

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 108 (1982)  
**Heft:** 6

## Sonstiges

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Fig. 7. — Cinquième jour.

Fig. 8. — Autre vue au 5<sup>e</sup> jour.

#### Participants à la réalisation décrite

Bureau d'architectes F. Brunisholz et M. Périllat, Genève  
 Entreprise générale Marc Antonini & Cie, Bonnard, Genève  
 BOS Trading SA, Genève (fabrication et fourniture des éléments d'ossature-bois)

On procède tout d'abord au positionnement et à la fixation des murs extérieurs du rez-de-chaussée sur la dalle supérieure du sous-sol. Le rez-de-chaussée est ensuite complété par la pose des parois intérieures et des diverses cloisons. Généralement, ces éléments sont transférés directement du camion à leur emplacement sur la dalle.

Après cette mise en place, l'équipe positionne les solives du plancher intermédiaire, dont la face supérieure est munie de panneaux en aggloméré (voir ci-dessus) et la face inférieure laissée ouverte pour permettre le passage des conduites sanitaires, électriques et de chauffage. Par la suite, dans le courant de la deuxième journée, on pose les murs extérieurs et les parois de l'étage.

Les pannes de la charpente sont mises en place, la face inférieure étant également laissée ouverte. Les pannes sont recouvertes de panneaux de bois pré-assemblés, puis de papier asphalte.

Il a été ainsi possible de mettre au point une méthode de pose à sec, permettant la mise hors d'eau et hors du bâtiment en 5 à 6 jours ouvrables.

Il reste maintenant à effectuer les travaux complémentaires intérieurs et extérieurs, indépendamment des conditions atmosphériques.

*A l'extérieur*, la priorité est donnée à la mise en place de la couverture du toit, des bandes de rive et de la zinguerie, des finitions de raccord, des couvre-joints, ainsi qu'aux crépis de façade, dans la mesure où ils sont prévus.

*A l'intérieur*, le chantier reste dégagé pour les installateurs, qui peuvent exécuter ou achever les différentes installations: électricité, sanitaires, chauffage. Ce n'est que lorsque ces travaux sont terminés qu'on procède à la finition de l'intérieur. Ces opérations comportent l'assemblage des panneaux, la pose des couvre-joints et de l'isolation phonique dans les planchers ainsi que le lambrissage de la face inférieure de ces derniers. Parallèlement a lieu la pose d'une isolation de 20 cm en toiture, la mise en place du pare-vapeur et le lambrissage des faces inférieures.

Les dernières finitions sont usuelles: chapes et revêtements de sol, revêtements muraux, etc.

#### 4. Conclusions

La méthode exposée ici présente des avantages indéniables:

- Toute interférence entre gros œuvre et second œuvre au cours de la réalisation est évitée.
- Le temps de construction est raccourci par rapport aux méthodes traditionnelles; à compter de l'ouverture du chantier, la maison peut être livrée «clés en mains» en quatre mois.

— L'ossature-bois offre une isolation de haute qualité ( $K = 0,32 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$ ), ce qui nécessite une importante ventilation, avec de bonnes possibilités de récupération de chaleur; la compatibilité est assurée avec toute méthode de chauffage et de distribution de chaleur souhaitée (pompe à chaleur, gaz, mazout, électricité, chauffage à eau ou à air, etc.). Les coûts liés aux besoins en énergie en sont évidemment considérablement réduits.

— Sans préjudice pour la qualité de la construction, le coût est inférieur à celui d'une réalisation traditionnelle. La villa décrite ici revient à 380 francs par  $\text{m}^3$ , pour  $1068,8 \text{ m}^3$  SIA. Une comparaison avec le coût actuel de la construction dans le canton de Genève montre que l'économie réalisée peut aisément être chiffrée à 80 voire 100 francs par  $\text{m}^3$ .

Dans un environnement économique dont les contraintes deviennent de plus en plus sévères — pensons au marché des capitaux — et face au poids croissant de la part du prix du terrain dans un investissement immobilier, une méthode de construction comme celle qui est décrite ici n'offre-t-elle pas une voie appelée à se développer largement?

#### Adresse de l'auteur:

Han P. M. Bullens, arch.  
 BOS Trading SA  
 Rue de l'Est 6  
 1207 Genève

## Actualité

### Bateau propulsé par l'énergie des vagues

Des bateaux de 50 mètres de long propulsés par l'énergie des vagues peuvent désormais devenir réalité après les essais fructueux réalisés à Trondheim, dans le bassin modèle pour bateaux.

Ce produit de l'imagination découverte par l'ingénieur électricien norvégien Einar Jakobsen pourrait avoir une importance considérable pour certains secteurs de la flotte de pêche, déclarent les experts du laboratoire de Trondheim. Des essais fructueux

ont été effectués dans le fjord d'Oslo, où l'invention fut montée sur la coque d'un voilier de 27 pieds de long, de type Soling. Ce système consiste, en bref, à utiliser une feuille articulée — une aile hydraulique — placée horizontalement sur un axe au-dessous du bateau. Celle-ci va de haut en bas suivant les mouve-

ments du bateau dans les vagues, et étant en fait plus efficace contre la vague que dans son sens. Einar Jakobsen va poursuivre les essais afin de développer le système ultérieurement avant de le lancer sur le marché. Une grande entreprise industrielle norvégienne s'est déjà montrée intéressée par l'invention.

## Industrie et technique

### La forêt, une source d'énergie importante, mais limitée

D'après les statistiques de 1980, le bois de feu a ravi au bois d'industrie le deuxième rang et se classe maintenant derrière le bois de service. Il atteint des prix records dans les mises; les constructeurs de fourneaux à bois traversent une conjoncture euphorique. La pénurie menaçante de pétrole et les controverses au sujet de l'énergie nucléaire ont certainement remis en honneur le bois de feu et ranimé l'intérêt du public pour la production de combustible en forêt. Mais quelles en sont les possibilités et à quelles limites se heurte l'exploitation de cette ressource renouvelable?

Toute la matière organique forestière, bois, écorce, branches, feuillage et racines, est apte à fournir de la chaleur et de la force. Comme le bois joue aussi un rôle irremplaçable comme matériau de construction (le bois est accueillant!), seuls les assortiments de peu de valeur et les déchets industriels entrent en ligne de compte. Ceux de l'industrie de la cellulose et des panneaux sont recyclés sur place, si bien qu'on ne peut compter que sur ceux des scieries et des menuiseries, où la moitié du matériau employé tombe en chutes, mais ces entreprises emploient déjà systématiquement leurs déchets, la plupart du temps pour produire de la chaleur, mais sans couvrir tous leurs besoins énergétiques.

La situation diffère avec les déchets restant en forêt, tels que branches, écorce, racines et parfois même arbres entiers. Un potentiel énergétique relativement important pourra ainsi sur place. Mais une utilisation totale de la biomasse, rêve de certains technocrates, n'est pas judicieuse. Elle compromettrait à la longue l'avenir des forêts car la décomposition des racines, des rameaux et des feuilles entretient la fertilité de la station. Quant aux grosses branches, à l'écorce et aux jeunes arbres coupés dans les éclaircies, on peut les déchiqueter pour obtenir un combustible convenant bien aux chaudières à copeaux modernes, entièrement automatiques, au rendement bien supérieur au chauffage à bois usuel. Mais l'utilisation des déchets et de l'écorce convient également pour la production d'énergie mécanique, par l'intermédiaire d'une turbine à vapeur ou d'un moteur au gaz de bois. En récupérant la chaleur de refroidissement du moteur et du générateur de gaz, on obtient  $\frac{2}{3}$  d'énergie thermique et  $\frac{1}{3}$  d'énergie mécanique, utilisable par exemple pour la production d'électricité ou pour une pompe à chaleur. Dans le domaine du couplage chaleur/force, la technologie progresse vite.

Bois produit dans la forêt suisse en 1980: dont bois de feu:	4,384 mio. m <sup>3</sup> 0,808 mio. m <sup>3</sup>
Volume estimé d'écorce et déchets de bois:	1 à 2 mio. m <sup>3</sup>
Pouvoir calorique de l'écorce et des déchets de bois:	3000 kcal/kg
Pouvoir calorique du mazout:	10 000 kcal/kg
Consommation de bois pour chauffer: 1 maison familiale:	env. 14 m <sup>3</sup>
1 locatif de 8 appartements:	env. 90 m <sup>3</sup>
Prix de 1 stère de bois de feu (pile de 1 x 1 x 1 m) en forêt: sec, prêt à brûler:	Fr. 60.— à 70.— Fr. 130.— à 140.—
Part du bois dans la consommation totale d'énergie	1980: 1,2%
Part maximum en cas d'exploitation maximum des forêts (Suisse):	env. 5%
Seul l'Inventaire forestier national à exécuter ces prochaines années renseignera sur le potentiel des forêts suisses en bois de feu.	

Le bois, les déchets et l'écorce sont produits partout en Suisse. Les installations importantes engloutissent de gros volumes nécessitant des transports et des capacités de stockage en proportion. La centrale de chauffage de Chez-le-Maître à la Vallée de Joux, par exemple, requiert 2000 stères, soit une pile de bûches de 1 m de large, de 1 m de haut et 2 km de long, correspondant à la production annuelle de 300 hectares de forêts. Mais même si la hausse du prix de l'énergie rend rentable le ramassage coûteux du bois, il faut le réserver aux régions rurales et aux installations modestes. Production et utilisation du bois de l'écorce sont et resteront décentralisées. Le 60% des fermes se chauffent actuellement au bois et les 40% restants peuvent s'y convertir à bref délai, car elles disposent de fourneaux.

La chaleur et la force produites grâce aux ressources forestières joueront un rôle dans le ravitaillement énergétique de la Suisse, à cause non pas tellement de leur quantité, mais de la diversité de leurs applications à petite échelle.

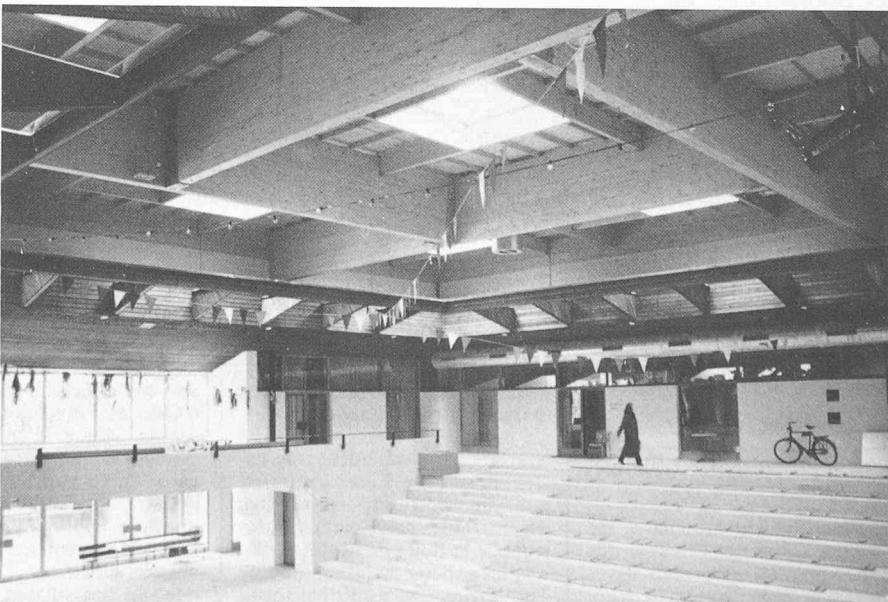
### Un toit pour un amphithéâtre

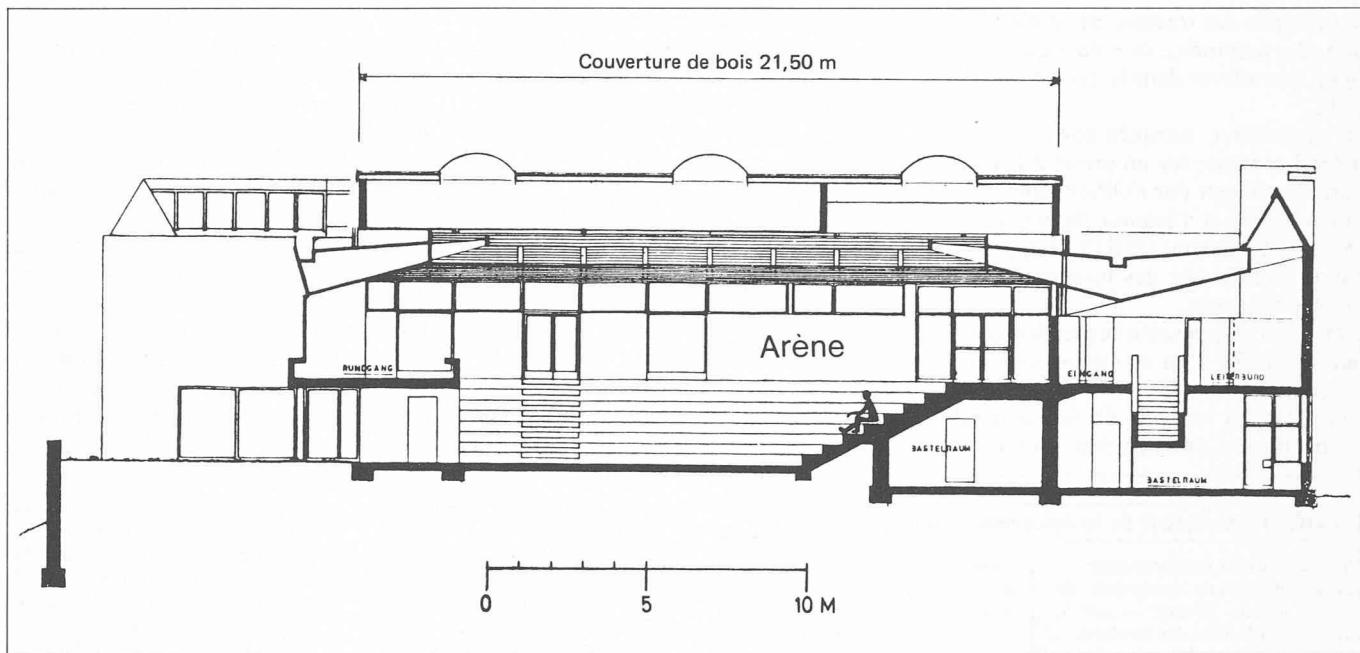
L'arène d'un amphithéâtre offre une multitude d'occasions de rencontre en-

tre individus, que ce soit pour des jeux, des débats, des discussions, des concerts, etc. Mais pour autant que le temps le permette! Les arènes en plein air du centre de loisirs de Heuried dans le canton de Zurich, construites en 1964 entre les locaux de club, des ateliers et une bibliothèque, ne jouaient le rôle de lieu de rencontre que quelques semaines par année, à cause du temps qui malheureusement ne se laisse pas prévoir et qui empêchait trop souvent le déroulement des activités pour lesquelles cet emplacement avait été conçu.

C'est en 1979 que la décision fut prise de réagir contre les caprices du temps et de construire un toit recouvrant tout l'amphithéâtre. Après que de nombreuses variantes aient été étudiées et comparées, on décida de construire une structure en bois élégante et raffinée pour cette couverture. Les conditions de travail pour la réalisation de ce projet se sont avérées difficiles: le sous-sol était glaiseux et les bâtiments existants reposaient sur pilotis, ce qui empêchait partiellement de les utiliser comme supports pour cette charpente.

Les architectes et les ingénieurs ont cependant réussi à faire de nécessité vertu. Une structure peu courante en forme de tourniquet ou moulin à aubes sert de





Coupe en travers de l'amphithéâtre. — Ce croquis met en évidence la solution élégante retenue pour la couverture de l'arène. Les quatre sommiers principaux en bois lamellé-collé n'enjambent que les deux tiers de la portée libre de 21,50 m. Pour cela, les architectes ont choisi une structure en forme de tourniquet, sans appuis au centre, mais qui repose sur les bâtiments entourant l'arène. Les avantages de cette charpente laissée apparente résident dans un montage rapide et par voie sèche, réalisé en l'espace de deux semaines, et dans d'excellentes conditions acoustiques à l'intérieur de l'amphithéâtre.

1965

La piscine, ainsi que les installations de sport et de loisirs sont construites sur l'emplacement de l'ancienne glaïerie des Tuileries zuricoises (architectes Hans Litz et Fritz Schwarz, Zurich).

1980

Projet de couverture de l'amphithéâtre.

14 novembre 1981

Inauguration de la couverture de l'amphithéâtre.

Maître d'œuvre

Service des bâtiments de la ville de Zurich.

Projet

Fritz Schwarz, architecte, Zurich.

Surveillance des travaux

Max Bosshard, architecte, Zurich.

Ingénieur

Hans Gasser, Lungern/OW

Charpente

Surface couverte 21,50 × 21,50 m

Structure primaire:

— longueur des sommiers 14,20 m  
— Section des sommiers 150 × 20 cm  
— poids d'un sommier 2,3 t

Volume de bois utilisé:

— lamellé-collé 34 m<sup>3</sup>  
— équarri 4 m<sup>3</sup>

Coût de la charpente

Fr. 155 000.—

Coût global de la couverture

Fr. 300 000.—

Durée de montage du toit

2 semaines.

support au sommier en bois lamellé-collé, sans qu'il y ait d'appuis au centre. Le même principe de construction a été repris pour la structure secondaire. Ainsi, cette surface d'environ 22 × 22 m a été enjambée au moyen de quatre poutres de 14 m de longueur et 1,50 m de haut, disposées en tourniquet. Quatre sommiers secondaires partagent cette surface en neuf carrés de forme et de dimensions identiques. Ceux-ci sont à leur tour subdivisés par des éléments toujours disposés en tourniquet, qui comportent en leur centre une ouverture pour le lanterneau (220 × 220 cm). La sous-couverture du toit plat repose sur ces poutres et sert de revêtement de plafond visible de l'intérieur. La structure du toit se compose d'une isolation thermique, d'une couche de Sarnafil et de gravier.

Le montage s'est effectué très rapidement avec l'aide d'un camion-grue. En l'espace de 15 jours, les arènes furent mises sous toit. Pour répondre aux conditions du service d'hygiène, une installation de ventilation mécanique très simple fut installée et laissée apparente. Elle permet une aération suffisante qui peut être encore complétée par l'ouverture des lanterneaux, qui s'effectue au moyen de petits moteurs électriques. De nouveaux bancs rabattables ont été posés sur les gradins de l'amphithéâtre. Réalisés en bois, ils sont faciles à nettoyer. Quant à l'arène proprement dite, au centre de l'amphithéâtre, elle a pu être revêtue de pavés de bois depuis qu'elle est protégée des intempéries. Ce type de couverture s'avère extrêmement satisfaisant, de même que les conditions de luminosité à l'intérieur.

Les jeunes du quartier comme les personnes âgées sont enthousiasmés par les possibilités que leur offre le nouvel amphithéâtre. A la mi-novembre 1981, des concerts, des projections de films et d'autres manifestations ont marqué l'inauguration de cette couverture.

### L'Inventaire suisse des forêts, bientôt une réalité

Dans sa séance du 12 août 1981, le Conseil fédéral a autorisé le Département fédéral de l'intérieur à faire établir un Inventaire suisse des forêts (ISF). Les travaux y relatifs sont déjà en train. Pendant toute la durée de cet inventaire (1982-1986), les milieux forestiers, de même que le grand public seront régulièrement tenus au courant de l'état et

des progrès des travaux, de la planification, des méthodes, de même que du résultat des relevés dans le canton de Nidwald.

La proposition acceptée par le Conseil fédéral se fonde sur un projet d'ISF élaboré de concert par l'Office fédéral des forêts (OFF) et l'Institut fédéral de recherches forestières (IFRF), et approuvé par la Conférence des inspecteurs cantonaux des forêts.

L'OFF est responsable sur le plan politique et l'IFRF l'est en ce qui concerne l'exécution technique et la mise en valeur. Des 7,5 millions de francs portés au devis, la Confédération prend à sa

charge 6,5 millions; le million restant sera mis à disposition par d'autres intéressés. Mais ce financement ne s'effectuera ni au titre des crédits ordinaires de l'OFF, ni à celui des crédits réservés à la recherche.

Comme l'IFRF doit pouvoir compter, lors de la réalisation de l'ISF, sur le concours des cantons et du service forestier régional, on veillera attentivement à informer largement l'ensemble du service forestier et la population locale.

Les travaux se dérouleront en principe de la façon suivante:

1982 *Travaux préparatoires* (recrutement et instruction du personnel, préparation de l'interprétation des photos aériennes, période de rodage).

1983-1985 *Travaux d'inventaire* (interprétation des photos aériennes et des cartes, relevés sur le terrain, compilation des données).

1986 *Travaux de mise en valeur* (mise en valeur et présentation des résultats, rédaction du texte).

L'OFF et l'IFRF feront paraître au début de l'été une publication détaillée sur l'ISF; elle sera remise à tous les milieux intéressés de l'économie des forêts et du bois.

Office fédéral des forêts

## Un effet fondamental de la mécanique quantique démontré

*Une expérience fondamentale — que les physiciens essayaient de réaliser depuis 50 ans — sur la nature ondulatoire des électrons a été accomplie par des scientifiques du laboratoire de recherches d'IBM de Rüschlikon, près de Zurich. Cette expérience porte sur l'effet tunnel mis en évidence par le passage d'électrons au travers de minces espaces vides, qu'ils ne pourraient pénétrer s'ils n'étaient que les petites particules dures considérées par la physique classique et ne présentaient pas aussi,*

*comme le pressentait la mécanique quantique, décrite à la fin des années 20, les propriétés des ondes. En cette qualité, les électrons ne se contentent pas de ricocher sur des «obstacles» tels que les vides, mais les pénètrent sur de courtes distances. Si ces obstacles sont suffisamment minces, une partie des électrons, représentés par leurs ondes, les traversent et réapparaissent de l'autre côté sous forme de courants électriques. C'est ce que l'on appelle l'effet tunnel.*

Ce phénomène, observé dans de minces obstacles solides dès le début de 1957, a été étudié intensivement parce que fournissant d'abondantes informations sur le comportement des électrons dans les matériaux. Sur le plan pratique, il a conduit à la réalisation de divers dispositifs électriques hautement performants, comme les diodes à effet tunnel. Les expériences menées à Zurich ont montré pour la première fois sans équivoque un effet tunnel à travers un vide situé entre 2 électrodes constituées, l'une par une pointe et l'autre par une plaque de métal. Ne se produisant dans le vide que sur de très courtes distances, de l'ordre de quelques ångströms (le diamètre atomique moyen est d'environ 3 Å), ce phénomène est particulièrement

difficile à observer parce qu'à la merci des moindres vibrations. A tel point que celles-ci furent précisément à l'origine des résultats légèrement douteux obtenus antérieurement aux Etats-Unis par le National Bureau of Standards et le laboratoire de recherche d'IBM à Yorktown Heights. Les chercheurs de Zurich ont pris 2 sortes de mesures pour ramener les vibrations à un niveau acceptable. Celles du bâtiment ont été pour ainsi dire éliminées en plaçant la chambre à vide servant aux expériences sur une lourde dalle de pierre montée sur un ensemble de chambres à air. Les autres l'ont été par «l'évitement» du dispositif expérimental dans la chambre à vide, de façon qu'il flotte dans un champ magnétique et ne touche aucun solide.

Dans le dispositif expérimental en levitation, la sonde destinée à constater l'effet tunnel est constituée par une aiguille de tungstène, alors qu'une plaque de platine sert d'échantillon. La distance de la sonde par rapport à l'échantillon et sa position par rapport à la surface de celui-ci doivent être extrêmement précises et sont obtenues en appliquant une certaine tension aux blocs piézo-électriques sur lesquels la plaque de platine est montée. La «sensibilité» de ces blocs étant d'environ 2 Å par volt, les positions relatives de l'aiguille et de la cible peuvent être aisément contrôlées à 1 Å près, ce qui permet de procéder à «une microscopie à effet tunnel».

Cette microscopie est susceptible de fournir des informations très précises sur la topographie de la surface que les électrons pénètrent par effet tunnel du fait que le courant résultant est une fonction exponentielle de la distance entre l'aiguille et cette surface. Ainsi, un changement de distance d'un seul degré atomique (environ 3 Å) peut modifier le courant résultant d'un facteur aussi élevé que 1000. Des images topographiques présentant des degrés monoatomiques clairement résolus ont déjà été obtenues avec des surfaces métalliques ou semi-conductrices. Une telle résolution est environ 100 fois meilleure que celle généralement obtenue avec des microscopes électroniques à balayage conventionnels.

Pour d'autres études scientifiques, l'effet tunnel à travers un vide présente l'avantage de constituer la plus simple des situations expérimentales puisque ne dépendant que des surfaces et de la composition des 2 électrodes. L'effet tunnel obtenu à travers un vide est beaucoup plus caractéristique qu'à travers les barrières d'oxyde ou les jonctions semi-conductrices utilisées dans des expériences antérieures. Il est particulièrement utile à l'étude des forces interatomiques des molécules adsorbées par les surfaces, car il permet de mesurer la perte d'énergie des électrons provoquant l'effet tunnel (spectroscopie par effet tunnel inélastique). Ce qui est plus intéressant encore, la haute résolution spatiale de cet effet tunnel

devrait fournir des informations sur l'adsorption préférentielle des atomes et des molécules lorsque les surfaces présentent des caractéristiques spéciales, telles des marches atomiques.

L'obtention de couches isolantes ultramincees sur les métaux et les semi-conducteurs acquiert une importance technologique toujours plus grande. Les couches isolantes monoatomiques changent radicalement les conditions de l'effet tunnel et par suite les courants résultants. L'effet tunnel à travers un vide permet d'étudier plusieurs caractéristiques importantes de la croissance et du comportement de ces couches avec une résolution spatiale à l'échelle atomique.

Ces premières expériences ont été décrites par MM. Gerd Binnig, Heinrich Rohrer, Christoph Gerber et Edmund Weibel, du laboratoire IBM de Rüschlikon, dans les «Applied Physics Letters» du 15 janvier.

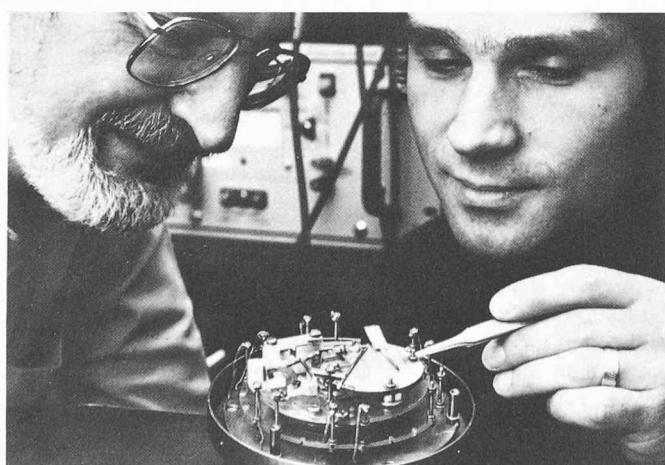
## Centre de recherche sur une île de glace flottante

Des chercheurs norvégiens vont s'installer au cours des mois de mars et avril sur une île de glace flottante, au nord de Svalbard. Ils y réaliseront des expériences scientifiques en coopération avec des chercheurs venus du Canada, des Etats-Unis et du Danemark.

Ce projet, mis en train par les Etats-Unis, engage 23 chercheurs. Le groupe norvégien se concentrera sur des investigations géophysiques du fond de la mer, des mesures de profondeur régionales, ainsi que des mesures aéromagnétiques.

Ce projet de recherches sur la banquise fait partie d'un plus vaste programme mis en œuvre par l'Institut polaire norvégien. L'accent est mis sur les investigations du mode de vie des ours blancs. Ceux-ci vont être équipés de colliers émetteurs de radio. Les signaux émis seront reçus par satellite pendant un an et fourniront aux chercheurs des données d'une grande valeur scientifique.

L'Institut polaire norvégien projette également deux expéditions avec le navire de recherche polaire «Lance», au cours desquelles le plancton, l'océan et les masses de glace seront étudiés.



Deux chercheurs d'IBM fixant un échantillon dans la chambre utilisée pour leurs expériences. Celles-ci ont permis de démontrer pour la première fois l'effet tunnel sur des électrons passant à travers un vide et de doter l'étude des surfaces d'un nouvel instrument, à résolution atomique.