Ed ora Giotto torna a lavoro: catturerà una nuova cometa

La sonda spaziale europea Giotto sarà inviata verso una nuova cometa il 2 luglio prossimo Lo ha annunciato l Ente spaziale europeo (Esa) al termine di una riunione del comitato per il programma scientifico dell Ente tenuta a Parigi nei giorni scorsi La sonda Giotto, che la notte tra il 12 e il 13 marzo 1986 consentì agli scienziati di osservare da vicino la cometa di Halley, passando a 596 chilometri dal suo nucleo, sarà collocata su una nuova traettoria che la condurrà, il 10 luglio 1992 nei pressi della cometa Grigg Skjellerup Gli scienziati dell Esa, nonostante che le apparecchiature della sonda per le riprese fotografiche rimasero notevolmente danneggiate nel corso della missione verso Halley, ritengono che Giotto possa ancora svolgere un'importante attività di ricerca e fornire utili dati per i futuri programmi spaziali

Rischi di cancro ai testicoli per i reduci del Vietnam

Allarme per i reduci americani della guerra nel Vietnam Uno studio condotto dal dottor Howard Hayes dell'Istituto nazionale del cancro, ha accertato che i cani dell esercito statunitense che furono impiegati in Vietnam presentano un rischio doppio di tumori ai testicoli rispetto agli altri Per condurre la ricerca, gli scienziati del Centro nazionale hanno esaminato accuratamente le storie cliniche dei cani che furono impiegati in Vietnam dal 1968 al 1973 I militari che rimasero esposti alle medesime sostanze chimiche largamente impiegate in quella guerra, corrono lo stesso rischio dei cani? I ricercatori affermano che la situazione potrebbe essere meno grave per gli uomini dato che i militari non rimasero mai più di un anno in Vietnam La sostanza chimica alla quale uomini e cani furono esposti è la tetraciclina un farmaco antiparassitario fortemente sospetto di aver contribuito alla insorgenza di quel particolare tipo di tumore

Ma i tumori preoccupano anche in Italia

La preoccupazione è emersa alla presentazione dei primi risultati conseguiti dalla ricerca «Progetto salute», avviato dall'Eni in collaborazione con l'Istituto per la cura dei tumori di Milano nel giugno del 1986 La ricerca effettuata su 10mila dipendenti dell'ente in Lombardia e in Lazio Presentando i primi parziali risultati dell'indagine sul rischio oncologico e cardiovascolare di questi lavoratori, Umberto Veronesi, direttore dell'Istituto dei tumori, ha ricordato che l'incidenza del cancro è in crescita e che nel primo decennio del prossimo millennio 1 persona su 2 si ammalerà di cancro Responsabili primi le sigarette e l'inquinamento ambientale Molte speranze sono riposte nella ricerca scientifica, anche se è costretta a variare di continuo i propri orientamenti Non tutto si conosce sui tumori Nè i metodi di cura sono sempre efficaci Tuttora si salvano il 65% delle donne ammalate, ma solo il 35% degli uomini Anche se ciò è dovuto soprattutto alle sigarette. Progressi stanno, comunque facendo le terapie dei tumori E soprattutto le tecniche di prevenzione Il pronto intervento sulle displasie ne evita la degenerazione, per esempio Ma c'è sfiducia nelle prevenzione, ha detto Veronesi. E ciò rende più difficile salvare la gente

Trovato il numero più ricercato del mondo

E' stato necessario il lavoro di 1000 computer per 5 settimane ma alla fine gli studiosi americani sono riusciti a scomporre in 3 numeri primi un numero lungo 155 cifre e noto negli ambienti degli specialisti come il «numero più ricercato della Terra» Si tratta di un'impresa che non ha solo un valore matematico Gli stessi autori dell'impresa sollevano infatti molti dubbi sulla impenetrabilità dei programmi computerizzati impiegati da banche e enti militari, e protetti, appunto, da numeri codice che contano proprio sulla difficoltà di scomporli in fattori per garantirsi contro i pirati elettronici I tre fattori primi del «numero più ricercato della Terra» sono, rispettivamente, di 7, 49 e 99 cifre I numeri precisi non sono stati divulgati Arjen Lenstra, autore dello exploit insieme a Mark Manasse, afferma che l'impresa ha dimostrato che è possibile «sfondare» la cintura di sicurezza che protegge certi messaggi computerizzati con codici formati da numeri di 150 cifre e più, usati anche dal Pentagono Pur plaudendo all'impresa matematica, molti ricercatori e tecnici si dimostrano meno allarmati I sistemi di protezione dei computer superprotetti non diventeranno certo più vulnerabili

PIETRO GRECO

Battuti sul tempo Usa, Urss e Giappone.
La Cee ha emanato due direttive per regolare produzione, uso e vendita degli organismi manipolati geneticamente

Una legge per i geni

L'Europa ha battuto tutti sul tempo Mentre virus, batteri, piante ed animali prodotti con le tecniche del Dna ricombinante scalpitano nei laboratori di tutto il mondo, desiderosi di uscire nell'ambiente esterno per vivere l'avventura della competizione con gli organismi naturali e della selezione del mercato (ed almeno in cento sono già sgusciati via) Mentre negli Stati Uniti è ormai la lobby delle piccole e grandi aziende a chiedere norme federali pur di dare inizio al «megabusiness» delle biotecnologie reso incerto e quindi frenato dalla indecisione delle autorità Mentre in Australia a protestare nuove leggi è la gente che si è ritrovata sul banco del macellaio 53 «supermaiali» nelle cui cellule sono stati introdotti geni suppletivi che codificano per l ormone della crescita Mentre il Terzo Mondo si avvia a diventare un enorme laboratorio «senza rete» per esperimenti su larga scala di rilascio nell'ambiente di organismi modificati a livello di Dna, la Comunità europea, dopo le leggi nazionali varate da Danimarca e Germania, ha acceso il primo semaforo per avviare e tentare di controllare una gara ricca di speranze, ma anche di insidie quella dell'ingegneria genetica applicata Con due Direttive emanate il 23 aprile il Consiglio della Cee ha infatti deciso di regolare per legge la produzione, l'uso e l'immissione nell'ambiente degli organismi manipolati geneticamente I 12 Stati membri della Comunità hanno tempo fino al 23 ottobre 1991 per recepirle

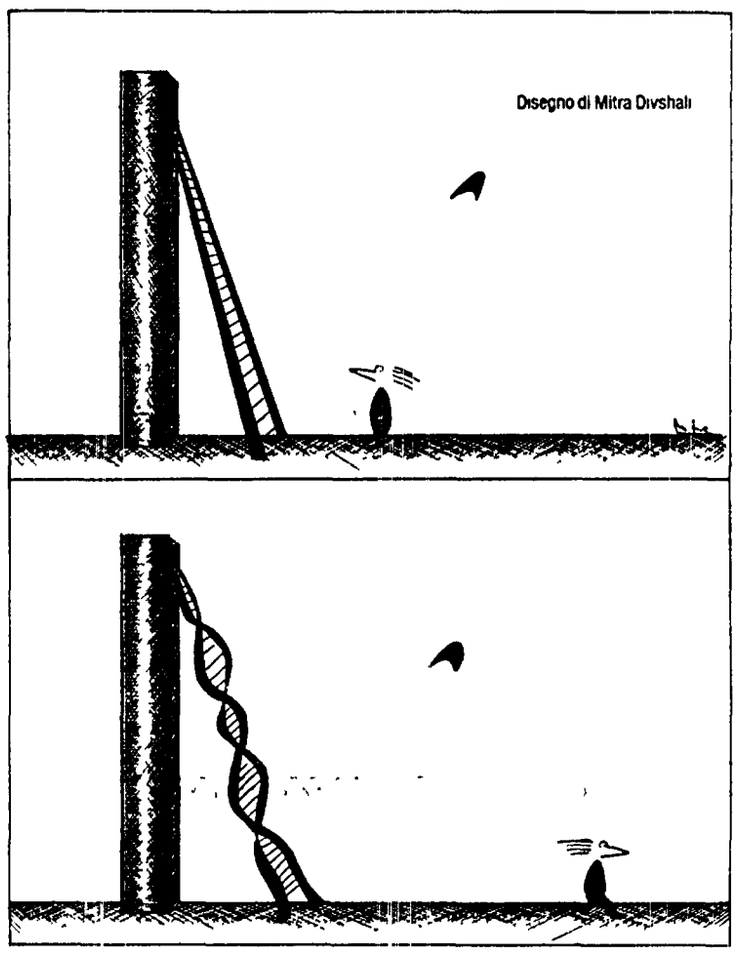
Sul semaforo della Comunità europea non è acceso nè il rosso dello stop, nè il verde del «via libera» alle colonne in arrivo di prodotti biotecnologici Lampeggia il giallo dell'«avanti con cautela». Le direttive Cee sono già diventate un punto di riferimento dal quale non si potrà prescindere Ma saranno sufficienti a regolare un traffico che si annuncia caotico?

Prima di tentare di dare risposta ad una domanda tutt'altro che semplice, meglio verificare quali sono i rischi ambientali associati allo sviluppo delle tecniche di manipolazione genetica e al loro passaggio dai laboratori di ricerca agli impianti di produzione Per la verifica chiediamo aiuto agli scienziati convenuti a Giardini Naxos su invito dell'*Ordine nazionale dei biologi* per discutere appunto di *Ingegneria genetica e rischio ambientale* «Beh, il punto è proprio questo» ci dice Ernesto Landi, che dei biologi italiani è il Presidente «Non sappiamo con un grado sufficiente di approssimazione, cosà succederà quando avremo introdotto in un ecosistema un nuovo organismo nato in un laboratorio grazie a tecniche di ingegneria molecolare e quindi del tutto sconosciuto per l'ambiente naturale» Il rischio maggiore, quindi, deriva dalla nostra ignoranza delle dinamiche ecologiche «Sì, perchè la discrepanza tra capacità tecniche raffinatissime di intervento a livello di materiale genetico e arretratezza rispetto alla comprensione dei fenomeni globali è davvero molto pericolosa Stiamo per consegnare all'apparato produttivo una tecnica di inusitata potenza, capace di modificare la vita, mentre abbiamo un ritardo drammatico nell'approccio olistico ai fenomeni naturali che ci impedisce di valutare l'impatto ambientale degli organismi manipolati geneticamente» Vale a dire che conosciamo molto poco dei delicati meccanismi omeostatici che regolano gli equilibri dinamici di «sistemi evolutisi in milioni di anni e che, nell'arco di una così lunga storia, hanno elaborato una rete di interrelazioni tra organismi viventi e ambiente chimico e fisico di straordinaria complessità» Per superare questo gap di conoscenze occorrono lunghi studi e una vera rivoluzione culturale Intanto possiamo tentare di individuare i punti in cui, con maggiore probabilità, si annida il rischio

Nei luoghi di produzione e utilizzo Tra il 1985 e il 1986 a Parigi 6 ricercatori dell'*Istituto Pasteur* si ammalano di cancro Stanno lavorando con sostanze chimiche mutagene e cancerogene Ma anche con virus oncogeni manipolati geneticamente Casualità o malattia professionale? Neppure un'indagine interna riesce a stabilirlo con certezza Certo è che la probabilità che quei 6 ricercatori si ammalassero tuttiassieme era di 1 su qualche milione. Françoise Kelly, 50 anni responsabile del laboratorio di tossicologia genetica, prima di morire manifestò la convinzione che bisognasse indagare sui rischi connessi col lavoro che stava svolgendo sui virus oncogeni e condotto nel rigoroso rispetto delle norme di sicurezza In migliaia di laboratori di tutto il mondo si manipola il genoma dei più diversi organismi E' un lavoro a rischio? I pericoli non sembrano superiori a quelli connessi con l uso di normali sostanze tossiche e organismi patogeni E le norme di sicurezza nei laboratori scientifici garantiscono a sufficienza l'incolumità di lavoratori superesperti «Saranno altrettanto sicuri gli ambienti di lavoro delle industrie biotecnologiche, dove operano l ansia del profitto e un personale molto meno esperto?» si chiede Landi

La Comunità europea batte gli altri sul tempo. Il 23 aprile scorso ha emanato due direttive, che entro l'ottobre 1991 saranno recepite dagli Stati membri, per regolare l'uso e l'immissione nell'ambiente di organismi manipolati geneticamente. Intanto, senza leggi, negli Stati Uniti è stata approvata la vendita sperimentale di prodotti dell'ingegneria genetica; in Australia sono stati venduti 53 *supermaiali* in cui sono stati inseriti geni aggiuntivi, e nel Terzo Mondo siamo già alla «sperimentazione senza rete» delle biotecnologie. Come limitare i rischi di un pericolo potenziale e sconosciuto?

PIETRO GRECO



L'immissione nell'ambiente degli organismi manipolati geneticamente In Australia la Metrotec, insieme all'università di Adelaide, ha prodotto 53 maiali nel cui genoma sono stati inseriti geni aggiuntivi che codificano per ormoni della crescita Si tratta dei primi animali transgenici al mondo in possesso di accresciute caratteristiche produttive sono cresciuti con una velocità del 17% superiore a quella di maiali normali e con un rapporto di conversione del cibo migliore del 30% La Metrotec ha messo in commercio i suoi «supermaiali» Negli Stati Uniti l'Epa (l'Agenzia di protezione ambientale) ha recentemente dato per la prima volta l assenso ad un'azienda, la Mycogen, per la vendita sperimentale in un mercato campione di prodotti dell'ingegneria genetica Si tratta di un esperimento di immissione su larga scala di una tossina prodotta da un batteno modificato geneticamente E' vero, il batteno non avrà contatti con l'ambiente Ma in lista d'attesa per l'autorizzazione a poter entrare nell'ambiente a decine vi sono virus modificati per l'attacco selettivo ad agenti patogeni per le colture, batteri ingegnerati in grado di fissare meglio l'azoto o di abbassare la temperatura di gelo dell'acqua, piante transgeniche più resistenti ad acari ed insetti Quale destino avranno nell'ambiente naturale tutti questi organismi una volta che siano stati rilasciati in maniera più o meno controllata? La maggior parte, sostiene il biologo inglese John Bennger soccomberà difronte ad altri organismi allenati per migliaia di anni alla competizione della vita Ma alcuni potrebbero rivelare un insospettata resistenza e diffondersi seguendo strade sconosciute «Quando stiamo per dare il permesso di diffondere un microorganismo modificato geneticamente dobbiamo essere consapevoli che gli stiamo dando la possibilità di insediarsi *per sempre* nell ambiente» Anche tra quelli capaci di sopravvivere alla vita in natura, molti si potrebbero rivelare innocui Altri potrebbero però alterare interi ecosistemi Altri ancora potrebbero rivelarsi «fossili» E ciascuno si esprimerà su scale di tempi imprevedibili Così che i rischi per l'uomo e per gli ecosistemi sono difficili da valutare «Non c è modo di saperlo se non sperimentiamo seguendo regole da definire caso per caso e con esperimenti di immissione in ambienti sempre più grandi» sostiene David Bishop, che ha condotto a termine in Gran Bretagna un esperimento di immissione su piccola scala di un *Baculovirus* geneticamente modificato per uccidere i lepidotteri che insidiano le colture «Il rischio nei test su piccola scala è davvero molto basso E ancor più nel caso del nostro *Baculovirus* si degrada in tempi rapidissimi» Forse il rischio non è elevato, ma i risultati ottenuti con test su piccola scala non necessariamente possono essere estrapolati per immissioni su larga scala.

Nessuno ha mai potuto osservare esempi di ricombinazione genetica tra organismi naturali diversi Ma è certo che essi avvengono C è quindi il rischio ben difficile da prevedere nei modi e nei tempi, che organismi manipolati geneticamente possano ricombinarsi con organismi naturali dando luogo ad una cascata di nuove forme ibride di vita con conseguenze anch'esse imprevedibili

C è, infine, il rischio dell'erosione genetica «Coltivare poche piante o allevare pochi animali con le caratteristiche che noi desideriamo, fa diminuire la variabilità genetica delle specie ed aumenta la possibilità di catastrofi ecologiche» sostiene ancora Landi. D altra parte a provarlo è la storia Nel neolitico 5 milioni di uomini si cibavano con 5000 diverse varietà di piante Oggi 5 miliardi di persone si cibano con solo 200 vegetali e traggono l'80% delle calorie da appena 8 specie

Riprendiamo in mano le Direttive del Consiglio Cee La n 219/90 regola la produzione e l'uso in ambienti chiusi e controllati (laboratori) degli organismi manipolati geneticamente Distingue tra due gruppi di organismi a basso e ad alto rischio e tra due tipi di operazioni quelle di ricerca e quelle industriali Il rischio deve essere valutato caso per caso L'inizio di attività a basso rischio vanno notificate alle autorità nazionali Prima di iniziare quelle ad alto rischio c è invece bisogno dell autorizzazione scritta I van Stati membri devono controllare che i lavoratori siano sufficientemente esperti ed approntare piani d'emergenza da attuare in caso di incidente La Direttiva n. 220/90 regola invece la immissione nell ambiente degli organismi manipolati geneticamente Qualsiasi test sperimentale deve essere preventivamente approvato dalle autorità nazionali in base a valutazioni da effettuare caso per caso e mai per classi generali di operazioni Per il commercio dei prodotti è invece necessaria una valutazione dell'impatto ambientale e l approvazione sempre revocabile da parte delle autorità comunitarie Una volta approvato, il prodotto può circolare liberamente in tutti i Paesi della Comunità

Basteranno queste norme per tenere a bada il pericolo biotecnologico? La discussione è aperta Per Ernesto Landi le direttive peccano di genericità Gli inglesi della *Royal commission on enviromental pollution* (RCEP), la commissione governativa sul 'inquinamento ambientale, già da tempo hanno fatto sapere di preferire regole più restrittive, come quelle della legge danese Per la Cee un microorganismo geneticamente modificato è solo quello «il cui materiale genetico è stato modificato in un modo non naturale» Sono perciò esclusi dalla definizione organismi ottenuti per mutagenesi o per fusione cellulare. «Troppo estesa la lista delle esclusioni», storcono il naso alla RCEP. E poi il fatto che in qualche caso basta l approvazione in un singolo Stato per poter immettere in qualsiasi zona della Comunità un organismo

Certo le Direttive sembrano ignorare le profonde diversità geografiche tra gli ecosistemi europei Sembrano impedire che Stati membri possano varare leggi più restrittive E ignorano la richiesta di moratoria all immissione nell ambiente e a maggior ragione sul mercato degli organismi prodotti con tecniche di ingegneria genetica avanzata da molti scienziati e ambientalisti Ma almeno ora ci sono dei documenti che tra un anno e mezzo potrebbero avere valore di legge, su cui discutere

Trovati nel Montana resti di un tirannosauro gigantesco e terribile

Lo scheletro del più grosso carnivoro che sia vissuto sulla Terra sta emergendo dal sottosuolo desertico del Montana orientale dopo esservi rimasto sepolto per 65 milioni di anni Una squadra di esperti del Museo geologico Dibozeman, Montana, sta scavando accuratamente per portare alla luce i reperti che appaiono di una importanza e di un interesse davvero grandi Si tratta di uno scheletro intatto di *Tirannosaurus rex* il più immaginifico dinosauro che abbia mai calcato la superficie terrestre Un essere mastodontico, lungo da 11 a 12 metri e alto da 3 a 3,5 metri, e terribile «Nelle sue mascelle sono piantati denti aguzzi come grossi e acuminati coltelli da cucina lunghi ben 15 centimetri» dice Jack Horner del Museo geologico Il cranio è lungo 122 centimetri e le cavità pelviche di innesto degli arti inferiori hanno un diametro di 30 centimetri Lo scheletro rinvenuto nel Montana presenta l'intera colonna vertebrale intatta, con metameri fusi tra il dorso e la coda Il cranio è staccato dal resto delle ossa, ma è nelle immediate vicinanze Alcune ossa degli arti sono state rinvenute vicino alla testa, e si ritiene che altri reperti ossei si trovino sotto lo scheletro Occorreranno diverse settimane ed un lavoro assiduo e meticoloso di almeno una decina di persone per riportare alla luce lo scheletro completo Le ossa fossilizzate saranno quindi trasportate nel Museo dove verranno ricomposte

Nicholas Hotton, curatore di paleontologia allo Smithsonian institute di Washington, avuta notizia della scoperta nel Montana si è dimostrato oltremodo compiaciuto, perchè su questi rettili non si hanno molte conoscenze I primi reperti fossili del *tirannosaurus rex* furono portati alla luce all inizio di questo secolo Una scoperta descritta in un breve documento scientifico di 3 cartelle. «E questo è tutto ciò che avevamo Nessuno è riuscito finora a descrivere i particolari di questo eccezionale animale» sostiene Hotton la cui opera di ricerca è nota in tutto il mondo per le scoperte sulla vita dei dinosauri e sull'ambiente che li accoglieva Hotton ha scoperto che i dinosauri curavano la loro prole in maniera molto più simile a quella degli uccelli che dei rettili

Nel nostro Paese mancano le norme per limitare i pericoli delle moderne tecniche della biologia molecolare

Biotecnologie a rischio per l'ambiente Italia

Quasi vent'anni fa i progressi, già allora rapidissimi, della biologia molecolare, permisero di mettere a punto tecniche, poi chiamate di ingegneria genetica o del «Dna ricombinante», con le quali è possibile «tagliare» il «nastro» in cui sono «registrate» i caratteri ereditari degli organismi viventi (il Dna) in punti precisi e trasferire poi porzioni di informazioni genetiche da un organismo a un altro.

MARCELLO BUIATTI

Inizialmente solo i batteri organismi a struttura genetica relativamente semplice, furono utilizzati come «inceventi», ma dal 1982 in poi sono state sviluppate tecniche adatte alla trasformazione anche di piante ed animali Fin dall'inizio, la nuova tecnologia ha destato da una parte entusiasmo per le possibili rivoluzionarie applicazioni in medicina industria, agricoltura ma d altra parte anche forti preoccupazioni fondate essenzialmente sul fatto che con questi metodi è possibile «costruire» organismi dotati di combinazioni genetiche inedite perché rese impossibili in natura dalla esistenza di barriere sessuali fra le specie Questo fatto rende almeno in parte imprevedibile e quindi potenzialmente pericolose le interazioni fra il gene «alieno» inserito ed il corredo genetico dell ospite, fra l organismo modificato e gli altri incluso l'uomo, che sono presenti negli ecosistemi in cui viene eventualmente rilasciato Con la possibile aggravante rispetto ad esempio alle sostanze chimiche che gli organismi si riproducono da soli e possono teoricamente colonizzare vaste aree geografiche in tempi relativamente brevi Queste preoccupazioni hanno fatto sì che quasi tutti i paesi in possesso delle tecnologie necessarie si sono dotati di leggi che regolano le ricerche di ingegneria genetica e limitano con disposizioni più o meno restrittive il rilascio nell'ambiente di organismi modificati La stessa Comunità Europea ha emanato due direttive sull'argomento e recentemente una legge è stata approvata, anche se con l'opposizione argomentata della Spd, nella Repubblica federale tedesca In questo quadro appare sempre più incomprensibile e potenzialmente pericolosa la situazione del nostro paese rimasto l'unico fra quelli in possesso del know how, ad essere del tutto privo di qualsivoglia normativa Ciò ha già reso possibile l'immissione nell'ambiente di organismi modificati senza alcun controllo e d'altra parte fa sì che le imprese interessate al campo specifico operino nella totale incertezza La situazione è paradossale al punto che ricercatori italiani operanti nel quadro di programmi di valutazione dell impatto ambientale di organismi modificati finanziati dalla Cee, non hanno ricevuto risposta dai ministeri presumibilmente competenti (Ambiente Sanità) a cui si erano rivolti per ottenere la necessaria autorizzazione della ricerca, richiesta dalla stessa Comunità Ma quali sono veramente i pericoli della immissione nell ambiente di organismi modificati e soprattutto in che modo è possibile evitare i rischi derivanti dalla loro relativa imprevedibilità? Si può dire schematicamente che il rischio è essenzialmente di tre tipi Innanzitutto la modificazione introdotta può essere direttamente pericolosa per l'uomo se indude la produzione di una sostanza tossica con cui questo viene a contatto o se comporta come nel caso delle armi biologiche, la trasformazione in patogeno di un organismo innocuo In secondo luogo l organismo modificato può rendere pericolosi esseri viventi normalmente presenti nell'ecosistema in cui viene immesso scambiando con loro, in modo imprevisto, il gene introdotto È noto infatti che specie vegetali diverse possono naturalmente incrociarsi fra di loro, specie batteriche anche lontane da un punto di vista evolutivo possono scambiare porzioni del loro Dna o con l aiuto di «ingegneri genetici» naturali come i virus batterici o «donando» piccoli cromosomi mobili detti plasmidi o addirittura Dna «nudo» e che gli stessi animali possono ricevere materiale genetico «alieno» da virus capaci di integrarsi nel loro corredo genetico Per fare un esempio l immissione nell'ambiente di un batteno contenente una resistenza ad un antibiotico carattere che si usa molto spesso semplicemente per poter identificare l organismo in questione potrà comportare attraverso una serie di passaggi, anche il trasferimento di questa caratteristica ad un patogeno per l'uomo o per gli animali Un processo di questo genere potrà essere ovviamente particolarmente pericoloso se l ambiente di immissione è l'uomo stesso, come potrebbe avvenire nel caso di organismi modificati utilizzati nella trasformazione degli alimenti

In terzo luogo l'organismo ingegnerizzato potrà interagire lui stesso in modo negativo con l'ecosistema provocandovi modificazioni o nelle catene biologiche o anche direttamente nell ambiente fisico Pensiamo ad esempio ad organismi nocivi a parassiti delle piante che non siano sufficientemente specifici a batteri che distruggono rifiuti ed inquinanti (magari il petrolio) che si diffondono fuori dall area prevista di azione (ad esempio nei pozzi di petrolio) ad esseri viventi capaci in modo diretto o indiretto di modificare il clima a piante resistenti ad erbicidi che scambino il carattere con le infestanti ecc In tutti questi casi il rischio può essere evitato soltanto prevedendo gli effetti degli organismi modificati, ma soprattutto evitando che organismi potenzialmente pericolosi si diffondano liberamente In qualsiasi normativa sarà quindi necessario includere innanzitutto la notifica ed il controllo di qualsiasi esperimento o rilascio effettuato e prevedere che, qualora il rischio previsto in indagini preliminari non sia zero, vengano messi in atto sistemi di contenzione degli organismi introdotti Quest ultimo concetto, che è alla base delle divergenze fra Cdu e Spd nel dibattito svoltosi recentemente in Germania, è diventato di importanza primaria dopo che recenti studi condotti anche nell ambito della Cee hanno dimostrato che per quanto riguarda i batteri, lo scambio del materiale genetico è un fenomeno naturale e frequente non solo in laboratorio ma anche nel terreno Scambio che può avvenire anche fra piante ma limitatamente a individui della stessa specie e a distanze molto limitate Appare quindi chiaro che ormai non si tratta tanto di vedere se lo scambio avviene caso per caso quanto di approntare misure per evitarlo Il contenimento dei batteri d'altra parte è possibile sia rendendoli incapaci di vivere al di fuori dell'area prefissata perché dipendenti da sostanze specifiche, sia inserendo nel loro patrimonio genetico l'informazione per la produzione di sostanze tossiche per il portatore e contemporaneamente un «interruttore» genetico di questa informazione che la attiva in presenza di molecole note e facilmente somministrabili anche nel terreno Quest'ultimo metodo è stato applicato recentemente con ottimi risultati (l eliminazione totale del microorganismo modificato) in esperimenti di campo Come si vede quindi, si sta uscendo dalla fase di valutazione preliminare del rischio in termini di impatto ambientale e la ricerca sta anche facendo rapidi passi in avanti nel senso della invenzione di meccanismi biologici di controllo I dati recenti modificano anche in parte i requisiti di una «buona» legge sul rilascio e rendono quindi ancora più urgente l apertura della discussione concreta sulla sua realizzazione