \div 150 \text{ watt/personone}$$

Chest valôr al cjape dentri mangiative, servizis, manufacture e trasport. Si pues notâ che la performance di pic e domande un grum di plui di 50 watts, ma che ogni câs une potence medie di 50 watt e rapresente simpri un valôr une vore alt.

Di Platon fintremai a Einstein il valôr de potence che e covente a une singule persone nol è cambiât masse; al è impressionant invezit comparâlu cu la potence individuâl stimade tai Stâts Unîts in di di vuê:

$$\pi \approx 10^4 \text{ watt/personone}$$

La prime carateristiche positive de biosfere tant che risorse di energjie e je la sô stabilitât di flus. O savin che la biosfere e je un sisteme di control vivent: une afermazion comprovade de scuvierde sperimentâl che la dinamiche de biosfere e je pardabon une vore plui stabile de dinamiche de sfere inorganiche.

Considerin po dopo lis variacions de biosfere vie pal an, di une stagjon a chê altre o di une zornade a chê altre. Chestis variacions a àn motivât lis invenzions plui inzegnosis dal om: la trasformazion de jerbe in fen, de ue in vin, dal lat in formadi o ben la costruzion di sotets pe int e di dipuesits par buine part des robis. I bêçs a son ancje lôr un dipuesit, come ancje i metai prezios e i ogjets rârs e durevui. La biosfere e je une vore complesse e di consequence l'om al à scugnût svilupâ une intelligence complesse. O podin dî che, intun ciert sens, la biosfere e je stade une buine mestre pal om fintremai des origjins de civiltât umane e fin a dut il Votcent. A chel pont o vin vût un cambiament di filiazion: di mari Nature o sin passâts a mari Machine. La Apendîs VI e ilustre cualchi proprietât des risiervis organichis.

Tornin cumò ai nestrìs tìmps. La Figure 7.1 e descrìf la rêt monetarie, ma e funzione ben ançe par rapresentâ une riduzion in elements finîts de dinamiche dal moviment dai fluits (il clime) o lis interazioni tra lis speciis viventis (la biosfere). Lis dinamiche de rêt monetarie a son alimentadis de radiazion solâr; duncje i anei de Figure 7.1 a son di aplicâ al teritori reâl cu lis cundizions climatiche e cu lis carateristiche de biosfere che si son svilupâts in chel teritori vie pai secui. Al è clâr che lis abitazioni, il trasport e lis ativitâts di manifature a scuegnin adatâsi ae risorsis energjetiche e cundizions climatiche dal teritori particolâr dulà che si cjatin. Al è l'insieme des ativitâts peadis ai scambi imateriâi che al varès di puartâ i oms a viazâ par dute la rêt globâl. Traspuart di cognossincis e no trasport di bens fisics.

Dal pont di viste de sience, il passaç di une produzion centralizade di manufats di grandis dimensions che a domandin une vore di energie fosile a une situazion contrarie, dulà che la produzion e je locâl, i materiâi locâi e la energie e je produsude localmentri par sodisfâ dibisugnis locâls, no je viodude come une tragedie ma come une pussibilitât. L'arsenâl des disvilups potenziâi de sience contemporanie al è pardabon grandonon. A cjâlâ la storie passade, al somee che la umanitât e vedi cualchi probleme a tignî il pas dai disvilups de sience.

Par esempi, se un produtôr P al cîr di sorevivi sul marcjât doprant une strutture "di un a tancj" par vendi OGM, che a son tutelâts di brevets e protets di armaments, vâl a dî imponûts ai consumadôrs, il risultât e je la asfissie de rêt, in chest câs complicate di manipolazioni de biosfere (Figure 8.2).

Daûr di chest scheme il Produtôr al devente proprietari diret de nature e indiret dai Consumadôrs [18].

Il dualisim eterni tra cognossince e prevaricazion al rivuarde simpri di plui cuestions di biofisiche globâl (sience de biosfere), gjenetiche molecolâr e gjenetiche de popolazion.

9. L'apuart di energie de sfere inorganiche. L'inconvenient principâl dal flus di energie inorganiche al è la sô variabilitât tal spazi e tal timp. Ançe vint dutis lis tecnologjiis di acès, l'apuart di energie al è par solit iregolâr, e al covente un stabilizadôr. Variabil al vûl dî che i fotons a rivin in cualsei pont de superficie de Tere cuntune dipendence temporâl che no je sincronizade cun nissun altri element de superficie; chest al

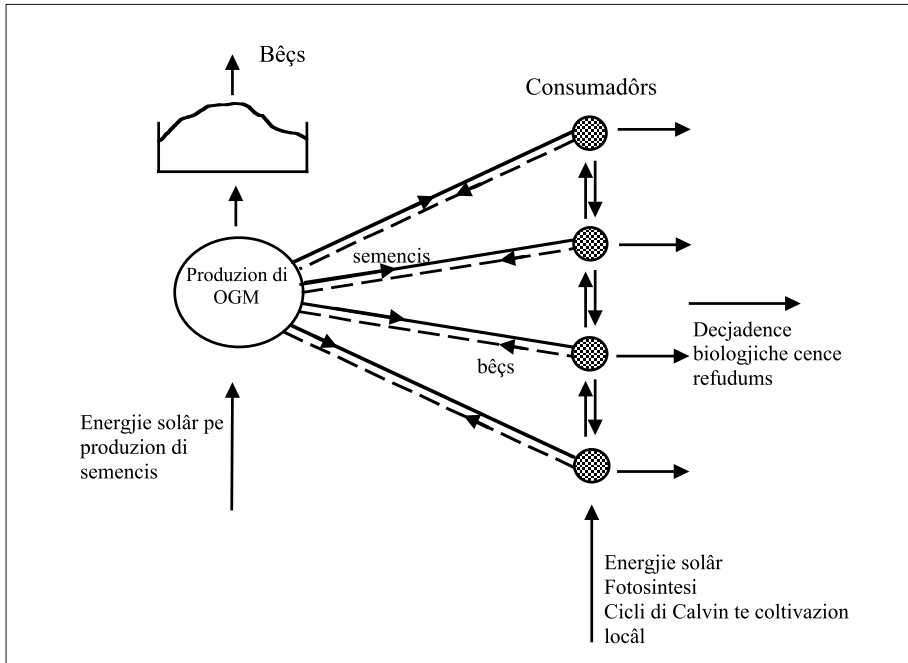


Figure 8.2 Rêl OGM.

sucêt parcè che il moment angolâr intrinsic e il moment angolâr orbitâl no son paralêi (i dîs e lis stagjons). Iregolâr al vûl dî che la trasparenca locâl de atmosfere e je une variabile temporâl caotiche. Par ce che al rivuarde i moviments atmosferics e oceanics, chescj a presentin un andament ciclic se considerâts su grandis unitâts di volum e di timp, un andament caotic se considerâts su unitâts plui piçulis, chês interessantis su scjale umane.

La biosfere e je une vore mancul caotiche, come che o vin viodût. La reson e je che i organisims vivents a àn controis congenits che a tindin a stabilizâ lis lôr dinamicjis individuâls internis, come ancje lis interazioni esternis tra i components di une stesse specie o tra lis diviersis speciis. L'insieme al è un sisteme di control pardabon une vore complès, cussì complès che al à colpît di simpri la imagjinazion dai oms, fin al pont di tribuî ae biosfere la funzion di entitât superiôr.

Chi sot e je une descrizion des risiervis di energjie inorganiche:

Naturâl

Calôr contignût intal nucli e intal mantel de Tiere. Si trate di risiervis fossilis cun proprietâts fisichis diversis, produsudis intal procès di formazion dal planet. Il calôr dât fûr dai elements radioatîfs al è di considerâ tant che une riserve cuntun flus lent e continui. Par sclari il cuadri, il flus di calôr endogjen al è:

$$q \approx 0,06 \text{ watt / m}^2$$

Artificiâl

- Dighis che a stabilizin il cicli de aghe
- Batarîs eletrichis che a stabilizin la curint in jentrade e in jessude produsude dai implants eolics o dai fotons solârs direts (panei fotovoltaics)
- Risiervis di idrogjen dulà che l'apuart al ven di implants eolics o di fotons direts
- Plui interessant di dut, il calôr immagazinât e dât fûr de strutture interne di une cjase cuntune termodinamiche controlade.

La estrazion e distribuzion di energjie dal cjarvon, dal petroli, dal gas naturâl (fossil organic) a son centralizadis cuasi par necessitât, stant che lis risiervis fossilis a son formadis di grandis risiervis soteraniis e isoladis. I ponts di acès a chestis risiervis a son logâts in lûcs specifics e la lôr estrazion e domande machinaris avonde sempliçs dal pont di viste concetuâl ma grancj o une vore grancj dal pont di viste tecnic. Par cheste reon il possès e il control des fonts di energjie fossile al è tes mans di pocjîs personis, che lu difindin cuntune determinazion proporzionâl ae impuarence de font stesse. Mai tal passât, ven a stâi prime de scuvierte dal petroli fossil, e je stade une concentrazion compagne di bêçs e di violence.

La estrazion di energjie des risiervis naturâls di urani e je plui complesse che no pal petroli. La tecnologjie nucleâr e je complesse e protete di brevets, vâl a dî che e je proprietât private e no cognossince comune. Cun di plui, i tratâts internazionâi su la no proliferazion dai armaments a son imponûts cu la fuarce pitost che su la fonde di une reciprocitât.

La estrazion e distribuzion di energjie dai fotons solârs direts e dai moviments indirets dai fluits no je localizade. La centralizazion des operazions in chest câs e vignarès fûr di une libare siele. Une pussibilitât e sarès di cuvierzi areis avonde grandis cun coletôrs solârs, fâ sù grancj implants pe energjie eolice e grandis rêts di distribuzion dai flus di energjie ai consumadôrs finâi.

La pussibilitât contrarie e je che la ativitât di racuelte e dipuesit come ancje l'ûs de energjie a restin tes mans des comunitâts locâls.

Une tierce pussibilitât, vâl a dî une contaminazion des primis dôs, e podarès jessi o no jessi una buine idee.

10. Produzion di entropie e eficiencia de rêt. In chest paragraf o cjàpìn in considerazion lis diferencis tra une societât fondade su lis risorsis fossilis, che o podìn clamâ “a cjadene di montaç”, e une societât fondade sul flus solâr, che o podìn clamâ “in rêt” (viôt la Figure 10.2).

La prime e je in pratiche la nestre societât di cumò. La seconde e je la societât dal avignì. La transizion tra une societât e chê altre e compuar-te cambiaments profonds de struture sociâl, cambiaments che a puedin jessi graduâi o violents.

L'obietîf di cheste sezion nol è chel di presentâ lis diviersis situazions futuris ma semplicementri di discuti il concet di eficiencia intes dôs situazions estremis.

A. La cjadene di montaç

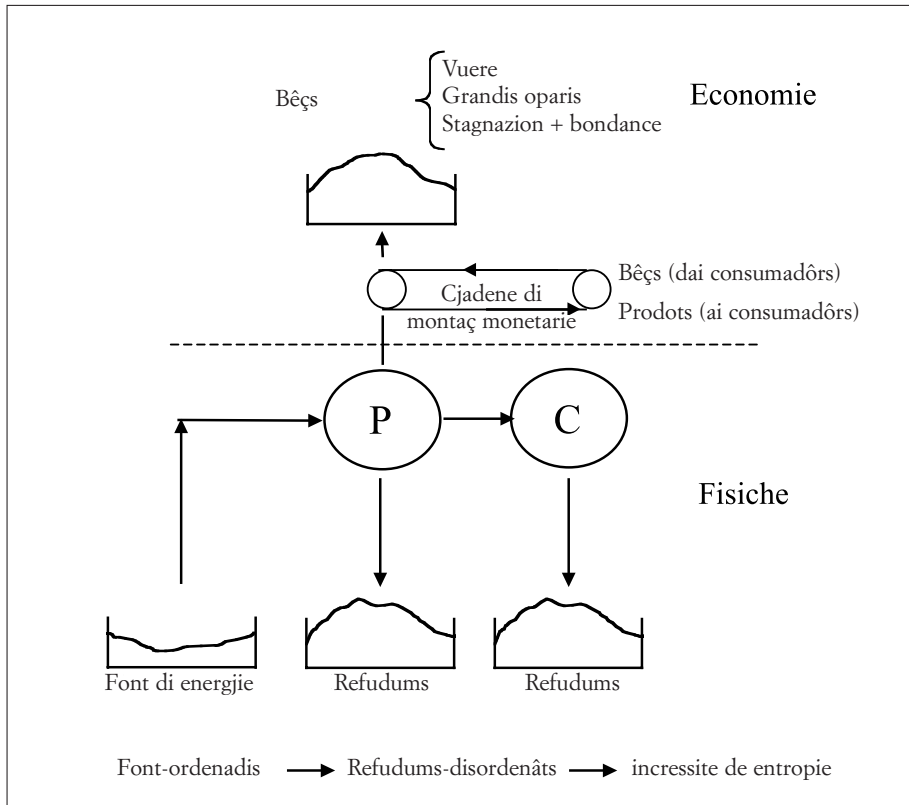


Figure 10.1 Societât fondade sui carburants fossii, “a cjadene di montaç”.

In chest scheme la societât e je formade di un produtôr P e un consumadôr C.

Produtôr e consumadôr a rapresentin l'element di colegament tra la part superiôr de Figure 10.1, la Economie, dominade dai concets di ricjece e puaretât, e la part inferiôr de Figure, la Fische, guviernade des leçs naturâls.

Significât di P e C. In chest articulo il tiermin *produtôr* al è ecuivalent a *corporazion*, corporazion che pe leç americane e à il valôr legâl di persone. Il fat di concedi par leç a un gjigant di chestis dimensions il dirit di gjol-di de stesse libertât di compuartament, di profit e di proprietât di cualsisei citadin al puarte di necessitât a asimetriis une vore profundis e significativis. Par fâ un esempi, i brevets – ricognossiment e protezion di une concuiste inteletuâl tant che une invenzion – a tindin simpri di plui a rapresentâ la proprietât de nature o in ogni câs di esperiments fundamentâi par rivâ a gnovis cognossincis sientifichis. Dut chest al puarte a une contaminazion tra leç e sience, vierzint la puarte cun di plui a un tierç sogjet, la autoritât, che e cîr di imponi il rispjet dai brevets intai diviers paîs (prove cîr di vê la proprietât di un brevet ancje se tu sês un gjeni ma no tu âs nissune protezion). Par prionte, ogni oposizion a une corporazion, che e rivi di grups di citadins o di Stâts, e je sintude come une violazion de iniziative privade e par cheste reson contrastade: il risultât al è che la oposizion e je considerade e punide come un crimin pitost che come une reazion a une fuarce artificialmentri disproporzionade. Il benstâ di une societât definide di une storie e di une evoluzion di lenghe e culture al devente dependent de buine voie di une o di plui corporazions.

Significât di economie eficiente. Une economie e je eficiente se lis sôs cassis si jemplin di bêçs a un ritmi costant (cressite esponenziâl). Par rivâ a chest obietîf la cjadene di montaç e scuon funzionâ plui svelte pussibil, e chest al sucêt se la ruedule C (la comunitât dai consumadôrs) e zire une vore svelte e lis dimensions de comunitât C a cressin.

Implicazions fisichis. Il funzionament de cjadene di montaç al prodûs un percors monodirezionâl, ilustrât te part inferiôr de figure, che de font di energjie al puarte ai refudums. L'impuariment de font naturâl di energjie e la produ-

zion di refudums no naturâi, di bande lôr, a quartin a une produzion di entropie in plui, che e va a zontâsi ae entropie produsude de dinamiche naturâl, guviernade de termodinamiche ireversibile in disecuilibri. [20]

Daûr di chest scheme, la velocitât che i bêçs a vegnin ingrumâts e je proporzionâl ae velocitât di consum de energjie fossile. O vin chestis ecuazions:

$$\frac{\text{bêçs}}{\text{unitât di timp}} = \alpha \frac{\text{petroli}}{\text{unitât di timp}} = \beta \frac{\text{refudums}}{\text{unitât di timp}} = \gamma \frac{\text{entropie in plui}}{\text{unitât di timp}}$$

dulà che α , β , γ a son fatôrs costants dimensionâi.

Lis relazions chi parsore a son dal dut approssimativis; dut cês a son stadis osservadis vie pai agns e a son ben cognossudis.

La leture popolâr di chest scheme al è: o vin bisugne di energjie, no podin fermâ i consums.

B. La rêt

Il scheme dal paragraf parsore, al contrari, no si apliche ae dinamiche de fotosintesi. Inte fotosintesi font di energjie e refudums a coincidin: a son lis moleculis di H_2O e CO_2 , in circolazion perpetue de sintesi ae decjadence. Intal lengaç de chimiche, o vin une riduzion te superficie in rapuart cui fotons in jentrade e di une ossidazion te superficie in rapuart cui fotons in jessude, come che si pues viodi a man çampe e a man drete de Figure 8.1. Il cicl al presente un disecuilibri chimic complès, cuntun stât globâl che al è stazionari. No je nissune produzion di entropie in plui, dome la cuantitât juste di entropie. La biosfere e je une struture dissipative vierte, similâr ma une vore plui complesse des struturis dissipativis purementri deterministichis tant che i moviments atmosferics e chei dai oceans, studiadis di plui timp e duncje plui cognossudis. [19, 20] La energjie che lis plantis a cjapin dal soreli e ven tornade indaûr sot forme di fotons disfredâts e cuntun ecuilibri tra i doi flus di radiazion: tal stes timp si prodûs entropie e la struture biologjiche globâl e manten une grande stabilitât. La biosfere e je une rêt stabil e il so "indîç di eficiencie" al è un, cence assorbiments, cence pierdits.

La Figure 10.2 e ilustre une societât che e funzione in armonie cu la biosfere.

1. Energjie rigjavade de dinamiche organiche.

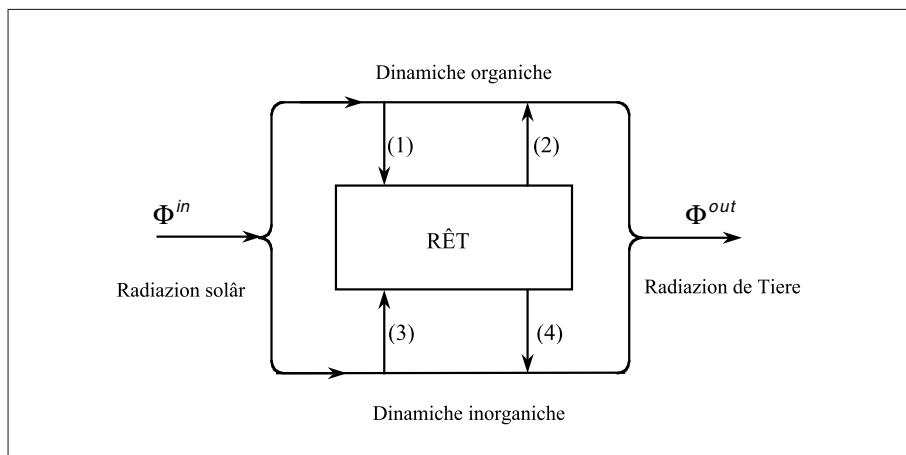


Figure 10.2 Societât fondade sul flus solâr, “in rêt”.

2. Energjie restituite ae dinamiche organiche tant che refudum organic riciclabil a un ciert pont de cjadene trofiche, daûr dal scheme de Figure 8.1.
3. Energjie rigjavade de dinamiche inorganiche.
4. Energjie restituite ae dinamiche ae fin dal cicli di estrazion.

Par dinamiche inorganiche o intindin termodinamiche dai fluïts irreversible. La energjie e je disponibile se al è un disequilibri; nuie al pues jessi gjavât vie di un ciert ambient se P (pression) e T (temperadure) a son fissis. Il disequilibri al pues jessi termic e cinetic. In ducj i doi i câs la estrazion di energjie e compuarte un cicli: in cicli di Carnot o un cicli eolic. A ‘nt seguîs che, intun ciert ambit locâl, viert al ambient dulintor, si à:

$$\text{Carnot} \quad Q^{in} = W + Q^{out} \quad W \text{ al è lavôr, } Q \text{ al è calôr}$$

$$\text{Eolic} \quad E^{in} = W + E^{out} \quad W \text{ al è lavôr e } E^{in/out} \text{ e je la energjie cinetice prime e dopo dal mulin (o de vele).}$$

Tal cicli eolic il flus di fluit si conserve.

W al jentre te rêt tant che energjie in plui, al fâs ce che al à di fâ e al finîs par dissipâsi tant che calôr che si zonte ae radiation terrestre in jessude.

In chest scheme no je cjadene di montaç, no son bêçs, no son refudums. Tal puest di P e C o vin dute une rêt complesse. Cuale ise la difference tra une societât umane e cualsisei altre popolazion animâl? Dulà isal lât a finî il benstâ de vite civilizade? O vin di definî un indiç di efi-

ciencia che al vali pe rêt umane, in maniere di cjapâ in considerazion ancje une cierte cuantitât di energjie in plui. Al è un probleme de dinamiche dai sistemis complès che a cognossin ben ancje i fisics, i matematicis, i biolics e i ecologjiscj, come ancje i contadins di dut il mont. A nisun i plâs di pensâ a un futûr di puaretât. Di chê altre bande no si pues nancje tornâ indaûr a une societât preindustriâl, parcè che la evoluzion e je irreversibile. In chê volte, cu lis scuvieris gjeografichis, la Tiere di podê doprâ e cresseve simpri di plui, la int e jere tant di mancûl e e veve bisugne di mancûl energjie, energjie che di fat e jere leade al teritori. In conclusion il futûr al à bisugne – e al à di inventâsal – di alc di gnûf.

Il concet di acès aes risorsis naturâls cence violâ il lôr tas di riproduzion al parten al ambit de teorie dai controis, in particolâr dai controis passîfs [21]. Si cognossin lis ideis gjenerâls, ma la cuestion e je cemût definî, produci, mantignî e massimizâ il benstâ di une cierte rêt, dentri di cierts limits definîts. Par esempli a son di tornâ a pensâ cjasis e traspuart, che in di di vuê a doprin une vore di energjie. Dut chest al è dome che sensât, e la sience e podarès dâ une grande man.

Il passaç, al è naturâl, al scuén jessi problematic e forsi ancje fatâl par cui che al à une funzion dome passive tal mecanisim dal sfrutament indiscriminât. Ma e je une situazion temporanie che no si pues rimandâ, e chest ducj lu san une vore ben. Si cjatìn a frontâ une cause esterne che e agjîs su la evoluzion de specie umane, e chest al vûl dî biforcasions e sieltis che a puedin vê sucès o ancje no, e articolazions de inteligjence che a puedin sorevivi o falî.

Conclusion. I armaments nucleârs a son tes mans di oms che, pe lôr profession, a son usâts a lavorâ par un fin precîs e otignîlu. Par chest a àn di controlâ une rêt che e cjape dentri la fabricazion, la manutenzion, la protezion dai magazins, come ancje l'inzornament continui dai vetôrs, che a sedin missii balistics, aeroplans automatizâts o ancje stazions spaziâls. Dut chest al vûl dî une rêt enorme e une vore costose.

Il procès di fabricazion dai armaments nucleârs al è stât ilustrât in diviersis publicazions impuartantis [22] ancje se i details des tecnologjichis specifichis di chest procès a son cognossudis dome di pôcs specialiscj. La distruzion dai armaments nucleârs e pues sucedi par decision multilaterâl, par obiezion morâl o in vuere.

Il passaç ae energjie solâr al è un procès che nol pues jessi considerât in astrat, cence fâ riferiment ai ecuilibris politics e militârs. La presince di armaments e varès di jessi considerade come une sorte di cundizion di partence de seconde part de storie de specie umane, tacade dopo dal 1945. Il passaç ae energjie solâr al compuarte di fat un ripensament dal concet di proprietât dal teritori, sedi a nivel de superficie terestre sedi a nivel des stazions spaziâls, che, daûr di cierts progjets une vore ambiziôs, a podaressin jessi dopradis par intercetâ il flus de radiazion solâr.

Il fat che la energjie solâr e sedi distribuide su dute la superficie de Tiere, e no concentrade come che al capite cu lis risorsis fossilis, nol vûl dî che la energjie solâr e sedi “democratiche” e no “privilegiade”.

Tal passât la radiazion solâr e vignive doprade in maniere indirete: radiazion – fotosintesi – agriculture – ricjece. In altris peraulis, la energjie solâr e jere une risorse naturâl doprade in maniere naturâl. Cu lis tecnologjiis modernis dut chest al pues cambiâ. Lis biotecnologjiis cui OGM a àn trasformât lis diviersis agriculturis locâls intun unic business centralizât. Ta chê stesse maniere, la energjie rigjavade dai moviments dai fluits e je diventade, cu la costruzion di dighis enormis e di implants eolics enormis, un unic business centralizât. Al è cussì ancje cu lis tecnichis di conversion dai fotons in energjie eletriche.

Il control militâr de tiere, dal mâr e dal cîl al pues jessi ancjemò piês di ce che al è vuê il control dai poçs di petroli e dai oleodots.

In conclusion, la cuestion plui impuartante no je la tecnologjie ma alc di une vore plui gjenerâl, vâl a dî la invenzion di un gnûf concet: un bentsâ no energjivar.

¹ La descrizion de storie fate di chest libri, dulà che e je viodude in tiermins di transazions monetariis, e je clare, assiomatiche, dedutive e une vore interessante. Domande: la dinamiche monetarie spieghe lis resons dai avigniments umans, o dome cualchidune di chestis resons, o la reson di cualchidun di chescj avigniments? La relazione tra cause e efiet e à un sens dome se e je complete e riferide a une teorie; se no, no je une spiegazion ma dome une descrizion. La idee che i bêçs “a spieghin” la storie e je nassude probabilmèntri cu

la rinassince taliane, e je stade teorizade di Adam Smith e e je diventade vere dome tal ultin secul. A chest pont lis teoriis economichis e la fisiche a àn cjàpât trois diferents.

² I lazzari a jerin *bumillimum plebs* definîts par escluson: no jerin nobii, no jerin impleâts statâi, no jerin marcjadants. Il non al comparis pe prime volte tal 1634, 153 agns prime de publicazion dal *Italienische Reise*. Cfr. B. Croce, *Un paradiso abitato da diavoli*, une raculte di saçs. [15] Goethe a ‘nt fevele come di un fenomen comun e cognossût di duçj.

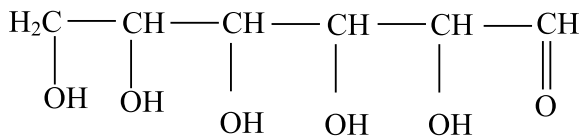
Apendis I

Carboidratis, zucars, polisacaridis

Carateristichis dal grup \boxed{A}

CARBOIDRÂTS $C_x (H_2O)_y$

- ZUCAR (carboidrâts sempliçs):
D-GLUCOSI (clamât ancje DESTROSI) $C_6H_{12}O_6$



FRUCTOSI (zucar des pomis)

MALTOSI (zucar dal malt)

LATOSI (zucar dal lat)

SACAROSI (cumbinazion di glucosi e frutosi) $C_{12}H_{22}O_{11}$

- POLYSACCHARIDES (carboidrâts complès): $(C_6H_{10}O_5)_x$

AMIT (si lu cjate tes plantis)

GLICOGJEN (si lu cjate tal sanc e tai orghins internis dai animâi)

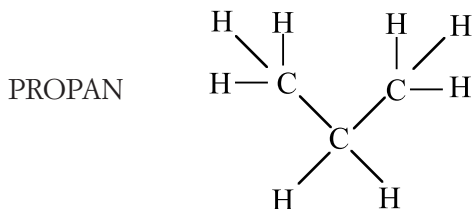
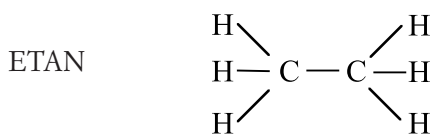
CELULOSE (element strutturâl des plantis)

Apendis II

Metan e altris alcans

Carateristichis dal grup B

METAN CH_4 Prin component de serie dai metans, i *alcans*
 Gas naturâl → metan pal 85%
 Combustion dal metan: $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{C}$



ETAN $\text{C}_4 + \text{H}_{10}$

BENZINE C_7H_{16} to C_9H_{20} (mixture di eptan e nonan)

KEROSENE $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ to $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ (mixture di decan e esadecan)

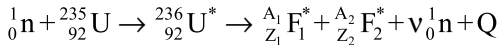
Apendís III

Reatôrs di fission

^{238}U }
 ^{232}Th } bondants in nature

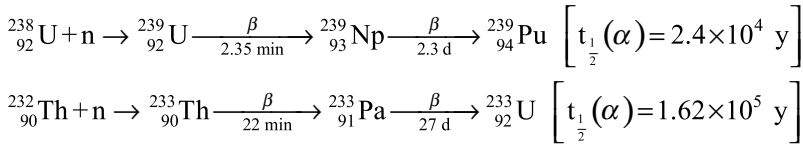
^{239}Pu tossic – doprât in bombis di fission e di fusion

Reatôr termic cun urani inricjât ^{235}U



[*al indiche un stât di ecitazion]

Reatôrs autofertilizants



I isotops bondants ^{238}U e ^{232}Th a puedin jessi doprâts in reatôrs autofertilizants. La diference tra reatôrs termics e autofertilizants e je estruturâl. I neutrons operatîfs tal prin passaç de reazion segnade parsore a son veloçs e no lents come tai reatôrs termics.

Apendis IV

Reazioni di fusione

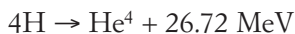
Reazioni di fusione possibili in reattori termonucleari controllati:

Reazioni di fusione (DT); $T \geq 4 \text{ keV}$	
$D + T \rightarrow \alpha + n + 17.6 \text{ MeV}$	$T(D,n)He^4$
Reazioni di fusione (DD); $T \geq 34 \text{ keV}$	
$D + D \rightarrow T + p + 4.03 \text{ MeV}$	$D(D,p)T$
$D + D \rightarrow He^3 + n + 3.27 \text{ MeV}$	$D(D,n)He^3$
Reazioni di fusione (DHe); $T \geq 100 \text{ keV}$	
$D + He^3 \rightarrow \alpha + p + 18.3 \text{ MeV}$	$He^3(D,p)He^4$
Reazioni di fusione (HLi), (DLi), (HB)	
$Li^6 + H \rightarrow He^3 + \alpha + 4.02 \text{ MeV}$	$Li^6(p,\alpha)He^3$
$Li^6 + D \rightarrow Be^7 + n + 3.4 \text{ MeV}$	$Li^6(D,n)Be^7$
$Li^6 + D \rightarrow He^3 + n + \alpha + 1.8 \text{ MeV}$	$Li^6(D;n,\alpha)He^3$
$Li^6 + D \rightarrow Li^7 + p + 5.0 \text{ MeV}$	$Li^6(D,p)Li^7$
$Li^6 + D \rightarrow T + p + \alpha + 2.6 \text{ MeV}$	$Li^6(D;T,p)He^4$
$Li^6 + D \rightarrow 2\alpha + 22.4 \text{ MeV}$	$Li^6(D,\alpha)He^4$
$B^{11} + H \rightarrow (C^{12})^* \left\{ \begin{array}{l} \alpha \\ Be^8 \rightarrow 2\alpha \end{array} \right\} + 8.7 \text{ MeV}$	$B^{11}(p,2\alpha)He^4$

I nuclei leggeri sono abbondanti nell'universo. A loro si fa risalire dal big bang [23, 24].
Le reazioni di fusione segnaparola sono veloci ma difficili da controllare.

Le reazioni di fusione che si verificano nel Sole sono invece lente.

Il ciclo dell'idrogeno conosciuto come "ciclo di Bethe" si basa su queste formule



È la reazione più lenta che si conosca e al pari di questa il Sole ha una velocità di reazione.

In condizioni adatte, prodotte di manufatti complessi, la fusione è in forma di esplosione.

La reazione di fusione delle bombe all'idrogeno è la prima del quarto quadrante (Liti).

Dopo sessant'anni di tentativi, non esistono ancora reattori che producano una fusione termonucleare controllata.

Apendis V

Sigurece dal reatôr

Se a son doprâts di sienzîats, che a cognossin ben lis leçs fisichis che ju guvierin e a sugjerissin lis soluzions tecnicis plui justis pe lôr costruzion e manutenzion, i reatôrs pe fission nucleâr a son sigûrs [25]. Tes mans di personis incompetentis o malintenzionadis a son pardabon une vore pericolôs. In particolar, il smaltiment dai reatôrs e la rigenerazion dai sîts a costin une vore di bêçs, e nol è clâr di indulà che chei bêçs a varessin di rivâ.

La tabelle chi sot e je gjavade fûr di *Energy Vol. III: Nuclear Energy and Energy Policies*, par cure di Penner [8], e e descrif il nivel di sigurece *in fase di funzionament*.

Causis dai incidents	Numar di incidents tal an 1969	Probabilitât individuâl i subî un incident mortâl vie pal an ^(a)
Veicui a motôr	55,791	3×10^{-4}
Cjadudis	17,827	9×10^{-5}
Fûc e robe cjalde	7,451	4×10^{-5}
Inneament	6,181	3×10^{-5}
Velens	4,516	2×10^{-5}
Armis	2,309	1×10^{-5}
Machinaris (1968)	2,054	1×10^{-5}
Traspuart su aghe	1,743	9×10^{-6}
Traspuart aeri	1,778	9×10^{-6}
Ogjets che a colin	1,271	6×10^{-6}
Scossis eletrichis	1,148	6×10^{-6}
Feroviis	884	4×10^{-6}
Fulmins	160	8×10^{-7}
Tornados	91 ^(b)	4×10^{-7}
Uragans	93 ^(b)	4×10^{-7}
Altris	8,695	4×10^{-5}
TOTÂL INCIDENTS	111,992	6×10^{-4}
Incidents nucleârs par 100 reatôrs	0	2×10^{-10}

(a) Riferit ae popolazion dai Stâts Units.

(b) Medie dai agns 1953-1971.

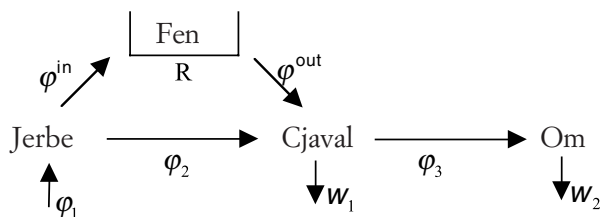
Si trate di un esempli clâr di disinformazion. Il pericol reâl e je la vuere pal control dai marcjâts nucleârs, che e cjape dentri la fabricazion dai reatôrs, la estrazion dai minerâi di urani, il tratament dal carburant, la protezion des centrâls nucleârs, la distribuzion de energjie eletriche e il smaltiment dai refudums. Il marcjât nucleâr nol è par nuie democratic.

Apendis VI

Risiervis organichis

1. Flus di energjie organiche. La dinamiche de biosfere tal so stât stazionari e je un insieme di ciclis. Di fat, stant che ce che al jentre in cheste dinamiche a son fotons e ce che al jes a son simpri fotons, la dinamiche biochimiche – che e interesse la masse – e scuen jessi fate di ciclis. Une riserve e je alc che al è jemplât, tignût li, doprât e tornât a jemplâ. Se chest procès al forme un cicli (come che al scuen jessi, se no la biosfere e je violade), a 'nt seguìs che la riserve no je nuie altri che un mecanisim di ritart.

Considerìn, par esempi, il cicli jerbe-fen-cjaval-om.



Il cicli de jerbe al è guviernât dal flus solâr φ_1 (watt). Il flus de jerbe al pues cjapâ doi canâi: φ_2 , che al va al cjaval, e φ^{in} , che al va al serbatori, vâl a dî la riserve R (fen, joule). Di R al partis un flus in jessude φ^{out} , che al va al cjaval. In cheste maniere il flus di energjie che al rive al cjaval al ven mantignût costant a dispiet des variacions dal flus solâr. Il cjaval al prodûs i refudums W_1 (watt) plui il lavôr φ_3 , che al è doprât dal om. Infin, l'om al dopre φ_3 e al prodûs i refudums W_2 (watt). Te vite reâl chest cicli al è colegât di une cuantitât di altris ciclis e ritarts. E je la complessitât de dinamiche naturâl des societâts che no violin la biosfere. In struc, e je la dinamiche de umanitât des origjins fintremai ae ete industriâl.

Si pues notâ che la sfere inorganiche e la biosfere a contegnin dutis dôs des risiervis naturâls, vâl a dî dai ritarts naturâi. Il ritart inorganic plui impressionant e al è il tiercet glace, aghe, vapôr che al controle il cicli de aghe. Altris ritarts organics a son plui sutîi e plui dificiî di capî.

2. Energjie fossile organiche. Dut il contrari de complessitât dai sistemis fondâts su risiervis-ritarts, in armonie cu la biosfere, lis risiervis dai carburants fossii organics no funzionin in armonie cu la biosfere pal sempliç motif che a van daûr di un unic percors direzionâl: estrazion → distilazion → dipuesit →

distribuzion ai consumadôrs → ûs → produzion di entropie, fin dal percors.

Nol impuarte trop grancj che a son i poçs di estrazion, lis refinariis, lis petrolieris, i oleodots, la lôr dinamiche e je pardabon une vore plui semplice de dinamiche dai manufats che l'om al à disvilupât te sô storie passade, cuant che la armonie cu la nature e jere alc di necessari.

La debolece de vite sociâl e economiche fondade sui carburants fossii e je causade de mancjance di feedbacks e di mecanisims di riparazion. Lis teoriis economicis contemporaniis a escludin la esistence stesse di chescj concets parcè che la fisiche e la biofisiche a son cundizions limit e no variabilis de teorie.

La stazion di benzine e sarà studiade dai archeolics dal futûr tal stes cjapitul e dutun cui monolits de Isule di Pasche.

Apendis VII

Risiervis inorganichis

1. Flus di energjie inorganiche. La riserve principâl di energjie inorganiche di flus e je constituide de energjie potenziâl gravitazionâl de aghe. Il cicli de aghe, di fat, al sposte lis moleculis di H_2O dut al timp dentri e fûr des trê fasis di glace, licuit e vapôr, mantignint fis il numar totâl des moleculis. Se la dinamiche globâl e je intun stât stazionari, la medie anuâl de masse di glace, di licuit e di vapôr e je ancje chê fisse. La fase di passaç tra il stât di vapôr e il stât di licuit e pues davuelzisi in ponts diferents de superficie de Tiere, in corispondence cui valôrs diferents dal potenziâl gravitazionâl de Tiere. Al è par chel che i flums a corin viers de superficie sferiche ecuipotenziâl dai mârs e dai oceans. Chest flus al è energjie cinetiche e al pues jessi doprât cuntune efficienze une vore grande. Un bacin dilunc dal percors di un flum viers dal mâr al pues jessi naturâl (lâc) o artificiâl, e in ducj i doi i câs al è une riserve di energjie. Si trate des risiervis plui impuartantis di energjie di flus e a son dopradis di simpri. La potence globâl dal cicli de aghe e je enorme, plui o mancun un tierç de energjie solâr che e rive su la superficie de Tiere.

2. Fossil inorganic, vâl a dî il nucleâr

Artificiâl. Il carburant nucleâr (a difference dal cjarvon, dal gas e dal petroli) nol è pront par jessi doprât, ma al à di jessi processât in maniere avonde complesse. Cun dut achest, la fase di produzion dal combustibil nucleâr, la sô utilizzazione tai reatôrs nucleârs e la distribuzion de energjie eletriche a son la part plui semplice dal procès. La part dificile e rive dopo. I prodots de combustion nucleâr a son isotops che no esistin in nature par une reson avonde semplice: checj isotops a decjadin, par emission spontanee, tal stât di nuclis stabii; il lôr timp di dimiezament al è curt suntune scjale temporâl cosmologjiche, lunc suntune scjale temporâl umane. Al è evident che, se a fossin esistûts tal moment de formazion de Tiere, cumò a saressin ducj decjadûts. Chei che a son produsûts dal om, invece, a rapresentin une riserve permanente di nuclis radioatîfs che e durarà par dute la storie de specie umane. Altris risiervis a son lis centrâls nucleârs bandonadis. Chest nus da une vore di pensâ: si tratial di risiervis bandonadis e dismenteadis o ben tignudis da cont daûr des normis de fisiche? Viôt la note [25]. Nol è un probleme che no si puedi risolti ma di sigûr al è un probleme.

Naturâl. L' U^{235} al à un timp di dimiezament cent voltis plui curt di chel dal U^{238} , che al è di diviers miliarts di agns. Al è par chest motîf che l' U^{235} al è une vore

mancul bondant (un par cent cirche) e che duçj i doi i isotops a son pôc radioatîfs. I dipuesits minerai a son formâts di ossid di urani U_3O_8 . Lis risorsis a son classificadis tant che avonde siguris e di facile estrazion (classe I) o di estrazion mancul facile (classe II). Lis tabelis ripuartadis chi sot a son gjavadis di Hans Bethe e David Bodansky, *Energy Supply*, cjapitul 11, note [26].

Tabele VII.A

	I	II
USSR e Europe orientâl		4.2
Australie	0.9	4.8
USA	1.3	3.3
Sudafriche	1.0	2.1
Cine		2.1
Canadà	0.7	1.1

La unitât e je un milion di toneladis di U.

Tabele VII.B Ordins di grandece des risorsis fossilis globâls.

Nucleâr	6.0×10^5 EJ	autofertilizant
Nucleâr	6.0×10^3 EJ	no autofertilizant
Petroli	8.5×10^3 EJ	
Cjarvon	2.5×10^4 EJ	

Stime pal 1987, rigjavadade di une medie tra diviers autôrs.
EJ = exajoule = 10^{18} joule.

La energjie di leam de cubie Tiere-Lune e je

$$B = 3.85 \times 10^{10} \text{ EJ}$$

dulà che B al è

$$B = \frac{1}{2} \gamma \frac{M_{\text{Tiere}} M_{\text{Lune}}}{d_{\text{EM}}}$$

Apendis VIII

Tecnologjie nucleâr

Par fâ un cine a coventin talent e bêçs, che po dopo si recuperin cui biliets tes salis. A coventin ancje bêçs pe publicitât, e ancje chei a àn di tornâ indaûr. La stesse robe cuntune machine di corse: in chest câs il talent al è tecnologjic e il marcjât nol rispuint tant al model particolâr cuant al bon non de industrie automobilistiche che e à fat l'investment.

L'investment plui grant di ducj al è stât chel de tecnologjie nucleâr, ma in chest câs lis jentradis – che par justificâ l'investment a vaessin di jessi enormis – fin cumò no si son materializadis. Une maniere di fâsi tornâ indaûr i bêçs e je di massimizâ l'efiet indiret, vâl a di il domini gjeopolitic che e pues gjoldi une potence nucleâr. Ma in ogni câs no je la stesse robe dai vuadagns che, in teorie, si vaessin vûts di vê cul ûs diret de tecnologjie nucleâr. Cu la fin de vuere frede a son lâts in mancul ancje i investments te energjie nucleâr. Il terrorisim, po dopo, al à favorît altris areis tecnologjichis. Il marcjât dai reatôrs nucleârs, duncje, al è ancjemò intune fase di stasi, soredut il setôr dai reatôrs autofertilizants. Al è di sperâ che la reson e sedi la prudence, la percezion che al sedi pericolôs vê masse plutoni ator. Cun dut achel, la vere reson pal no disvilup dai reatôrs autofertilizants no si le sa. La ricercje sui armaments a fusion e je lade in mancul dopo che a son stâts proibîts i tescj atmosferics e a son fers ancje i studis sui reatôrs di fusions, cul risultât che la fisiche dal plasme e atire mancul students. La situazion e je pôc stabile e un numar grandonon di brevets nucleârs a restin blocâts, ma simpri prontos a svindicâ i lôr dirits potenziâi.

Pes bancjis, la industrie cinematografiche, la industrie automobilistiche e la industrie nucleâr a son, semplicementri, oportunitâts di vuadagn.

Apendis IX

Sistemis complès

Prime dal computer

Sistemis deterministicas, fisiche. La componente di fonde a son ecuazions dinamichis fundamentâls cuntun numar minim di parametris. Sisteme al vûl dî diviersis componentis in interazion.

$N = 2$ Al definîs un sisteme sempliç. Une soluzion analitiche in forme sierade e esist pal probleme dai doi cuarps te gravitât newtoniane e, te mecaniche cuantistiche, pal atom di idrogjen.

$N = 3$ Soluzion numeriche di câs speciâi dal probleme dai trê cuarps in astronomie.

$N > 3$ Al definîs un sisteme complès. Il calcul perturbatîf in astronomie e te mecaniche cuantistiche dai atoms, des moleculis e dai nuclis.

$N \rightarrow \infty$ Metodis statistics pe descrizion dal ecuilibri e pal aproç al ecuilibri: ecuazion di traspuart di Boltzmann pai insiemis di moleculis, 1898; ecuazion di traspuart dal plasse tes stelis, A.S. Eddington, 1930.

Sistemis finalistics, biologie. Organism individuâl, cuntune sô morfologjie e un so procès gjeneratîf particolâr: l'individui al nas, al vîf e e al mûr. Concet di specie. Rêt complesse des speciis. Concet di evoluzion dentri de rêt.

Dopo dal computer, von Neumann 1949

Sistemis deterministicas. $N = 64$ Moleculis cun interazion tra doi cuarps no liniâr: studi di Fermi, Pasta, Ulam 1955 cul computer Maniac I. Scuvierche che la termalizazion partint di une cundizion iniziâl no je un procès sempliç; presince di struturis dinamichis. Di in chê volte la peraule “complès” e je quasi diventade sinonim di fisiche molecolâr, fisiche dal plasse, astrofisiche e astronomie. In gjenerâl, struturis dissipativis, guviernadis di ecuazions ireversibilis dal movement.

Un câs speciâl al è chel de teorie dai zûcs, von Neumann, modei economics.

Sistemis finalistics. I sistemis complès a son l'ambit de gjenetiche molecolâr, la rêt macroscopiche dai sistemis in cubie di Lotka-Volterra, l'ambient fisic in di-secuilibri de biosfere, la biosfere stesse. In gjenar la ecofisiche e je la sience dai sistemis complès.