



Auf dem Weg zu massgeschneiderten Medikamenten?

**Kurzfassung der TA-SWISS Studie
«Pharmakogenetik und Pharmakogenomik»**



Vers des médicaments individualisés?

**Résumé de l'étude TA-SWISS
«Pharmacogénétique et Pharmacogénomique»**



Are tailor-made drugs just around the corner?

**Abridged version of the TA-SWISS study
«Pharmacogenetics and Pharmacogenomics»**



Herausgeber – Editeur – Editor:

TA-SWISS
Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung
Centre d'évaluation des choix technologiques
Centre for Technology Assessment
Bern, 2004

Redaktion Kurzfassung – Rédaction du résumé – Résumé written by:

TA-SWISS; Dr. Klaus Peter Rippe, Zürich

Traduction: Viviane Mauley, Chesalles-sur-Moudon

Translation: Gary Williamson, Pirbright, England

Diese Kurzfassung beruht auf der TA-SWISS Studie –

Le résumé se base sur l'étude TA-SWISS –

The summary is based on the TA-SWISS study:

«Pharmakogenetik und Pharmakogenomik»

Die TA-SWISS Studie wurde von folgenden **Autorinnen und Autoren** verfasst
– **Auteurs** du rapport TA-SWISS – **Authors** of the TA-SWISS report:

Dr. Klaus Peter Rippe

Andreas Bachmann

Dr. Karin Faisst

Dr. Willy Oggier

Dr. Christiane Pauli-Magnus

Dr. Nicole Probst-Hensch

Marion Völger

Betreuung der TA-SWISS Studie – Supervision de l'étude TA-SWISS –
Supervisor of the TA-SWISS study:

Dr. Adrian Rüeegg, TA-SWISS, Bern

Der vollständige Bericht kann kostenlos bezogen werden bei:

Le rapport complet peut être obtenu gratuitement à l'adresse suivante:

Copies of the report can be obtained free of charge from:



Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung

Birkenweg 61, CH-3003 Bern

Tel. +41 (0) 31 322 99 63

Fax +41 (0) 31 323 36 59

E-Mail ta@swtr.admin.ch

Internet www.ta-swiss.ch

www.publiforum.ch

TA-SWISS Das Zentrum für Technologiefolgen- Abschätzung

Neue Technologien bieten oftmals entscheidende Verbesserungen für die Lebensqualität. Zugleich bergen sie mitunter aber auch neuartige Risiken, deren Folgen sich nicht immer von vornherein absehen lassen. Das Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung untersucht die **Chancen und Risiken** neuer technologischer Entwicklungen in den Bereichen «Biotechnologie und Medizin», «Informationsgesellschaft» und «Mobile Gesellschaft». Seine **Studien** richten sich sowohl an die Entscheidungstragenden in Politik und Wirtschaft als auch an die breite Öffentlichkeit. Ausserdem fördert TA-SWISS den Informations- und Meinungsaustausch zwischen Fachleuten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und der breiten Bevölkerung durch **Mitwirkungsverfahren** (zum Beispiel PubliForen und publifocus).

Das Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung ist dem Schweizerischen Wissenschafts- und Technologierat angegliedert. Der SWTR berät den Bundesrat in wissenschafts- und technologiepolitischen Belangen.

TA-SWISS Le Centre d'évaluation des choix technologiques

Souvent susceptibles d'avoir une influence décisive sur la qualité de vie des gens, les nouvelles technologies peuvent en même temps comporter des risques latents qu'il est parfois difficile de percevoir d'emblée. Le Centre d'évaluation des choix technologiques s'intéresse aux **avantages et aux inconvénients** potentiels des nouvelles technologies qui se développent dans le domaine des biotechnologies et santé, de la société de l'information et de la mobilité. Ses **études** s'adressent tant aux décideurs du monde politique et économique qu'à l'opinion publique. Il s'attache, en outre, à favoriser par des **méthodes dites participatives**, telles que les PubliForums et publifocus, l'échange d'informations et d'opinions entre les spécialistes du monde scientifique, économique et politique et la population.

Le Centre d'évaluation des choix technologiques est rattaché au Conseil suisse de la science et de la technologie, qui a pour mission de faire des recommandations au Conseil fédéral en matière de politique scientifique et technologique.

TA-SWISS The Centre for Technology Assessment

New technology often leads to decisive improvements in the quality of our lives. At the same time, however, it involves new types of risks whose consequences are not always predictable. The Centre for Technology Assessment examines the potential **advantages and risks** of new technological developments in the fields of life sciences and health, information society and mobility. The **studies** carried out by the Centre are aimed at the decisionmaking bodies in politics and the economy, as well as at the general public. In addition, TA-SWISS promotes the exchange of information and opinions between specialists in science, economics and politics and the public at large through **participatory processes**, e.g. PubliForums and publifocus.

The Centre for Technology Assessment is attached to the Swiss Science and Technology Council, which advises the Federal Council on scientific and technological issues.

Vers des médicaments individualisés?

Résumé de l'étude TA-SWISS «Pharmacogénétique et Pharmacogénomique»



Source: www.zuendstoff-antibiotika-resistenz.de

«Ceci est un médicament. Demandez conseil à votre spécialiste et lisez la notice d'emballage.»...

La médecine dispose aujourd'hui de médicaments efficaces contre maintes maladies qui, il y a quelques décennies à peine, entraînaient la mort des personnes qui les contractaient. Ce qui profite au plus grand nombre peut néanmoins nuire à d'aucuns. La cause en revient souvent à des facteurs génétiques faisant que leurs corps réagissent à certains agents thérapeutiques différemment de ceux de la plupart des gens. La pharmacogénomique vise à mettre au point des médicaments prenant en compte les particularités génétiques des patients.

Selon une estimation du Deutsches Ärzteblatt (bulletin de l'ordre des médecins allemand, ndlt), la prise de médicaments est, rien qu'outre-Rhin, à l'origine de quelque 120 000 affections secondaires graves par an, dont 16 000 cas mortels. Or un grand nombre de ces incompatibilités sont dues à des expressions phénotypiques du patrimoine héréditaire des personnes concernées. L'ambition de la pharmacogénétique est d'y remédier.

Des variations génétiques dans la proportion de un pour mille

En dépit de la diversité de leurs caractéristiques extérieures, tous les êtres humains sont «construits» selon le même plan génétique et ont à peu de chose près un génome identique. Autrement dit, les patrimoines héréditaires de deux personnes même non apparentées correspondent à 99,9%. Or le génome de l'être humain, c'est-à-dire l'ensemble des séquences de son ADN, est une suite précise de plus de 3 milliards de paires de bases formées à partir de quatre nucléotides désignés chacun par une lettre. Le taux de variation de un pour mille entre deux personnes implique que leur ADN compte quelque trois millions de positions présentant des paires de bases différentes. Ces variations ponctuelles sont appelées en abrégé, SNP (sigle de l'expression anglaise single nucleotide polymorphism) ou snips. Les chercheurs y voient l'une des principales causes des différences corporelles et de réceptivité aux maladies des êtres humains.

Un des défis posés à la pharmacogénétique est de réussir à déterminer quels sont, parmi ces innombrables snips, ceux ayant une influence sur l'absorption et l'assimilation des médicaments. Cette recherche s'annonce d'autant plus difficile qu'une image clinique déterminée résulte souvent d'une combinai-

son d'anomalies impliquant plusieurs gènes. Mais si l'on parvient à corréliser des variations génétiques avec les différences de métabolisme des substances thérapeutiques, une étape décisive dans l'élaboration de remèdes plus efficaces aura été franchie.

Des effets secondaires conditionnés par la génétique

Les effets d'un médicament dépendent d'une part de la manière dont il est absorbé, assimilé et pour finir éliminé par le corps et d'autre part de la manière dont il interagit dans les cellules avec les protéines cibles.

Le métabolisme et par suite la décomposition de la substance thérapeutique sont rendus possibles par certaines liaisons protéiques appelées enzymes. Au nombre de ces métaboliseurs les mieux étudiés figurent les protéines de la famille du cytochrome P-450 (en abrégé CYP450), qui interviennent dans la transformation et la décomposition d'une quantité de médicaments. Or de six à dix pour cent des individus des populations blanches et environ un pour cent de ceux des populations asiatiques présentent une erreur de transcription héréditaire de ces enzymes. Il s'ensuit qu'ils décomposent et éliminent certains médicaments beaucoup plus lentement que les individus dont les CYP450 fonctionnent normalement. Ainsi – pour prendre un exemple –, de nombreux antidépresseurs étant décomposés par une enzyme de ce groupe, les patients «à élimination lente» souffrant de cette affection risquent de pâtir d'effets secondaires plus marqués que ce n'est le cas dans le reste de la population.

Un bon modèle des différences d'interaction entre les médicaments et leurs récepteurs protéiques est fourni par le traitement de l'hypertension artérielle. L'enzyme de conversion de l'angiotensine (ECA) joue un rôle important dans la régulation de la pression sanguine. La médecine clinique a montré que les patients répondent de manière extrêmement différenciée aux inhibiteurs de l'ECA. La recherche pourrait amener la preuve que l'efficacité thérapeutique de ceux-ci est influencée par certaines variations du gène responsable de la production de cette enzyme.

Changement d'orientation de la recherche pharmaceutique

Avec le séquençage du génome humain, la recherche pharmaceutique a théoriquement accès à toutes les informations nécessaires pour élaborer et doser les médicaments en fonction des sous-groupes génétiques.

Cela pousse la recherche pharmaceutique dans une voie abordée il y aura bientôt quarante ans. C'est en effet à partir des années 1960 qu'elle s'est mise de manière croissante en quête de structures cibles – que ses spécialistes appellent targets – au lieu de toujours commencer par produire de nouvelles substances, puis de tester leurs effets biologiques. Le progrès des connaissances sur le génome humain devrait lui permettre de tenir sa résolution de porter à plus de 10 000 les quelque 500 targets connus à ce jour et de fournir par là autant de nouveaux points d'ancrage au traitement des maladies.

Quoi qu'il en soit, trouver parmi les millions de variations génétiques celles qui jouent un rôle dans l'efficacité ou les effets secondaires des différents médicaments est une entreprise de longue haleine. Elle sera d'autant plus difficile à mener à bien que, dans de nombreux cas, l'efficacité d'une thérapie ne dé-

Pharmacogénétique

La pharmacogénétique recherche les facteurs génétiques expliquant les réactions individuelles aux remèdes. Son but est d'optimiser la pharmacothérapie par un choix et un dosage des substances médicamenteuses adaptés au patrimoine génétique des individus afin d'en accroître l'efficacité et d'en diminuer les effets secondaires.

Pharmacogénomique

La pharmacogénomique s'occupe en particulier de l'élaboration de médicaments, ce qui n'est pas le cas de la pharmacogénétique, mais utilise en revanche aussi les méthodes de celle-ci, notamment pour l'étude des effets des substances thérapeutiques sur l'expression des gènes et pour l'identification de nouvelles structures (dites cibles) sur lesquelles les faire agir.

«La métaphore de la «pilule personnelle» est trompeuse, car suscitant de fausses attentes et de faux espoirs.»

Les citations sont tirées de l'étude 48/2004 de TA-SWISS

pend pas seulement du patrimoine génétique des patients, mais aussi de leur mode de vie.

Les points litigieux

La clarification des multiples facteurs qui influent sur l'action des médicaments nécessite des études à vaste échelle et de tout aussi vastes fichiers sur le matériel génétique. Une source d'obtention pourraient être des «biobanques», dans lesquelles les données et matières biologiques disponibles seraient rassemblées et stockées. Cette idée est toutefois à l'origine d'une des nombreuses controverses autour de la pharmacogénétique. En effet, de quelle manière coder les informations contenues dans ces banques pour prévenir leur utilisation abusive et garantir les droits de la personnalité des donneurs sans que la recherche en soit par trop entravée? À qui appartiendraient les échantillons de sang et de tissus qu'elles réuniraient? Et comment traiter les informations ne permettant pas que de faire des déductions sur la réceptivité des donneurs aux traitements, mais également sur leur propension à souffrir de maladies héréditaires?

Les médicaments pharmacogénétiques pourraient aussi modifier la relation entre les malades et leurs médecins traitants. En effet, n'est-il pas à craindre que les tests pharmacogénétiques incitent ceux-ci à réduire la personnalité de leurs patients à leur identité génétique et à ne plus prendre les facteurs sociaux et existentiels en compte dans leurs traitements? Les malades à profil génétique défavorable ne risquent-ils pas de ne pouvoir bénéficier d'un nombre croissant de thérapie? Faut-il s'attendre à ce que le marché des

médicaments éclate en une multitude de spécialités «adaptées» à des sous-groupes spécifiques de la population? Et dans ce cas, quelles en seront les conséquences pour l'industrie pharmaceutique?

Une contribution au débat public

Malgré les nombreuses questions qu'elle soulève, la pharmacogénétique n'a encore guère retenu l'attention publique et encore moins fait l'objet d'un débat. La «pilule personnelle» est, il est vrai, mentionnée comme un bienfait dans la majorité des rares articles parus dans la presse à ce sujet. Leurs auteurs s'attendent à ce que les futurs médicaments soient plus efficaces tout en ayant moins d'effets indésirables et en étant moins onéreux à mettre au point que ceux d'aujourd'hui. Quelques voix critiques se sont cependant fait entendre, mettant notamment en garde contre l'expansion d'une «médecine à deux vitesses».

La très large limitation de la discussion aux milieux informés observée jusqu'à présent est une chance pour l'évaluation des choix technologiques, car celle-ci peut de ce fait apporter au préalable des éclaircissements sur l'opportunité et les risques de la pharmacogénétique et de la pharmacogénomique et contribuer ainsi à un débat général plus large, plus nuancé et plus raisonné.

Afin qu'elle puisse traiter les différentes facettes du sujet, l'étude TA-SWISS «Pharmacogénétique et Pharmacogénomique» a été réalisée par une équipe pluridisciplinaire de spécialistes de la médecine, de la santé publique, de l'économie, du droit et de l'éthique.

L'enquête a été menée selon plusieurs méthodes. Elle a englobé une analyse approfondie de la littérature disponible et l'interrogation de personnes de référence intéressées à divers titres par le nouveau type de médicaments. Les jugements contradictoires sur la pharmacogénétique qui se sont fait jour à travers des réponses aux questions qualitatives posées ont ensuite été appréciés et évalués par les auteur(e)s de l'étude. Celle-ci s'achève par une série de recommandations.



Source: www.med.uni-heidelberg.de

«La principale utilité de la pharmacogénétique sera de rendre les médicaments plus sûrs.»

Un anticancéreux de la nouvelle génération

Le cancer du sein est la cause de mortalité la plus fréquente chez les femmes de 35 à 55 ans et dans la plupart des pays de l'UE, le nombre de nouveaux cas augmente d'environ 1,5% par an. Le traitement standard consiste à éliminer chirurgicalement les tissus atteints et à faire suivre l'opération d'une hormono, chimio ou radiothérapie. Tous les cancers du sein ne sont toutefois pas pareils et la thérapie doit être adaptée en conséquence. L'expérience a montré il y a des années déjà que l'évolution clinique est souvent plus défavorable chez les patientes dont les tumeurs ont une haute teneur en protéines HER2 que chez les autres. Or le médicament Herceptin semble «fabriqué sur mesure» pour les 15 à 20% de femmes présentant de telles tumeurs. En effet, alors qu'avant sa commercialisation, elles mourraient en moyenne dans les trois ans, contre sept pour les femmes HER2 négatives, il a accru leur espérance de vie de 65%. Il s'en est vendu aux États-Unis pour 188 millions de dollars en 1999, pour 276 millions en 2000 et pour 300 millions en 2001. La prescription de l'Herceptin ne nécessite cependant pas un test pharmacogénomique puisque seul la concentration en protéines de la tumeur est analysée et non le profil génétique de la patiente. L'Herceptin n'est donc pas typique des médicaments basés sur la génomique mais indique bien la direction qui pourrait être prise.

«L'efficacité d'une thérapie ne dépend pas seulement du patrimoine génétique des patients, mais aussi de leur mode de vie.»

L'avenir de la pharmacologie vu par des experts

Au dire des experts interrogés, il sera surtout fait usage de la pharmacogénétique pour améliorer l'innocuité des médicaments. La crainte existe toutefois que n'apparaissent des franges de patients qui, en raison des particularités de leur génome, ne se verront pas offrir des remèdes à effets secondaires moindres. Quant à savoir si la pharmacogénétique conduira à une hausse ou à une baisse des coûts de la santé et si elle permettra à l'industrie pharmaceutique de rentrer dans ses frais, les opinions divergent.

Comment les spécialistes évaluent-ils les avantages et les risques potentiels de la pharmacogénétique et de la pharmacogénomique? Les auteur(e)s de l'étude TA-SWISS ont, pour éclaircir cette question, enquêté auprès de seize personnes bénéficiant dans le domaine médical, juridique, économique ou social d'une expérience leur permettant de faire des pronostics en la matière. Leurs réponses révèlent des opinions parfois fort divergentes, surtout en ce qui concerne les perspectives à long terme de ces deux disciplines. Un seul point faisait l'unanimité parmi elles: la principale utilité de la pharmacogénétique sera de rendre les médicaments plus sûrs.

Moins d'effets indésirables, une confiance accrue, une entente plus difficile

Les spécialistes consultés étaient donc tous d'avis que le principal avantage de la pharmacogénétique sera de rendre les médicaments plus sûrs et, par conséquent, de réduire leurs effets indésirables. Cette plus grande innocuité devrait à son tour accroître la confiance des patients et leur motivation à respecter les prescriptions médicales. Les spécialistes parlent en l'occurrence de meilleure «compliance», laquelle est une condition importante de l'efficacité des traitements.

Environ la moitié des interrogés pensaient qu'en raison surtout du test pharmacogénétique, les exigences envers le corps médical changeront. Cela parce que ce test – une prédiction à cent pour cent restant impossible – ne lui fournira dans chaque cas spécifique que des indications quant à la probabilité d'action de la thérapie envisagée. Or toute incertitude étant difficile à accepter lorsque l'on est directement concerné, l'entente entre le médecin et son patient pourrait en pâtir. Il faut cependant préciser que ce risque n'a pour ainsi dire pas été mentionné par les personnes étrangères à la profession, mais presque exclusivement par celles ayant une formation médicale. Les non-médecins en ont toutefois mis d'autres en exergue, dont en particulier le danger d'une utilisation abusive des données pharmacogénétiques par les compagnies d'assurances.

Enfin, quelque-uns des interrogés relevèrent que, si la médecine se concentre par trop dans le traitement des maladies sur les prédispositions héréditaires des patients et des

patientes, elle risque de négliger les habitudes de vie nuisibles à la santé. Cela pourrait reléguer à l'arrière-plan les méthodes de traitement global qui ne misent pas que sur la médication, mais aussi sur les changements de comportement des malades.

Qui dit thérapies nouvelles dit-il coûts accrus?

Une autre question sujette à polémique est de savoir si, du point de vue de l'économie de la santé, l'introduction d'une nouvelle thérapie maintient les gens en bonne forme jusqu'à un âge plus avancé ou si elle leur permet de vivre plus vieux au prix d'affections chroniques (et de la multiplication des prescriptions de médicaments qui s'ensuit).

Sept des spécialistes interrogés attendaient de la pharmacogénétique et des thérapies plus ciblées, ainsi que des dosages plus précis et des moindres effets secondaires qui en seront les corollaires, qu'elles réduisent les coûts de la santé. Cinq autres estimaient, au contraire, que les médicaments pharmacogénétiques les augmenteraient. Ils fondaient notamment leur jugement sur la conviction que la mise au point des produits pharmaceutique renchérra, qu'il y aura davantage de médicaments par ailleurs plus onéreux et que les traitements préventifs gagneront en fréquence. Ils étaient en effet d'avis que, si les tests pharmacogénétiques ou pharmacogénomiques révèlent une propension à certaines maladies, l'incitation à traiter les personnes concernées avant même que des signes cliniques n'apparaissent deviendrait très forte. Autrement dit, ils craignaient que l'extension quantitative ne précède l'obtention de données en suffisance pour calculer le rapport utilité/coût.

Un commerce rentable?

Les interrogés ne s'accordaient pas non plus au sujet de la rentabilité de la pharmacogénomique pour les producteurs de médicaments. Les uns pensaient que les coûts de réalisation diminueraient parce que, les remèdes étant plus ciblés, les tests requis pour l'autorisation de mise sur le marché le seraient aussi; les autres s'attendaient, au contraire, à des procédures encore plus complexes qu'aujourd'hui.

Par ailleurs, une partie des interrogés voyaient une opportunité économique pour les pharmaceutiques dans le fait que, les traitements ciblés concernant moins de patients, les médicaments pourraient se vendre à des prix plus intéressants. D'autres, en revanche, exprimèrent la crainte que, sur un marché très fragmenté, les chances de devenir rentables des médicaments mis au point à grands frais ne soient considérablement réduites.

Minorités pharmacogénétiques, protection des données et informations superflues

L'industrie pharmaceutique pourrait être tentée de produire les futurs remèdes essentiellement pour des groupes de patients «profitables» parce qu'à profils génétiques largement répandus dans la population. La moitié des interrogés jugeaient réel le risque que des individus à génotype rare ne puissent bénéficier de l'efficacité des nouvelles thérapies. Quelques spécialistes mentionnèrent aussi des discriminations possibles de la part des caisses-maladie, lesquelles pourraient refuser le moment venu de prendre en charge des



Source: www.med.uni-heidelberg.de

traitements susceptibles d'être compromis par l'hérédité des patients.

Un bon tiers des interrogés manifestèrent également des inquiétudes au sujet de la protection des données. Ils craignaient que les informations génétiques puissent être utilisées à des fins abusives, notamment par les assureurs et les employeurs. Enfin, un problème particulièrement épineux était aux yeux de beaucoup que les tests pharmacogénétiques ne fournissent pas que des indications sur la réaction probable de ceux qui les subiront à un médicament, mais aussi sur leur propension à souffrir de maladies héréditaires.

Six d'entre eux allaient jusqu'à considérer ces «informations superflues» comme psychologiquement, socialement et éthiquement préoccupantes, notamment dans le cas où elles viendraient à la connaissance des patients sans qu'ils y soient préparés.

«Le reproche de discrimination des minorités génétiques est simpliste.»

Moins individuel qu'on ne le prétend, pas aussi discriminatoire qu'on ne le craint

Il est indubitable que la pharmacogénétique offre un énorme potentiel d'amélioration de la santé humaine, même si des métaphores telles que la «pilule personnelle» ou le «médicament sur mesure» sont trompeuses. L'impact de son développement dans d'autres domaines – par exemple sur les coûts de la santé publique et sur l'évolution du marché pharmaceutique – est en revanche plus difficile à évaluer. Vu sous l'angle de l'éthique, le potentiel de discrimination de la pharmacogénétique et de la pharmacogénomique est également moindre qu'on ne le craint souvent. Pour ce qui est des biobanques, importantes pour la recherche, le point capital tant éthiquement que juridiquement parlant est que la protection des données et celle des droits de la personnalité président à leur création.

Il est encore impossible de dire avec certitude quelles sont, parmi toutes les potentialités positives et négatives de la pharmacogénétique, celles qui se concrétiseront. Les auteur(e)s de l'étude TA-SWISS examinent dès lors un certain nombre de ses conséquences supposées du point de vue de différentes disciplines, analysent ses possibilités de développement et les évaluent sous l'angle de la médecine, de la santé publique, de l'économie, de l'éthique et du droit.

Précision thérapeutique et puissance d'action

L'efficacité d'un remède dans un cas spécifique ne se découvre en règle générale qu'après son administration. La pharmacogénétique fait miroiter des instruments plus précis: son objectif est de déterminer à l'aide de tests quelle est la probabilité qu'un médicament agisse chez une personne ayant un profil génétique donné et son degré de risque d'éprouver des effets indésirables.

Ses potentialités positives n'empêchent pas la pharmacogénétique de présenter aussi des dangers. L'un d'eux découle du caractère de probabilité des tests génétiques: même lorsqu'ils indiqueront qu'une certaine thérapie a peu de chances de réussir, il ne pourra être exclu qu'il puisse en être autrement dans ce cas particulier. Par conséquent, des patients risqueront de ne pas se voir administrer une thérapie en raison de leur génotype alors qu'elle pourrait leur être bénéfique.

Autre point aléatoire: l'interprétation des résultats des tests pharmacogénétiques par le médecin traitant et ses conclusions. Des facteurs indépendants de la génétique (par

exemple d'autres remèdes pris simultanément) ont une influence sur l'action des médicaments. D'autre part, il n'est pas toujours possible d'imputer avec certitude une déficience génétique à la fonction protéique correspondante, car celle-ci peut, jusqu'à un certain point, se modifier – par exemple aux différents âges de la vie. Donc, si dans le futur le thérapeute choisit le médicament et détermine son dosage en se basant uniquement sur le profil génétique du patient, il ne pourra exclure l'erreur. Un des défis qui se poseront aux médecins sera dès lors d'adopter le bon comportement face aux incertitudes – et leur capacité à les expliquer aux malades.

En revanche, au vu de tous les cas similaires qui ont jalonné la longue histoire de la médecine, il est peu probable que la pharmacogénétique transforme fondamentalement la relation entre le thérapeute et le consultant. L'aptitude des médecins à considérer leurs patients comme des personnes à part entière et à communiquer avec eux est trop bien ancrée pour que cette nouvelle discipline représente en cela un réel danger. Et il n'y a pas plus lieu de craindre qu'ils confondent expression génétique et individualité.

À quel point la «pilule personnelle» sera-t-elle individuelle?

Les buts poursuivis par la pharmacogénétique et la pharmacogénomique sont souvent décrits à l'aide de métaphores évoquant l'individualisation, telles que la «pilule personnelle» ou les «médicaments sur mesure». Ces images induisent en erreur en suscitant de fausses attentes et de faux espoirs. Elles

suggèrent, en effet, que l'on choisira, voire élaborera les médicaments en fonction du génome propre à chaque patient. Certes, la pharmacogénétique tend à une certaine individualisation en cherchant à adapter le type et le dosage des médicaments à des profils génétiques, mais elle ne va pas jusqu'à prendre en compte les importants éléments de l'individualité que sont, par exemple, l'âge, le poids et l'alimentation. En ce qui concerne la pharmacogénomique, force est de constater que l'individualisation n'est pas la première priorité des pharmaceutiques dans l'élaboration des nouveaux médicaments. Elle aurait en réalité pour conséquence de limiter leurs chances de vente en fragmentant le marché et donc de réduire leur potentiel commercial. Il est dès lors souhaitable que l'on renonce de toute urgence à se servir de telles métaphores. Il n'est pas besoin d'images trompeuses pour faire la publicité d'une bonne chose.

Un marché imprévisible

L'industrie pharmaceutique est une composante très importante de l'économie suisse. Elle emploie dans le pays près de 30 000 personnes (dont 90% environ dans la région bâloise) et elle a connu une expansion de plus de 20% depuis 1995. Avec une productivité horaire du travail de 210 Frs, elle obtient aussi le meilleur rendement helvétique.

Les opinions des spécialistes de l'industrie pharmaceutique divergent quant à l'éventuelle fragmentation du marché des médicaments et à la disparition des «blockbusters» (médicaments dont les ventes dépassent le milliard de dollars) qui le dominent. À



l'encontre de la fragmentation s'élève le fait que les médicaments génomiques pourront être utilisés pour diverses affections et, comme ceux de conception traditionnelle, servir par conséquent au traitement de nombreux malades. Leur adaptation aux particularités génétiques de sous-groupes de la population pourrait en revanche favoriser le morcellement. Quoi qu'il en soit, il est certain que l'industrie pharmaceutique poursuivra activement sa production de médicaments contre les maladies les plus fréquentes dans les pays en développement.

Un autre point sur lequel il n'est pas encore possible de se prononcer avec certitude est l'importance qu'acquerra la pharmacogénétique dans l'économie helvétique. L'on peut s'attendre à ce que l'industrie pharmaceutique suisse investisse dans ce domaine, ne serait-ce que pour maintenir sa compétitivité. Notre pays ne compte toutefois pas parmi les leaders ni de l'exploitation des banques de données ni de la fabrication des puces indispensables à l'analyse des tests génétiques. Or ce sont peut-être les deux domaines qui profiteront le plus du développement de la pharmacogénétique.

L'influence à long terme sur les coûts de la santé

L'on peut assumer que la pharmacogénétique et la pharmacogénomique à long terme (c'est-à-dire dans plus de trois ans) commenceront à compter dans les dépenses de santé. Il est cependant difficile de dire si elle contribuera plutôt à l'augmentation des coûts ou à leur diminution. À leur réduction devraient contribuer la moindre fréquence et gravité des effets secondaires, la suppression de théra-

pies et de séjours hospitaliers inutiles et les possibilités de traitements plus ciblés. En revanche, une hausse des coûts est à attendre du besoin croissant de tests génétiques et du prix élevé des futurs médicaments – quoique éventuellement tempéré par les économies dues à la plus grande efficacité de ceux-ci. Mais il est impossible de prévoir à l'heure qu'il est de quel côté les hausses et les baisses induites par la pharmacogénétique et la pharmacogénomique feront pencher la balance.

La crainte de discriminations

Un souci largement répandu concernant la pharmacogénétique est qu'elle engendre des discriminations – au sens d'inégalités de traitement arbitraires. Il s'exprime par deux craintes particulières. La première est que les caisses-maladie augmentent les primes ou même refusent d'assurer les personnes dont le profil génétique laisse augurer un avenir thérapeutique défavorable. La seconde est que les gens dont les génotypes sont minoritaires ne puissent bénéficier des thérapies efficaces du futur parce qu'il ne vaudra pas la peine pour les fabricants de produire les médicaments requis en si petits nombres.

La question de savoir si les assurances doivent être autorisées à exiger des postulants qu'ils leur fournissent des informations sur les résultats d'éventuels tests génétiques avant la conclusion d'un contrat est sujette à polémique. Les auteurs de l'étude TA-SWISS plaident en faveur d'une distinction entre les assurances obligatoires et les volontaires. Les assurances qui couvrent des besoins fondamentaux, telles l'assurance maladie obligatoire, la prévoyance professionnelle et l'assurance invalidité, devraient, pour des raisons

de justice et de solidarité, fixer leurs primes indépendamment du profil de risque des assurés. Il devrait en revanche en aller autrement des assurances complémentaires volontaires. Dans ce cas, l'équité exige que les deux partenaires que sont le preneur et le prestataire d'assurances disposent des mêmes informations quant aux risques encourus. Le danger existe sinon que les personnes qui savent, à la suite d'un test pharmacogénétique, qu'elles sont par hérédité prédisposées à souffrir d'une maladie et qui n'en informent pas leurs assurances concluent des contrats à de meilleures conditions que celles qu'elles auraient obtenues en révélant la chose et se couvrent ainsi en quelque sorte aux dépens des autres preneurs d'assurances.

Le reproche de discrimination des minorités génétiques au cas où des médicaments de nouvelle génération ne seraient pas produits pour elles est simpliste. Qu'un jour il n'y ait pas pour certaines maladies de médicaments efficaces adaptés à des génotypes rares alors que ce sera le cas pour la majorité des patients ne peut être qualifié avec raison d'inégalité de traitement arbitraire parce que bénéficier d'une thérapie opérante n'est pas un droit moral. En revanche, le devoir moral de favoriser l'élaboration de tels médicaments pour les minorités génétiques existe bel et bien. Le meilleur moyen d'y satisfaire est de prendre des mesures étatiques susceptibles d'encourager les pharmaceutiques à s'investir dans cette entreprise moins rentable pour eux.

Deux défis d'ordre éthique: les biobanques et les brevets

Il ne peut y avoir de recherche sur les mécanismes complexes des maladies et d'utilisation des résultats dans l'élaboration de nouveaux médicaments sans la collecte et la mémorisation dans des biobanques d'un très grand nombre de données génétiques et d'informations sur les modes de vie. Trois biobanques sont actuellement en voie de constitution en Suisse, dont deux pour la recherche sur le cancer. Du point de vue tant de l'éthique que du droit, ces biobanques doivent être organisées de manière à, d'une part, protéger autant que possible les données qu'elles contiennent d'utilisations abusives et, d'autre part, garantir les droits des donneurs. Les plus importants parmi ces droits sont celui de pouvoir retirer en tout temps les échantillons fournis et celui de connaître les informations de santé personnelles acquises grâce à ces prélèvements. En même temps, il est dans l'intérêt de la recherche de pouvoir compter sur un échange de données aussi vaste que possible. Le prélèvement d'échantillons n'est envisageable du point de vue de l'éthique et du droit que s'il repose sur un consentement éclairé. En particulier, les donneurs devraient savoir pour quelles recherches leurs échantillons seront utilisés et quels sont leurs droits en ce qui regarde la biobanque. En revanche, une participation aux bénéfices ne se justifie pas sur le plan de l'éthique et les donneurs ne peuvent faire valoir aucun droit de cet ordre sur les apports économiques des produits issus de la recherche.

Enfin, bien que ce soit légalement autorisé, il est contestable aussi du point de vue de

Du «cas particulier» de la génétique

Dans les démêlés publics, l'on confère volontiers l'auréole de «cas singulier» aux informations génétiques pour exiger qu'elles soient traitées avec une circonspection particulière. Du point de vue de l'éthique à tout le moins, il ne se justifie pas de leur accorder un statut spécial du simple fait qu'elles sont génétiques et d'en déduire que tous les tests génétiques ne sauraient satisfaire à la protection des données sans répondre à des exigences spéciales. Toutes les données sont sensibles du moment où elles sont importantes pour quelqu'un et tel peut aussi être le cas d'informations non génétiques. En d'autres termes, les données génétiques dont le seul apport est d'apprendre quelque chose sur l'efficacité d'une substance médicamenteuse ne peuvent raisonnablement être classées parmi les données personnelles particulièrement sensibles. Il n'en va pas de même des éventuelles «informations superflues». Or de telles informations peuvent en règle générale aussi être fournies par les échantillons prélevés «seulement» pour des tests pharmacogénétiques. Qui plus est, ces informations en sus permettent non seulement de faire des déductions quant à la propension des personnes testées à souffrir de certaines maladies, mais aussi quant aux prédispositions génétiques de leur parentèle consanguine. Cependant, sur le plan juridique – et c'est important à savoir –, toutes les données et informations génétiques ont actuellement le même statut. Autrement dit, pour des raisons de sécurité juridique, le droit objectif helvétique n'autorise aucune distinction entre les données génétiques; il n'existe pas selon lui de données plus ou moins sensibles. Toutes les informations génétiques sont des données de santé et font de ce fait partie, selon la loi sur la protection des données, de celles devant bénéficier d'une protection particulière. Du point de vue constitutionnel, le haut degré de protection des données génétiques doit être pleinement pris en compte par le constituant, si bien que des dispositions dérogoires au droit commun ne sauraient être mises en vigueur, même dans les domaines de la pharmacogénétique et de la pharmacogénomique.

l'éthique de breveter des gènes ou des SNP et leurs fonctions. Deux arguments parlent à l'encontre de tels brevets: premièrement, ceux-ci sont inconciliables avec les préoccupations normatives liées au concept de «patrimoine de l'humanité» et notamment avec celle voulant que les gènes et les SNP soient utilisés pour le bien de tous et de manière équitable. Secondement, l'identification des SNP et de leurs fonctions est une découverte et non pas une invention. Or, selon le droit

actuel tant suisse qu'europpéen, seules les inventions sont brevetables – et cette limitation s'appuie sur des arguments normatifs solides. Par conséquent, il est contraire aussi bien à l'éthique qu'à la pratique du droit que les SNP puissent être brevetés, même lorsqu'ils sont disponibles sous forme d'éléments isolés du génome et que leurs fonctions sont connues. La loi sur les brevets devrait, par conséquent, être modifiée et interprétée en conséquence.



«Des moyens adéquats doivent être consacrés à l'étude des influences sociétales sur la santé et à la prévention des maladies.»

Agir vite à plusieurs niveaux

Un débat public sur la pharmacogénétique et une réglementation de ses aspects juridiques importants s'imposent. Il est tout aussi indispensable et urgent de traiter de l'établissement des biobanques, de la formation des médecins et autres domaines concernés. Cela afin que les potentialités des médicaments génomiques puissent être exploitées à fond tout en limitant les risques.

Qu'il s'agisse de science, de formation, de santé publique, de prévoyance sociale ou d'économie, la politique suisse se caractérise dans le domaine de la pharmacogénétique' – mais ce n'est pas le seul – par l'absence d'objectifs clairement définis et devant être réalisés avec l'intervention de l'État. Tant qu'ils n'auront pas été fixés, des ressources, financières et humaines notamment, ont toutes chances d'être gaspillées en activités redondantes et inutiles par manque de coordination à divers niveaux. Qui plus est, ces objectifs ne pourront être atteints que si l'opinion publique est convaincue de leur bien-fondé.

Le débat public

Il est dès lors nécessaire d'avoir un vaste débat public sur les possibilités et les limites de la pharmacogénomique. L'utilisation clinique des nouveaux remèdes dépendra de l'acceptation par l'opinion publique et les patients des stratégies et des procédures de test pharmacogénétiques et pharmacogénomiques. L'information de la population et le dialogue sont par conséquent des préalables

importants pour que la médecine clinique puisse avoir un large recours à la pharmacogénétique et à la pharmacogénomique. Un point est pour cela capital: le débat ne doit pas servir de prétexte à une préparation de la population à cette nouvelle pratique, car il est du droit des citoyens et des citoyennes de participer aux décisions fondamentales concernant la politique de santé.

De la nécessité de légiférer

La loi fédérale relative à la recherche sur l'homme ou à la rigueur celle sur les médicaments, doit, surtout en ce qui regarde les biobanques, fixer les modalités de préservation de l'anonymat des personnes concernées, de l'obtention de leur consentement et de l'autorisation d'accès aux données. Il s'agirait aussi de vérifier que la loi, ou éventuellement l'ordonnance d'application, précise les principes que les procédures de codage des données doivent respecter.

Il faudrait renoncer à une réglementation d'exception pour les tests pharmacogénétiques et pharmacogénomiques. La protection particulière des données génétiques et l'incertitude quant à leur contenu informatif ne permettent pas d'alléger les exigences en matière de conseil et d'obtention du consentement des personnes concernées.

Au contraire, étant donné le potentiel d'utilisation abusive et la sensibilité des informations superflues, il est hautement recommandé de réglementer, de toute urgence et en appliquant les principes de l'économie des données, le comportement à observer avec celles de ce type. Il s'agirait en outre d'examiner aussi sous cet angle la loi fédérale

relative à la recherche impliquant des êtres humains.

Les êtres humains à génotypes rares devraient également pouvoir bénéficier de l'efficacité des futures thérapies. L'industrie devrait, par conséquent, recevoir des encouragements l'incitant à mettre au point des médicaments – dits «drogues orphelines» – pour ces petits groupes de patients. Des dispositions constitutives d'une «loi sur les drogues orphelines» devraient dès lors être introduites en plus grand nombre que jusqu'à présent dans la législation suisse. Les États-Unis et l'Union européenne ont pour leur part déjà établi des règles à ce sujet.

La politique scientifique

Il faudrait éviter que le secteur public et le secteur privé promeuvent les mêmes recherches. Étant donné le danger d'une surestimation du rôle des facteurs génétiques, l'État devrait notamment investir en biomédecine dans la détection des causes non génétiques. Autrement dit, des moyens adéquats doivent être consacrés à l'étude des influences sociétales sur la santé et à la prévention des maladies.

Une question dont il faut en outre débattre est celle de la répartition des moyens disponibles entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée et particulièrement de la mesure dans laquelle un soutien économique plus actif des start-ups favoriserait le succès commercial d'un plus grand nombre d'avancées scientifiques. L'économie nationale suisse pourrait s'en trouver redynamisée.

Les biobanques

La création de biobanques en vue de l'optimisation du recours aux médicaments génomiques pour la santé de la population suisse devrait être encouragée. Pour cela, il faut tendre en particulier à une meilleure coopération entre les pouvoirs publics et l'industrie. Il faudrait en outre assurer le financement d'une «recherche d'accompagnement» sur les aspects éthiques, juridiques et sociétaux liés à l'établissement et à l'exploitation de ces bases d'information.

La mise en balance des intérêts de la recherche, de la protection des données et des droits de la personnalité des donneurs – dont en premier lieu celui de retirer leurs échantillons en tout temps – amène à la conclusion que l'origine des prélèvements placés dans les biobanques devrait faire l'objet d'un simple, voire d'un double codage. Dans ce dernier cas, il faudrait veiller spécialement à ce que la relation entre les détenteurs des clés de cryptage et les donneurs soit réglementée de manière à permettre à ceux-ci de faire valoir leur droit de retrait, de se renseigner et d'être informés sur leur propre santé.

Pas d'utilisation non spécifique des médicaments génomiques

En ce qui concerne l'homologation des futurs médicaments, il faut veiller à édicter des prescriptions sur les indications thérapeutiques qui empêchent que les produits pharmacogénomiques soient utilisés de manière non spécifique. Cela devrait permettre aussi de mieux prendre leur efficacité, leur adéquation et leur rentabilité en compte dans les exigences légales.

Les médecins

Les tests pharmacogénétiques et les médicaments génomiques ne sont pas réservés à quelques rares spécialistes, mais peuvent en principe être utilisés par n'importe quel médecin. Une formation ou une postformation du corps médical à leur bon emploi est donc primordiale. Il est indispensable qu'ils aient des connaissances approfondies de la lecture et de l'évaluation des indices de probabilité. Ils doivent, par ailleurs, aussi apprendre à interpréter convenablement les résultats des tests pharmacogénétiques, à en tirer des conclusions thérapeutiques correctes et à conseiller et accompagner les malades en conséquence.

Des incitations particulières

Des incitations d'ordre économique devraient être instaurées pour favoriser certaines recherches pharmacogénétiques et pharmacogénomiques et notamment celles qui visent à améliorer l'efficacité des thérapies existantes et la sécurité d'emploi des médicaments déjà commercialisés. Il devrait surtout s'agir en l'occurrence de maintenir sur le marché ceux ayant un bon rapport coût/utilité et d'empêcher qu'ils ne soient remplacés par de nouveaux produits nettement plus chers tout en n'apportant que peu de plus-values.

«Il est du droit des citoyens et des citoyennes de participer aux décisions fondamentales concernant la politique de santé.»

Bestelltalon / Bulletin de commande / Order form

TA-SWISS Studien im Bereich «Biotechnologie und Medizin» / Etudes de TA-SWISS dans le domaine de «la biotechnologie et santé» / TA-SWISS Studies in the fields of «life sciences and health»

Alle Studien und Kurzfassungen sind kostenlos erhältlich / Les rapports et les résumés peuvent être obtenus gratuitement / Copies of the reports and the abridged versions can be obtained free of charge

Anzahl / nombre

TA 49/2004
Telemedizin ab Herbst 2004 / dès automne 2004
 deutsch / qu'en allemand

TA 48/2004
Pharmakogenetik und Pharmakogenomik
 ca. 300 S., deutsch
 env. 300p., qu'en allemand

TA 47/2003
Nanotechnologie in der Medizin
 ca. 124 S., deutsch
 env. 124 p., qu'en allemand

TA 44/2003
Menschliche Stammzellen
 ca. 363 S., deutsch
 env. 363 p., qu'en allemand

TA 42/2003
Technikgestaltung und Moral
 14 S., (d, f, e, i)

TA 40/2001
Psychosoziale Aspekte der Ultraschall-Untersuchung in der Schwangerschaft
 ca. 170 S., deutsch
 env. 170 p., qu'en allemand

Anzahl / nombre

TA 49A/2004
 Kurzfassung (d,f,e); Résumé (a,f,e), Abridged version (a, f, e)

TA 48A/2004
Auf dem Weg zu massgeschneiderten Medikamenten. Kurzfassung (d,f,e)
Vers des médicaments individualisés? Résumé (a,f,e)
Are tailor-made drugs just around the corner? Abridged version (a, f, e)

TA 47A/2003
Die Bausteine der Natur in Griffweite gerückt. Kurzfassung (d,f,e)
Les constituants de la nature désormais à portée de main. Résumé (a,f,e)
Cutting nature's building blocks down to size. Abridged version (a, f, e)

TA 44A/2003
Zellen, die die Politik bewegen. Kurzfassung (d,f,e)
Des cellules qui remuent la politique. Résumé (a,f,e)
Cells that are causing a political stir. Abridged version (a, f, e)

TA 42/2003
Morals and Shaping Technology
 14 p., (a, f, e, i)

TA 42/2003
Gestione della tecnica et morale
 14 p., (a, f, e, i)

TA 40A/2001
Baby in Sicht. Kurzfassung (d,f,e)
Bébé en vue. Résumé (a,f,e)
Baby sighted. Abridged version (a, f, e)

Anzahl	Nombre	Quantità	Quantity
<input type="checkbox"/> TA-P6/2004 PubliForum «Forschung am Menschen» Bericht des Bürgerpanels	<input type="checkbox"/> TA-P6/2004 PubliForum «Recherche impliquant des êtres humains» Rapport des citoyens	<input type="checkbox"/> TA-P6/2004 PubliForum «Ricerca su esseri umani» Rapporto del panel di cittadini	<input type="checkbox"/> TA-P6/2004 PubliForum «Research on human beings» Citizen Panel Report
<input type="checkbox"/> TA-P5/2004 PubliTalk «Jugendliche diskutieren Forschung am Menschen»	<input type="checkbox"/> TA-P5/2004 PubliTalk «Des jeunes discutent de la recherche impliquant des êtres humains»	<input type="checkbox"/> TA-P5/2004 PubliTalk «I giovani discutono della ricerca su esseri umani»	
<input type="checkbox"/> TA-P4/2003 publifocus zur In-vitro-Fertilisation Bericht eines Mitwirkungsverfahrens	<input type="checkbox"/> TA-P4/2003 publifocus sur la fécondation in-vitro Rapport d'une méthode participative	<input type="checkbox"/> TA-P4/2003 publifocus sulla fecondazione in vitro Rapporto di un metodo partecipativo	
<input type="checkbox"/> TA-P2/2001 PubliForum «Transplantationsmedizin» 24. bis 27. Nov. 2000 in Bern; Bericht des Bürgerpanels	<input type="checkbox"/> TA-P2/2001 PubliForum «Médecine des transplantations» 24-27 novembre 2000 à Berne; Rapport du panel de citoyens	<input type="checkbox"/> TA-P2/2001 PubliForum «Medicina dei trapianti» Berna, 24-27 novembre 2000 Rapporto del panel dei cittadini	<input type="checkbox"/> TA-P2/2001 PubliForum «Transplantation Medicine» Berne, 24-27 November 2000 Citizen Panel Report
<input type="checkbox"/> Ich möchte die TA-SWISS Newsletter – erscheint 4 x jährlich – per Post erhalten	<input type="checkbox"/> J'aimerais recevoir la Newsletter TA-SWISS – paraît 4 fois par année – par courrier postal		
<input type="checkbox"/> Ich möchte die TA-SWISS Newsletter – erscheint 4 x jährlich – im pdf-Format per Mail erhalten	<input type="checkbox"/> J'aimerais recevoir la Newsletter TA-SWISS – paraît 4 fois par année – par e-mail en format pdf		

E-Mail

Name, Vorname / Nom, prénom

Strasse / Rue

Institution / Organisation

PLZ, Ort / NPA, Lieu

Die Studien des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS sollen möglichst sachliche, unabhängige und breit abgestützte Informationen zu den Chancen und Risiken neuer Technologien vermitteln. Deshalb werden sie in Absprache mit themenspezifisch zusammengesetzten Experten-Gruppen erarbeitet. Durch die Fachkompetenz ihrer Mitglieder decken diese so genannten **Begleitgruppen** eine breite Palette von Aspekten der untersuchten Thematik ab.

Le Centre d'évaluation des choix technologiques TA-SWISS se doit, dans toutes ses études sur les avantages et les risques potentiels des nouvelles technologies, de fournir des informations aussi factuelles, indépendantes et étayées que possible. Il y parvient en mettant chaque fois sur pied un **groupe d'accompagnement** composé d'experts choisis de manière à ce que leurs compétences respectives couvrent ensemble la plupart des aspects du sujet à traiter.

Studies carried out by the Centre for Technology Assessment TA-SWISS are aimed at providing information concerning the advantages and risks of new types of technology which is as factual, independent and broad as possible. For this reason they are conducted in collaboration with groups of experts in the corresponding field(s). Thanks to the expertise of their members, these so-called **supervisory groups** cover a broad range of aspects of the issue in question.

Folgende Personen wirkten bei der TA-SWISS Studie «Pharmakogenetik und Pharmakogenomik» in der **Begleitgruppe** mit:

Le groupe d'accompagnement de l'étude TA-SWISS «Pharmacogénétique et pharmacogénomique» se composait des personnes suivantes:

The following people were members of the **supervisory group** for the «Pharmacogenetics and Pharmacogenomics» TA-SWISS study:

Sibylle Ackermann, Departement für Moralthologie und Ethik, Universität Fribourg

Prof. Raymond Auckenthaler, Unilabs S.A., Genève 1

Dr. Willi Conrad, Labor Bio-Analytica AG, Luzern

Dr. Dorothee Foernzler, F. Hofmann-La Roche, Ltd., Roche Genetics, Basel

Prof. Oreste Ghisalpa, Core Technology Area, Novartis Pharma AG, Basel, Präsident der Begleitgruppe

Prof. Peter Meier-Abt, Klinische Pharmakologie und Toxikologie, Universitätsspital Zürich

PD Dr. Stefan Mühlebach, Spitalapotheke, Kantonsspital Aarau

Prof. Dario Neri, Institut für Pharmazeutische Wissenschaften, Zürich

Dr. Beat Ochsner, ÖKK Basel

Prof. Beat Sitter-Liver, Bern

Pascale Steck, Basler Appell gegen Gentechnologie, Basel

Jean-Luc Vonnez, Rédaction Médecine et Hygiène, Genève

Prof. Samuel Vožeh, Swissmedic, Bern

