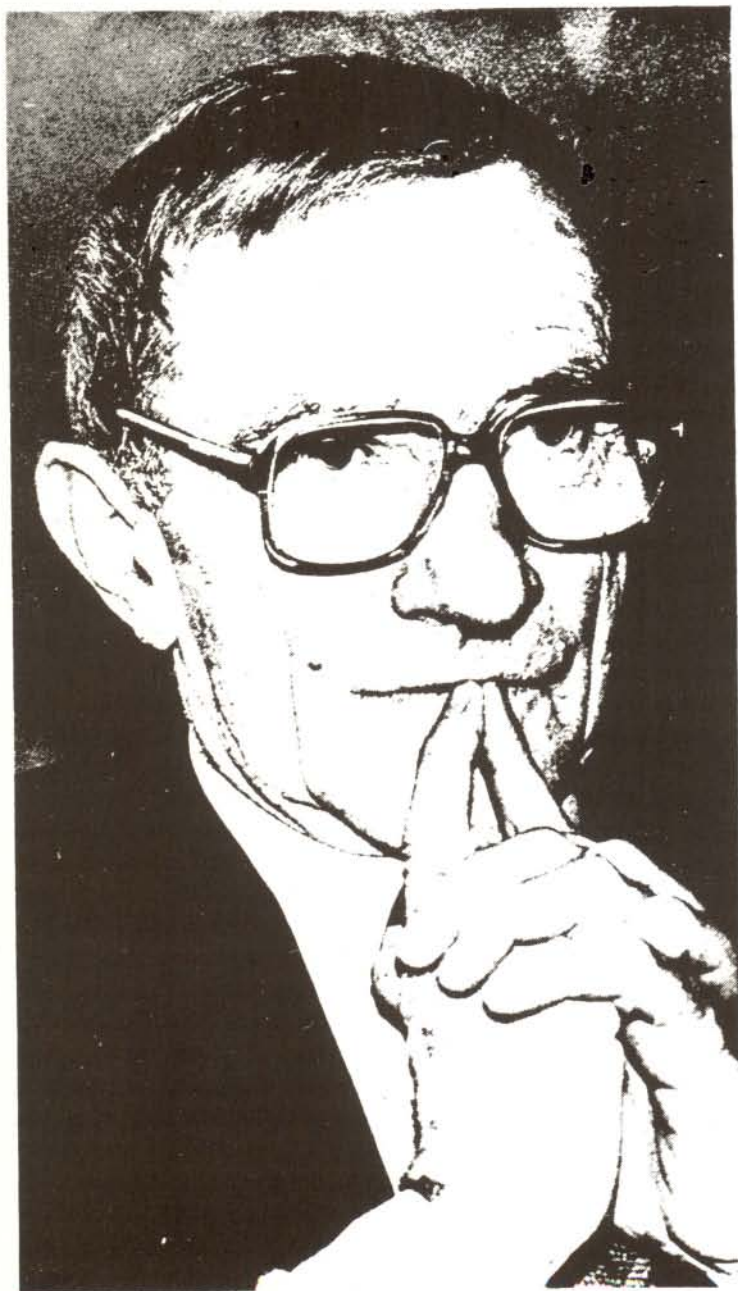


Els grans treballs de les petites cèl·lules

Una entrevista amb Pierre Douzou
feta per Bertrand Lebeau

El professor Pierre Douzou, president de la Xarxa Internacional de Biotecnologies ens parla dins la present entrevista de la importància creixent de les biotecnologies modernes que ja ens permeten programar una cèl·lula per fer-li efectuar síntesis químiques que no realitza en condicions normals. La cèl·lula esdevé així un possible instrument de producció d'enorme incidència econòmica. (ciència) ha tractat el tema en més d'una ocasió (vegeu per exemple el número 10 dedicat a les biotecnologies) i caldrà seguir-ne parlant força sovint. La present entrevista fou realitzada per Bertrand Lebeau i publicada en el número 45 de la revista francesa "Sciences et Avenir".



Pregunta: —Avui dia, quan es parla de tecnologies noves es pensa en la informàtica i en les biotecnologies. ¿Què es pot esperar de les biotecnologies en els propers vint anys?

Resposta: —Hom pot pensar que al començament del tercer mil·lenni la biologia tindrà un paper molt important dins les nostres societats i que assolirà progressivament el nivell de la física i de la química. Una bona part del desenvolupament industrial de la nostra època es deu al control de les energies i a llur utilització per produir béns de consum i serveis. Però la nostra civilització s'ha preocupat molt poc del vivent, i, sigui com sigui, de la seva explotació. Només s'ha preocupat d'un ésser viu, l'home, la salut del qual ha intentat de preservar.

De fet, la utilització de la biologia dins la producció de béns i de serveis encara respon a una concepció prehistòrica: des del Neolític l'home ha utilitzat, sense saber-ho, els microbis per produir. L'home, després de Pasteur, sap que els microbis poden ser els seus pitjors enemics quan són patògens i els seus millors amics quan permeten un cert nombre de transformacions. D'ençà del Neolític, hom ha après a fer fermentacions: alcohols, vins, però també pa, conserves de cols fermentades, condiments, etc. Aquestes eren les biotecnologies que avui en diem de primera generació. Tot i que se sap

Fig. 1

Pierre Douzou, president de la Xarxa Internacional de Biotecnologies.



Fig. 2

La cuina tradicional reclama la biotecnologia

des de fa molt temps quins són els bacteris, els fongs i els llevats que provoquen aquestes fermentacions, les tècniques, la base de les quals és purament empírica, continuen sent artesanals. Només ha estat molt lentament que s'han industrialitzat, com és el cas del formatge.

D'ençà de la Segona Guerra Mundial van néixer les biotecnologies de la segona generació: fabricació d'antibiòtics, vacunes, hormones, etc. Des de fa uns quants anys ens trobem amb un fet nou: l'explotació de la cèl·lula viva.

La cèl·lula és al món viu el mateix que l'àtom és a la matèria: la seva unitat més petita. Una cèl·lula viva és una petita fàbrica química. Absorbeix els aliments, els transforma per a la seva pròpia economia i per a l'exportació. I aquesta fàbrica química, els sorprenents rècords de la qual coneixem amb força precisió, donat que, en general, les cèl·lules vives treballen sota la pressió atmosfèrica i a temperatura normal, aquesta cèl·lula, diem, sabem programar-la actualment: sabem que és, en certa manera, automatitzada. Per funcionar, disposa d'un programa que es troba en el nucli, i, més concretament, en els àcids nu-

cleics: són els gens. La cèl·lula, de fet, té una biblioteca de gens de la qual se serveix segons les seves necessitats.

Avui dia, sabem desxifrar els presatges d'aquesta biblioteca i sabem també com canviar les obres d'ordre. Es pot, doncs, programar de nou una cèl·lula per fer-li efectuar síntesis químiques que no feia normalment, aquesta és la famosa enginyeria genètica de la qual parteixen avui les biotecnologies modernes. La cèl·lula esdevé un possible instrument de producció per a l'home, en uns moments en què la nostra societat és presa de dificultats econòmiques, d'una manca d'energies fòssils i de problemes de pol·lució. Per aquest motiu, és normal que no només els biòlegs sinó també els industrials i els polítics es preocupin d'aquesta nova manera de produir, una manera neta eficaç, lluny dels paroxismes que féu néixer la ciència del foc.

Pregunta: —En quins terrenys importants intervendran les biotecnologies?

Resposta: —Per començar, en agronomia s'intentarà obtenir amb mètodes de reprogramació genètica noves lla-

vors que resisteixin els sòls àcids, les temperatures més extremes i que tinguin uns rendiments més alts en proteïnes. Sabem que actualment el nitrogen prové d'uns adobs químics que sovint deriven de la petroquímica: es tracta, al mateix temps, de productes amb un alt valor afegit que els països pobres no poden pagar i que endeuten l'economia dels països rics, i d'agents contaminants. La fixació del nitrogen per via microbiològica constitueix, doncs, una posta considerable. Actualment, també s'ha aconseguit de fusionar cèl·lules vegetals, és a dir, d'obtenir cèl·lules híbrides que posseeixen les propietats de les dues cèl·lules fusionades. No és impossible, per exemple, de conferir a un llegum unes propietats vitamíniques que abans no tenia. La biologia cel·lular vegetal revolucionarà, sens dubte, l'agronomia en els propers vint anys.

En el terreny del medicament, a la producció d'antibiòtics, vacunes, i hormones, caldrà afegir la de productes cel·lulars. Els medicaments es convertiran, cada vegada més, en els productes que ja es troben a la cèl·lula: l'interferó és el precursor dels productes cel·lulars de demà. L'agronomia i el medicament constitueixen, junta-



Fig. 3
Les noves biotecnologies deixaran enrera les formes de producció agrícola que s'iniciaren al Neolític.

ment amb l'agro-alimentària ja esmentada, els tres grans eixos de les biotecnologies.

Però tenim altres esperances: en el camp de la química llengua, en particular, amb la utilització de nous catalitzadors cel·lulars, els enzims. Els enzims són petites meravelles de miniaturització que funcionen a pressió atmosfèrica i a temperatura normal i que tenen un poder catalític un milió o un miler de milions de vegades superior al del millor dels catalitzadors químics. Però l'elaboració i el trasplantament d'aquests enzims de la cèl·lula als usos industrials plantegen problemes tècnics considerables.

En el camp de la química pesant, en particular d'aquella que produeix els alcohols i els dissolvents a partir dels quals es fan els polímers, podem imaginar que la biologia ocupa un lloc comparable al que ocupa avui dia la petroquímica.

Hi ha també el problema de la pol·lució: si a la natura no hi haguessin tantes soques de microorganismes salvatges com hi ha, ja faria temps que ens hauríem enverinat, no només per les escòries químiques que produïm sinó pel simple fet que la biosfera no es renova cada any. La natura és un netejador absolutament extraordinari. Si domestiquéssim un cert nombre de soques microbianes i les utilitzéssim de la manera més assenyada possible, aconseguiríem d'eliminar molts dels residus. Penseu, per exemple, en la

purificació de les aigües que es fa actualment, en part, per via microbiològica.

En el terreny energètic, la utilització de la biomassa permetrà de transformar els residus vegetals en gas combustible.

El problema que s'ha plantejat no és tant de saber si tot això és realitzable com de saber el seu preu. Hom només pot imposar una tècnica quan és més barata que la que ja existeix, i l'argument econòmic tindrà sempre molt més pes que els riscos de pol·lució. Si ajunteu totes les possibilitats de les quals us he parlat, podeu estar segurs que veurem un món nou, un món descontaminat on les energies fòssils seran substituïdes per energies renovables. Lògicament, mai no eliminarem la física ni la química, però les podrem temperar.

Aquest és el motiu pel qual totes les nacions industrials s'han dotat de programes nacionals; totes s'han adonat de la necessitat de preparar-se per a aquesta mutació tecnològica.

Pregunta: —Totes aquestes biotecnologies són tan innocents com dieu? No comporten cap risc?

Resposta: —Us donaré una resposta molt personal: hi ha molts menys riscos a les biotecnologies que no pas hi havia, o hi continuen havent, a l'ener-

gia nuclear. Com ja sabeu, són els mateixos biòlegs qui s'han imposat regles draconianes de seguretat, tan draconianes que, en alguns casos, poden comprometre el desenvolupament industrial. Cal saber que, a cada moment, hi ha una completa transparència de la gent que treballa sobre la genètica moderna, sigui a nivell privat o públic: sabem qui fa què, on i com. Considero que així es descarta el perill que podria representar la manipulació de les cèl·lules vives que han estat mutades. Pel que fa als productes que se n'extreuen, val a dir que són purs.

Pregunta: —Tornant a aquesta mutació biotecnològica de què parlàveu. ¿Quins seran els països que dominaran millor aquestes tècniques? ¿Quin serà el lloc de França davant de gegants com el Japó o els Estats Units?

Resposta: —L'avanç del Japó és indiscutible. De primer, perquè el Japó ha estat sempre tradicionalment interessat per la microbiologia. Feia molt bé les biotecnologies de primera generació: penseu, si no, amb el sake, els alcohols d'arròs o tots els productes de transformació japonesos. I han continuat essent molt bons microbiòlegs, mentre que al país de Pasteur, que és el pare de la microbiologia, s'ha negligit aquesta disciplina durant uns quants decennis. La biologia dels mi-

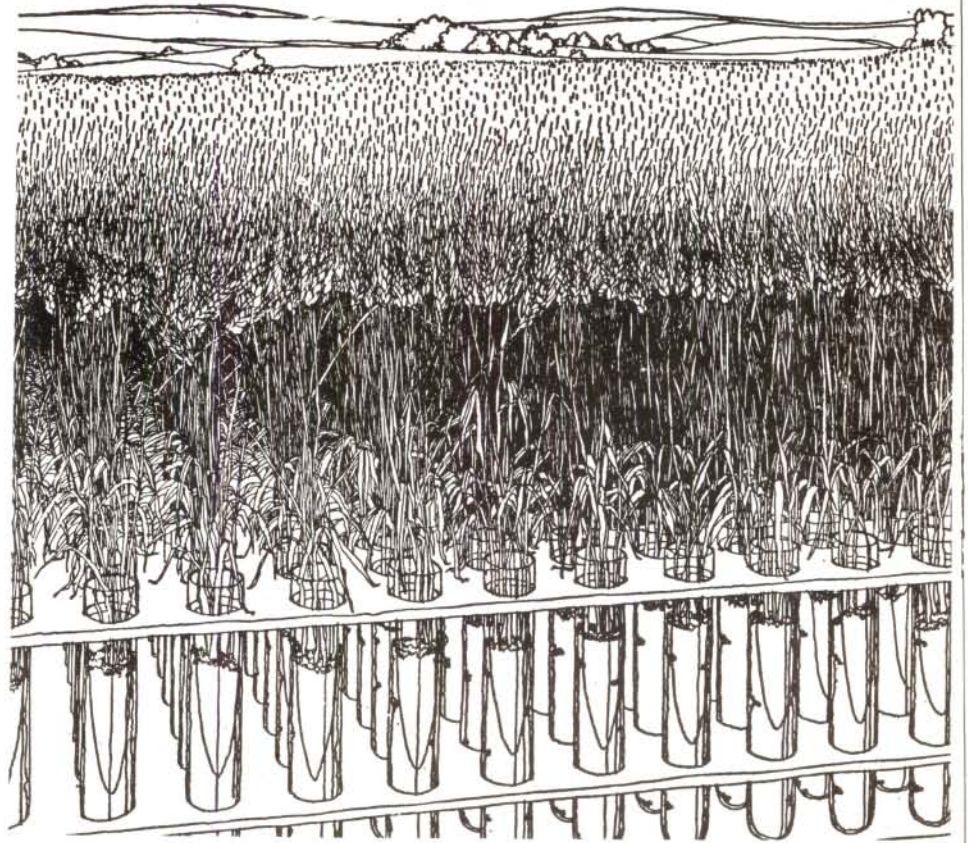


Fig. 4

La biotecnologia permet albirar la possibilitat de modificar o desenvolupar un gen responsable de la fixació del nitrogen, la qual cosa estalviaria l'elevat cost dels fertilitzants nitrogenats

croorganismes és una ciència força descriptiva. Quan va néixer la biologia molecular, els francesos van sentir una extraordinària afeció per ella, i van formar una important escola en aquesta disciplina. Però la biologia molecular es va fundar a partir d'un sol microorganisme, l'*Escherichia Coli*, i com que França és un país on tot no es pot fer, els millors esforços van dedicar-se a la biologia molecular, sacrificant la microbiologia.

Però hi ha encara un altra raó: l'aïllament, a França, de dos mons que al Japó s'interrelacionen, el món acadèmic i el món industrial. En el món acadèmic es creen els conceptes i les tècniques noves, mentre que en el món industrial és on es tradueixen en innovació tecnològica i en desenvolupament. És cert que durant molt de temps la biologia no ha estat una ciència venal, donat que la seva aplicació normal era més a la medicina que a la indústria. Pel que fa als industrials francesos, i en particular els del camp de l'agro-alimentària, no s'han preocupat, fins fa relativament poc, de les noves tecnologies perquè les seves fabricacions parlaven en favor seu.

Finalment, a França tenim una dificultat en el sector industrial. Hem estat una gran potència econòmica com ho foren Alemanya o Gran Bretanya; però, ¿què fa una gran nació? Ho fa tot. Ho fem tot a França. Fem agro-alimentària perquè el clima s'hi presta, però també medicaments, etc. I quan una mutació revolucionària afecta a tants sectors al mateix temps, és cert que fer-ho tot és exposar-se a la dispersió. Preneu petites nacions com els Països Baixos o Dinamarca: en el camp de les biotecnologies són, en aquest moment, petits Japons, perquè no han de lluitar contra la dispersió. Tenen unes quantes fabricacions essencials sobre les quals es concentren.

Estem obligats a lluitar a tots els fronts perquè tenim mercats que defensar. Preneu, per exemple, el mercat de les llavors: es duplica cada deu anys i França en deté un 10%. Des del moment que hi ha una mutació com aquesta, ¿ens podem permetre de sacrificar el 10% del mercat mundial? Un altre exemple: el medicament ha estat condicionat, aquests darrers anys, pels grans consorcis. A França tenim tres grans grups: Elf Aquitaine

amb Sanofi, Rhône-Poulenc Santé i Roussel-Uclaf. Aquí també tenim posicions a defensar en el camp dels antibiòtics, les vacunes o les hormones. Pel que fa a l'agro-alimentària, segona indústria nacional francesa, amb un total de 350 mil milions de vendes el 1982, representa centenars de milers de llocs de treball. Si es deixen fora grups com BSN, Gervais-Danone, Bel o Lesieur, l'agro-alimentària és el model típic de la petita i mitjana empresa, és el teixit de les nostres regions.

El futur dependrà, doncs, de la voluntat que tinguin els diferents actors d'assimilar la mutació tecnològica. Des de fa uns quants anys, els successius governs han tingut consciència de la posta. Però, a part del govern, hi ha altres actors, com els inversors, o el món acadèmic, al qual cal convèncer de l'interès estratègic que d'ara endavant tindrà la biologia, i, finalment, el món industrial.

Siugi com sigui, hi ha dos gegants que, sens dubte, dominaran les biotecnologies: el Japó, per la seva tradició, la seva capacitat de treball i aquesta simbiosi entre el món acadèmic i el món industrial, i els Estats Units, que



Fig. 5
Melvin Calvin, premi Nobel, ha predit que d'una planta (*Euphorbia cathartica*) hom podria extreure, en un futur, petroli renovable.

tenen un jaciment de saber considerable. L'ambició de França és arribar al grup dels tercers.

La tècnica electrònica i les biotecnologies aconseguiran finalment unir la física i la biologia i constituïran les dues grans components del món industrial del tercer mil·lenni. I els països que durant els propers quinze o vint anys no faran l'esforç necessari seran condemnats industrialment. Fixeu-vos, per exemple, en les fermentacions: durant molt de temps han estat purament una activitat empírica. Què feien els nostres vinyataires? Feien les fermentacions dins de modestes bótes; transvasaven, tenien les receptes que els havien transmès els seus avantpassats. Avui dia, els fermentadors augmenten de volum, aviat tindran les dimensions d'una "xemeïnia de fàbrica": estan recoberts de detectors, cosa que permet a unes quantes persones altament qualificades de vigilar les operacions a través d'ordinadors i de terminals. La producció de vacunes ha sofert una mutació idèntica. Aquests dos exemples ens mostren l'existència d'un maridatge entre les tecnologies del futur i que aquest maridatge constitueix una coherència més a controlar.

Pregunta: —Als Estats Units, a Silicon Valley, empreses d'enginyeria genètica com Genentech, Cetus o Biogen han atrès els capitals a risc "venture capitals". ¿Com pot un país com França fer front a l'imperatiu financer lligat a les biotecnologies?

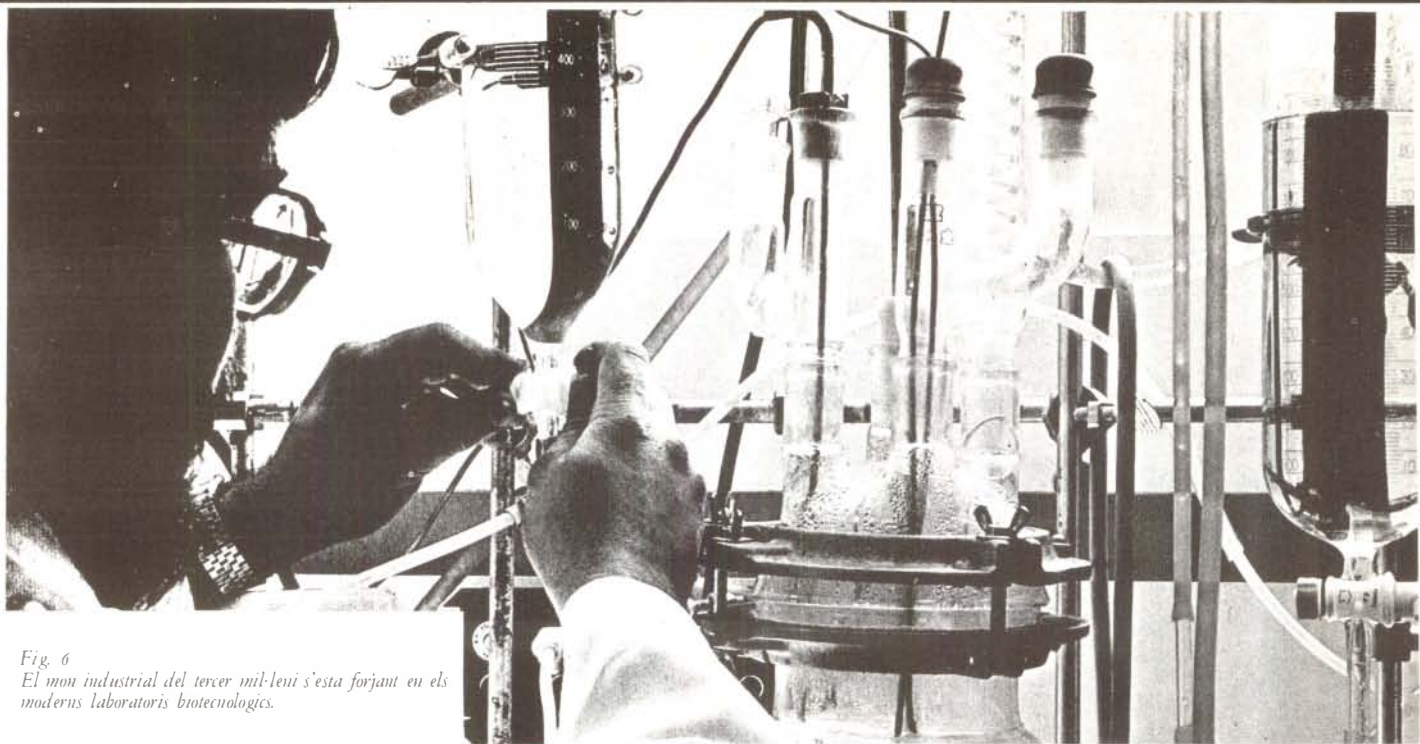


Fig. 6
El món industrial del tercer mil·lenni s'esta forjant en els moderns laboratoris biotecnològics.

Resposta:—Quan fa cinc o sis anys els investigadors varen posar de manifest noves oportunitats, en particular pel que fa a la reprogramació de cèl·lules, varen ser alguns d'aquests mateixos investigadors que van constituir petites societats; i aquestes societats van atreure, de seguida, el capital a risc, el "venture capital". Després, afavorit per l'entusiasme, les societats s'han multiplicat sense que els inversors sàpiguen encara que es tracta de capitals a risc, però també d'una aventura a llarg termini. I és possible que algunes d'aquestes societats s'enfonsin durant els pròxims anys. Però, les més estructurades duraran i ja registren bons èxits comercials. A França, s'ha contemplat aquest moviment amb una barreja de diversió i curiositat i després se l'ha imitat: l'any 1980, en el terreny de l'enginyeria genètica, es va muntar Transgène, a Estrasburg que és un dels florons de l'enginyeria genètica mundial. En el terreny de la immunologia cel·lular, a Marsella s'ha creat la societat Immunotec; s'ha muntat Hybridolab en el camp dels bioractius d'origen cel·lular, i la societat Intergène es constitueix al voltant de Mérieux, a Lió, per fer de la regió Rhône-Alpes un gran pol de biotecnologia d'aplicació mèdica. A més, d'altres societats han estat crea-

des en el si de grans firmes com Sanofi, Roussel-Uclaf o Rhône-Poulenc. Finalment, l'esforç d'informació que s'ha fet en relació amb les biotecnologies ha estat compensat i la majoria dels nostres grans grups bancaris han obert, de mica en mica, filials de capital a risc que inverteixen en les tecnologies del futur. En el sector de les biotecnologies, la inversió serà de l'ordre del 15% del total dels capitals

a risc, la qual cosa, en principi, no és gens menyspreable.

Dos gegants dominaran les biotecnologies: el Japó i els E.U.A. L'ambició de França és arribar al grup dels tercers.

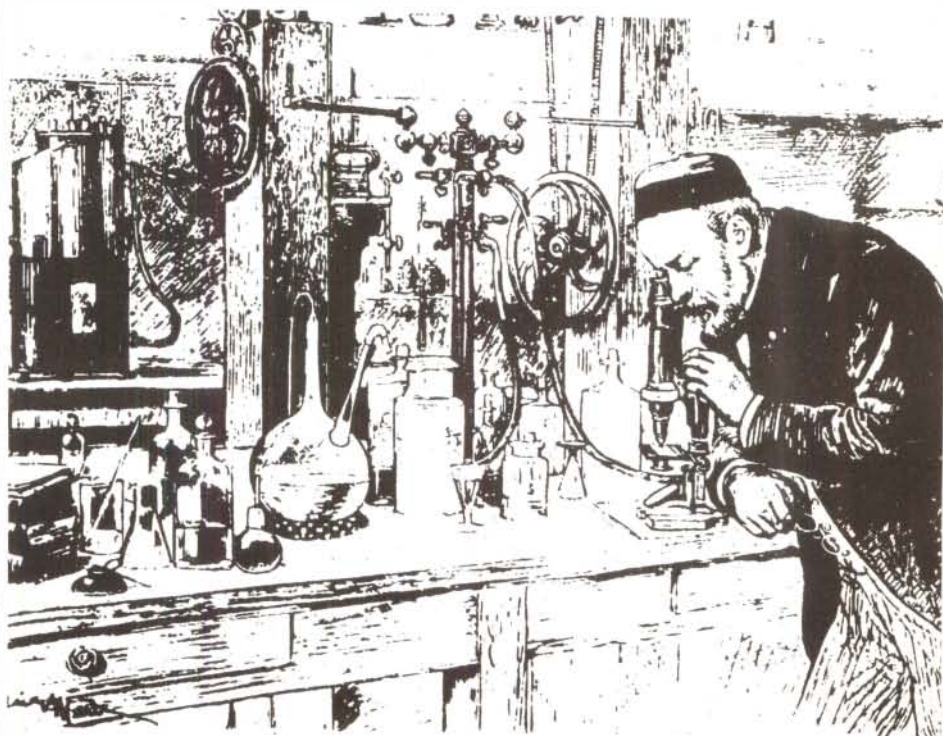


Fig. 7
Louis Pasteur, el gran precursor de les modernes biotecnologies.

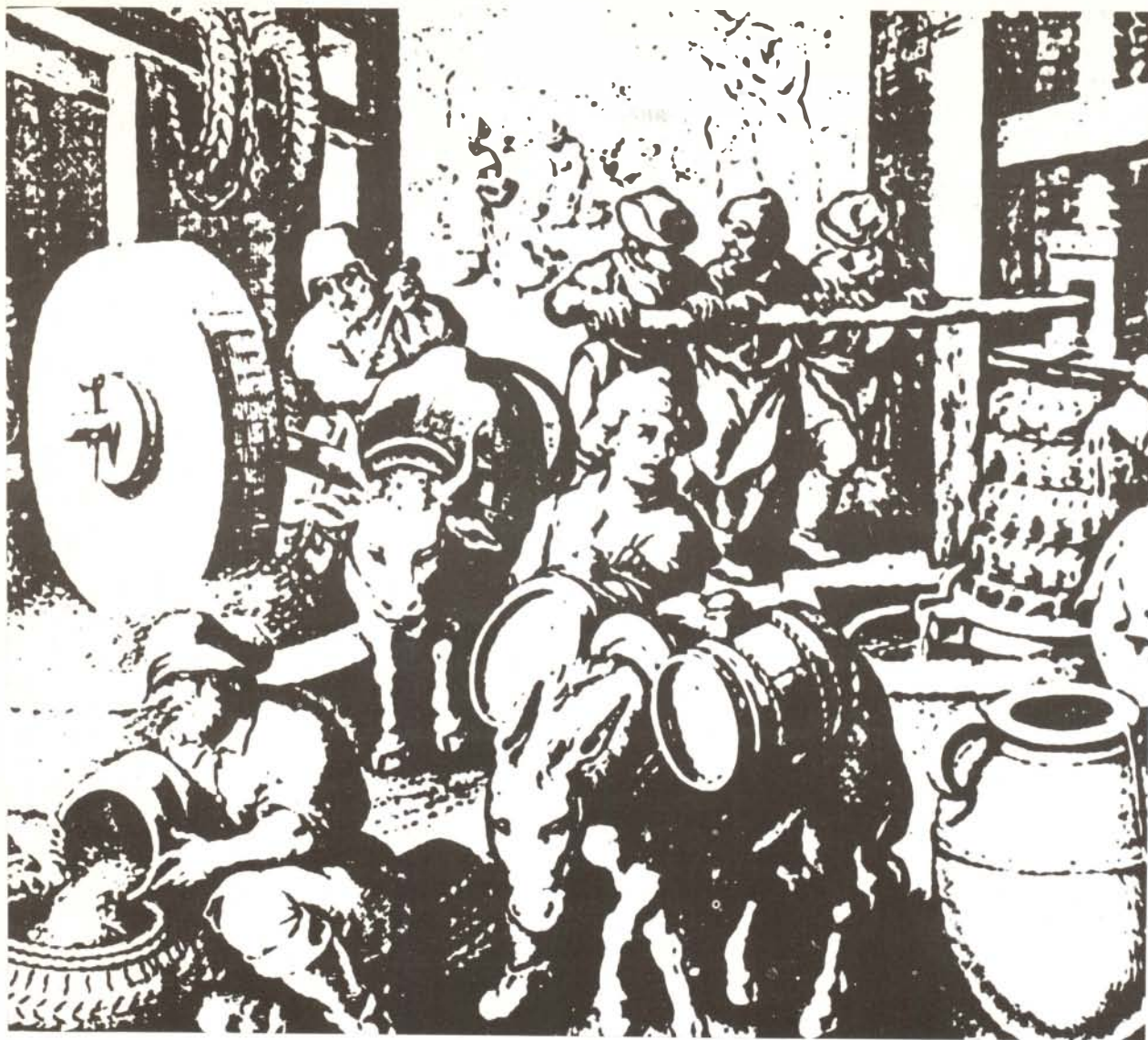


Fig. 5

Les biotecnologies poden canviar fins i tot el sistema d'obtenció de l'oli verge d'oliva (Gravat antic del segle XVI).

Pregunta: —Una darrera pregunta relacionada amb França, i que té a veure amb la formació, el nostre país ¿és ben dotat d'homes?

Resposta: —La formació és una de les nostres prioritats. D'acord amb el Ministeri d'Educació nacional, hem seleccionat unes quantes universitats com Compiègne o Tolosa que imparteixen un ensenyament excel·lent; també hem promogut la posició de l'Institut Pasteur. Com ja us he dit quan exalçava els japonesos, hem deixat que s'instaurés un buit a la microbiologia. Ens cal, de nou, un ensenyament de microbiologia fonamental, de microbiologia dels sòls, de microbiologia industrial. Si tingués un bon informe i el capital necessari, us asseguro que demà mateix crearia una societat d'enginyeria genètica, però no us puc assegurar que poguéss posar a la vostra disposició, en el mateix ter-

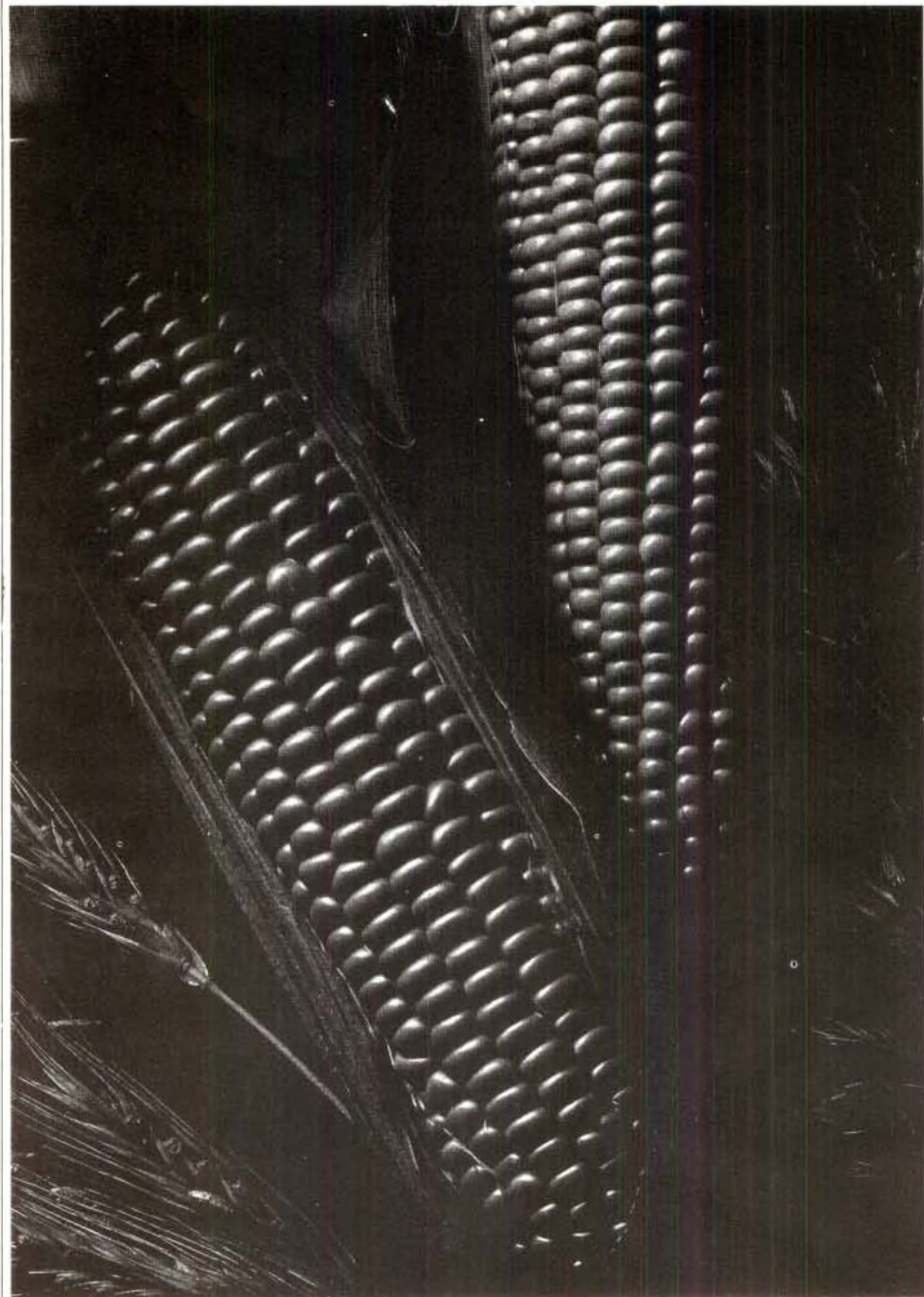
mini, cent microbiòlegs de nivell mundial.

Tots els països europeus troben grans dificultats a l'hora de formar els homes perquè les biotecnologies són multidisciplinàries: l'agronomia, l'agro-alimentària, la química, els medicaments són al punt de trobada de disciplines molt diferents i exigeixen unes característiques de biòleg però també d'enginyer.

Pregunta: —Els països del Tercer Món, ¿restaran totalment al marge d'aquesta revolució? ¿Els serà possible, i en quines condicions, apropiat-se d'aquestes noves tecnologies?

Resposta: —Efectivament, ¿com podem parlar amb països que manquen de quadres i d'infraestructura econòmica, de tecnologies d'alt nivell i qua-

lificacions sofisticades? La situació sobre el paper sembla tràgica. Però, cal fer alguna matisació: de primer, els països industrialitzats són cada cop més conscients que la rasa entre nacions riques i nacions pobres no pot eixamplar-se més. Si s'eixampla, ¿qui podreu fer préstecs?, ¿a qui volem vendre? A més, els països pobres tenen dos trumfos en aquest terreny. ¿A què recorren les biotecnologies? A microorganismes que s'alimenten d'energies renovables. I la diversitat i l'opulència d'aquests microorganismes és tan gran en els països en vies de desenvolupament com ho és la vegetació. Pel que fa a les energies renovables, no els manquen. El segon trumfo és que moltes de les biotecnologies es presten molt bé a ser utilitzades arte-



*Fig. 9
En agronomia s'esta intentant obtenir amb metodes de reprogramacio genetica noves llavors mes resistents i amb uns rendiments mes alts en proteines.*

sanalment a nivell de poble o de granja. Finalment, el dia que s'hagi trobat un medi per fixar el nitrogen de l'aire per les plantes, els països pobres podran aprofitar aquest progrés. Ens queda el problema de la formació: en el marc de la xarxa internacional de biotecnologies que codirigeixen, França i Anglaterra han decidit d'associar un cert nombre de països en vies de desenvolupament i garantir la formació de tècnics d'aquests països pels països industrialitzats. Sense caure ara en un optimisme que no ve al cas, considero que les biotecnologies poden representar una possibilitat per als països pobres.

Aquest és el motiu pel qual, si la humanitat arriba al tercer mil·lenni sense danys, la biologia contribuirà probablement a una nova distribució

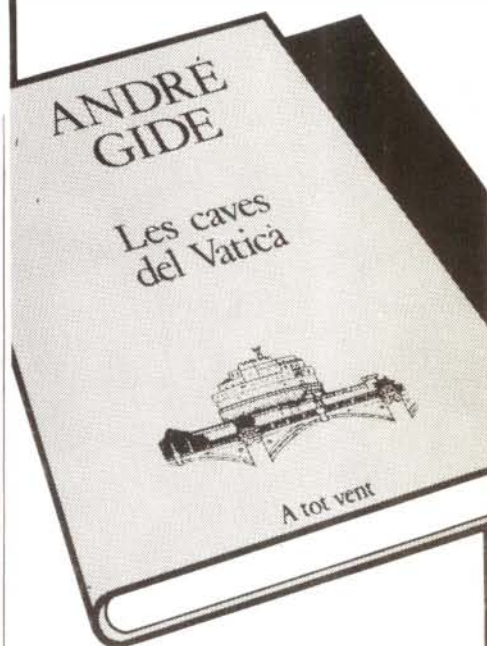
de les dades actuals, gràcies a les biotecnologies que en tradueixen les aplicacions.

A nivell planetari, hom pressent que la biologia representarà una part important de les societats industrials de demà i modificarà els costums de produir i de consumir.

Probablement, en la marxa m'aquest progrés ens trobem amb d'altres Yalta, però el que és cert és que el destí de moltes nacions restarà profundament afectat, i fins i tot modificat.

una de les novel·les més escandaloses del segle XX

Què passaria si segrestessin el Papa i posessin un impostor al seu lloc?



volum **202**

Les caves del Vaticà. André Gide



A tot vent
Els llibres taronja

Desitjo rebre més informació sobre aquesta col·lecció 20
Nom
Adreça.....
Població..... Telefon.....

Edicions Proa
Avgda. Diagonal, 357 Barcelona-37

De venda a llibreries