

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 116 (1990)  
**Heft:** 20

## **Sonstiges**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

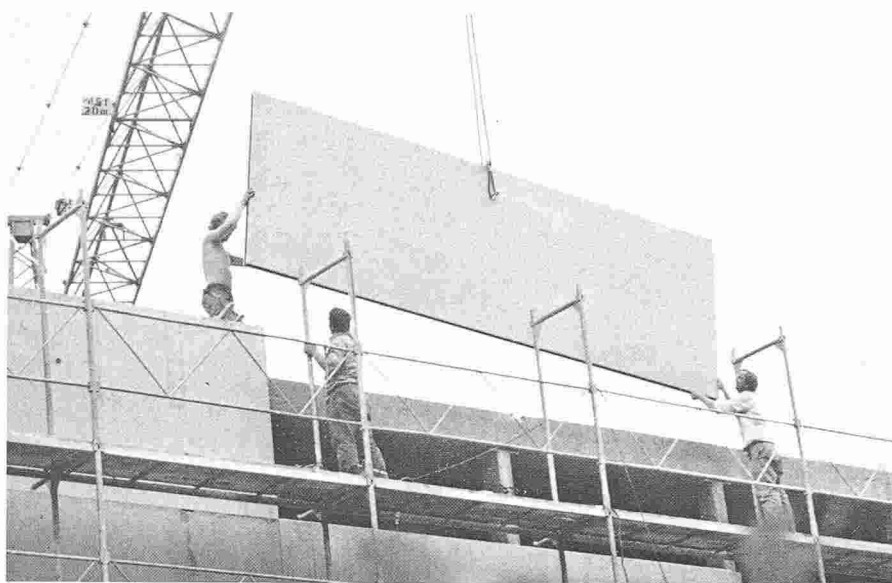
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.03.2025

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

## Actualité

### CNA: la sécurité sur les chantiers



Où se situent exactement les problèmes de sécurité sur les chantiers? Que faire dans le domaine technique et dans celui de la médecine du travail pour les ouvriers du bâtiment? Telles sont les questions auxquelles ont répondu les spécialistes de la sécurité du travail de la CNA lors d'un voyage de presse qui a eu lieu au début du mois de juin.

Depuis le début de l'activité de la CNA, la fréquence des accidents professionnels a diminué presque de moitié. En matière d'accidents survenant pendant les loisirs, on constate le phénomène inverse puisque leur fréquence a quintuplé depuis 1920. Il n'empêche qu'un accident professionnel est toujours un accident de trop. Ainsi un accident mortel se produit chaque semaine sur les chantiers. Un ouvrier du bâtiment sur trois est victime d'un accident chaque année. Et tous les ans, un millier d'entre eux sont touchés par une maladie professionnelle. Tel est le sombre bilan qui ressort des statistiques de la construction. Au vu de ces chiffres alarmants, il n'est pas surprenant que l'opinion publique attende toujours plus de la CNA qu'elle surveille et contrôle les chantiers. Mais ces contrôles ne sont qu'une partie de l'activité de la CNA et n'ont qu'une efficacité limitée: arrivant sur un chantier pour une brève visite, les spécialistes peuvent faire remarquer des erreurs d'ordre technique, rarement remédier aux lacunes d'organisation, sinon par des mesures improvisées, et presque jamais corriger des erreurs de comportement, parce qu'ils ne restent pas sur place suffisamment longtemps.

Dans son approche, la CNA part du principe que c'est d'abord à l'employeur qu'il incombe de prendre toutes les mesures propres à prévenir accidents et maladies professionnels dans l'entreprise et sur les chantiers. Et c'est là qu'elle situe son activité de conseil et de prévention.

#### La prévention, une tâche complexe

Contrairement à d'autres chefs d'entreprise, l'entrepreneur en travaux n'est pas indépendant et autonome dans les décisions qu'il prend et dans les mesures qu'il préconise en matière de planification et d'exécution des travaux: il doit tenir compte des conseils

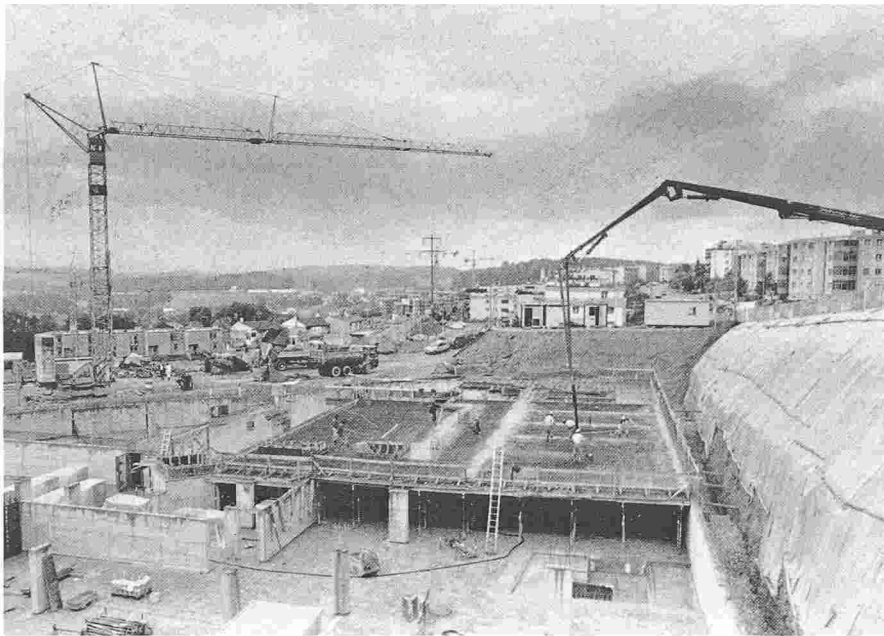
et des directives des ingénieurs et des architectes. D'autre part, il n'est pas en mesure de veiller à la sécurité sur le chantier et de surveiller le comportement de ses ouvriers 24 heures sur 24. Ses collaborateurs, conducteurs de travaux et contremaîtres sont pressés par les exigences de rendement, le respect des délais et les impératifs de qualité. D'autre part, le comportement des ouvriers eux-mêmes est parfois contraire aux règles de sécurité, par manque de discipline, ou par ignorance. Trente-cinq collaborateurs techniques et quinze médecins du travail de la CNA se tiennent à la disposition des entrepreneurs pour les conseiller à chaque phase de l'exécution d'un ouvrage, pour qu'ils puissent prendre des mesures de prévention économiquement avantageuses, mais néanmoins efficaces.

#### Information et formation

Les collaborateurs CNA (ingénieurs et conducteurs de travaux diplômés) sont des spécialistes jouissant d'une expérience pratique sur les chantiers. Assistance et conseil sont garantis dans un délai optimal par l'intervention de spécialistes régionaux. Il est réjouissant de constater qu'on fait souvent appel à eux.

Un des gros problèmes qu'il leur faut résoudre est la formation des travailleurs immigrés qui travaillent sur les chantiers, souvent sans connaître notre langue. Or on sait que pour les travailleurs inexpérimentés, le risque d'accident est dix fois plus élevé que pour ceux qui ont deux ou trois ans de pratique.





Vue d'ensemble du chantier «Soleil des Dailles» à Villars-sur-Glâne. On remarquera les mesures prises en vue de stabiliser le talus pendant les travaux (à droite sur la photo) ainsi que les différentes protections contre les chutes.

C'est pourquoi la CNA élabore, en collaboration avec les associations patronales et les organisations de salariés, dans le cadre du Forum sécurité au travail sur les chantiers, un programme destiné à cette formation. D'autres actions sont prévues pour la formation continue des ouvriers chevronnés. Principal problème: la quantité. Il s'agit en effet d'assister 10 000 entreprises du gros œuvre employant 180 000 ouvriers et autant d'entreprises du second œuvre. Il s'agit donc pour la CNA d'élargir l'éventail de ses moyens pour informer toujours mieux et davantage de personnes. L'Infomobile de la CNA, sorte de classe itinérante, est l'un de ces moyens.

#### L'Infomobile CNA

L'Infomobile CNA est un semi-remorque équipé d'un studio vidéo et d'une salle de classe prévue pour une trentaine de personnes. Pendant deux à trois heures, des spécialistes de la sécurité filment les ouvriers au travail sur un chantier. Les prises de vues sont ensuite montrées aux ouvriers dans la «salle de classe», et la séance est suivie d'un débat. Souvent, ce n'est qu'en regardant le film que les ouvriers prennent conscience des dangers auxquels ils se sont exposés dans leur travail. La bonne manière de faire et les exemples à suivre sont alors également présentés.

#### La prévention médicale et ses modalités pratiques

Les quinze médecins de la Division de médecine du travail (dont deux spécialistes ORL) consacrent environ 70 % de leur temps au diagnostic des maladies professionnelles qui leur sont annon-

cées parmi les assurés de la CNA, tandis que les 30 % restants sont employés à la prévention en médecine du travail dans l'ensemble des entreprises suisses.

Après avoir examiné sur place les conditions de travail qui règnent dans une entreprise, le médecin du travail de la CNA instaure un programme d'exa-

mens médicaux de surveillance spécifiquement adapté aux nuisances constatées, auquel seront soumis tous les travailleurs concernés et qui sera confié à un médecin - spécialiste si nécessaire. Sur la base des rapports médicaux établis, se fondant aussi sur les conclusions de ses visites dans l'entreprise, le médecin de la CNA décidera ensuite si le travailleur examiné peut poursuivre son activité sans risque pour sa santé ou si, au contraire, il doit être éloigné temporairement ou définitivement de la source du danger.

Pour certaines substances dangereuses, ce n'est pas l'examen médical qui se révèle le plus utile, mais la «surveillance biologique». Cette méthode consiste à doser, le plus souvent dans l'urine, le toxique lui-même ou l'un de ses dérivés.

Il existe à l'heure actuelle 34 programmes différents de surveillance qui peuvent être combinés, modifiés ou élargis selon les besoins.

En 1989, plus de 23 000 entreprises ou secteurs d'entreprises regroupant 350 000 travailleurs ont bénéficié des programmes de prévention des maladies professionnelles. On a procédé à près de 64 000 tests auditifs et 50 000 examens concernant les risques chimiques et physiques. 289 travailleurs ont été déclarés inaptes et 2752 ont été jugés aptes à poursuivre leur activité moyennant certaines précautions supplémentaires.

### Installations nucléaires: de la controverse entourant les études de risque allemandes

Pour la plupart des centrales nucléaires en service dans les pays occidentaux, on a procédé ces dernières années à des études de risque et de sûreté. Si les opposants à l'énergie nucléaire arguent volontiers que ces études faites après coup sont bien la preuve que les installations nucléaires ne sont pas sûres, le but de ces études est en fait d'obliger à revoir constamment les systèmes de sécurité, déceler leurs points faibles et améliorer l'ensemble. En effet, aucun responsable de centrale ne considère que ses installations sont sûres à tout jamais. Il n'y a pas de risque zéro.

C'est pourquoi les études de risque partent de séquences d'accident imaginées, qui, même si elles sont très improbables, permettent d'accroître la sécurité des installations puisqu'elles débouchent sur des mesures capables d'atténuer les effets des accidents même dans des scénarios catastrophes dont le risque est infiniment faible. C'est ainsi qu'en juin 1989, la Gesellschaft für Reaktorsicherheit (société pour la sûreté des réacteurs) a publié, à la demande du Gouvernement fédéral

allemand, une «Etude de risque allemande des centrales nucléaires phase B» (suite de la phase A, publiée en 1979). Elle a choisi pour installation de référence la centrale de Biblis B, équipée d'un réacteur à eau sous pression de construction allemande (Siemens Kraftwerk Union AG), d'une puissance électrique de 1300 MW.

L'étude se proposait de:

- évaluer et comparer entre elles diverses séquences d'incidents et d'accidents
- mettre le doigt sur les points faibles et améliorer la technique de sécurité en conséquence
- établir des réserves de sûreté pour les séquences d'incidents et d'accidents hors dimensionnement
- apprécier les mesures de secours d'urgence internes.

#### La technique de sécurité

Dans une installation nucléaire, le premier objectif de la technique de sécurité est d'assurer le confinement sûr des substances radioactives engendrées lors de la fission nucléaire, grâce à un système de barrières multiples qui

agissent les unes après les autres et se complètent.

Ces barrières sont notamment :

- le réseau cristallin du combustible dans lequel sont retenus plus de 95% des produits de fission
- les gaines des crayons combustibles, soudées d'une manière étanche aux gaz
- la cuve du réacteur, conjointement avec le circuit de refroidissement fermé du réacteur
- l'enceinte de confinement étanche aux gaz et résistant à la pression (confinement intérieur) qui entoure le circuit de refroidissement du réacteur
- l'enveloppe extérieure en béton armé (confinement extérieur) qui protège l'installation des influences de l'extérieur.

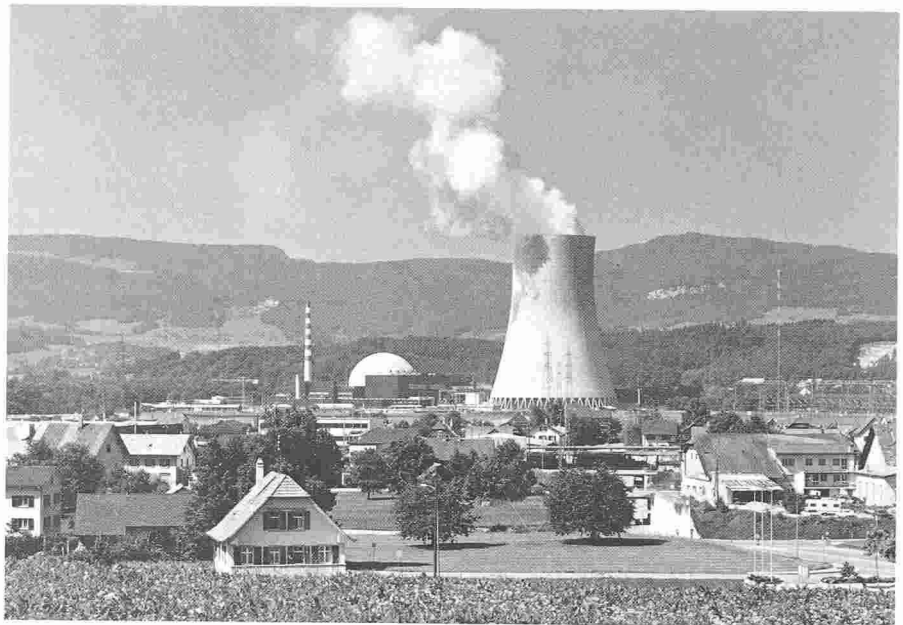
L'efficacité de ces barrières est assurée à son tour par le filet de sécurité que forment les différents niveaux de protection prévus: le premier de ces niveaux est la conception de l'installation et les prescriptions en cas d'exploitation normale; le deuxième niveau est la conception et les prescriptions d'exploitation en cas de perturbations; le troisième est la conception et les prescriptions d'exploitation pour les incidents dont on doit envisager l'éventualité.

Etant donné que des défaillances uniques ne sauraient être exclues, la conception fondamentale de la technique de sécurité part de l'idée que les dispositifs de sécurité doivent continuer à fonctionner même en cas de défaillance d'un système. Ces dispositifs d'autre part sont conçus de manière à tolérer des erreurs. Enfin, l'automatisation réduit sensiblement la portée de possibles erreurs humaines, qu'elle compense ou ignore.

#### Les conclusions de l'étude sur Biblis B

De cette étude il ressort que Biblis B est parfaitement conforme aux normes de sécurité internationales:

- l'installation présente de grandes réserves de sûreté de par sa conception; une défaillance hors dimensionnement des dispositifs de sécurité n'entraîne pas automatiquement des émissions inadmissibles de radioactivité;
- il se passerait entre 1 et 4 heures avant qu'une perturbation puisse donner lieu à un accident par la défaillance massive des dispositifs de protection et de sécurité;
- ce laps de temps peut être utilisé pour mettre en œuvre les mesures internes prévues en cas d'urgence; ainsi, à un quatrième niveau de protection, des processus qui auraient exigé des interventions de l'extérieur telles que l'évacuation peuvent déjà être compris dans les mesures



internes de protection en cas d'urgence;

- la fréquence théorique de séquences d'accidents ne pouvant plus être maîtrisées à l'aide des systèmes de sûreté existants est d'environ 3 événements en 100 000 ans pour Biblis B;
- si l'on tient compte des mesures internes de protection prévues en cas d'urgence, cette fréquence se réduit à 5 pour 1 million d'années.

#### Etude contradictoire

Le jour même où la Gesellschaft für Reaktorsicherheit publiait ces résultats, l'Öko-Institut de Darmstadt publiait une étude contradictoire.

L'Öko-Institut de Darmstadt est un organisme de droit privé qui agissait en l'occurrence à la demande du ministre des Affaires sociales, de la Santé et de l'Energie du Land de Schleswig-Holstein.

Il affirme ainsi que les réacteurs à eau sous pression de conception occidentale - les centrales nucléaires suisses

de Beznau I et II et de Gösgen en sont - sont au moins aussi dangereux, malgré l'enceinte de confinement dont ils sont équipés, qu'un réacteur soviétique RBMK (type Tchernobyl).

Rappelons que les arguments de l'Öko-Institut sont aussi défendus par le professeur Jochen Benecke, aujourd'hui responsable de l'Institut Sollner avec lequel il devait se distinguer récemment par des expertises tendant à prouver le danger catastrophique des surgénérateurs de Creys-Malville (Superphénix) et de Kalkar, en RFA. Pour ce qui est de Creys-Malville, M. Benecke et son collaborateur Reimann ont dû reconnaître publiquement en septembre 1989, lors d'une explication avec le Conseil fédéral suisse et des experts de la Confédération, que Superphénix était bien plus sûr qu'un réacteur du type de celui de Tchernobyl, par exemple, et que les experts officiels avaient fourni un travail sérieux.

(Media-Background/ASPEA)

## Naissance des étoiles et galaxies spirales

En utilisant conjointement un supercalculateur avec un grand télescope, des chercheurs d'IBM et du Vassar College ont fait une importante découverte sur la formation des étoiles dans la constellation d'Orion: l'existence d'une sorte de «nid» où éclosent les étoiles. Cette même équipe scientifique a d'autre part découvert que les bras de plusieurs galaxies spirales bien connues sont en fait sectionnés.

#### La formation des étoiles dans la constellation d'Orion

Orion est une constellation de la zone tropicale évoquant un chasseur mythologique, reconnaissable aux trois étoi-

les, particulièrement brillantes, qui forment son baudrier.

Les chercheurs ont découvert dans Orion une enveloppe d'hydrogène ionique se développant dans toutes les directions à une vitesse d'environ 7 km/s. Cette enveloppe se trouve près du baudrier, dans une vaste cavité située à proximité d'un nuage gazeux de forte densité. Cette cavité a été apparemment formée par les puissantes forces qui président à l'expansion de l'enveloppe et qui ont fait naître une gerbe d'étoiles à l'endroit où l'enveloppe rencontre le nuage. Cette formation d'étoiles a lieu dans une région qui comprend la nébuleuse de la «Tête de

cheval», bien connue des astronomes à cause de sa forme. Une telle explosion donne typiquement naissance à plusieurs milliers d'étoiles, dont une dizaine très brillantes, qui se consomment rapidement; celles de faible masse brillent en revanche, comme le Soleil, pendant plusieurs milliards d'années.

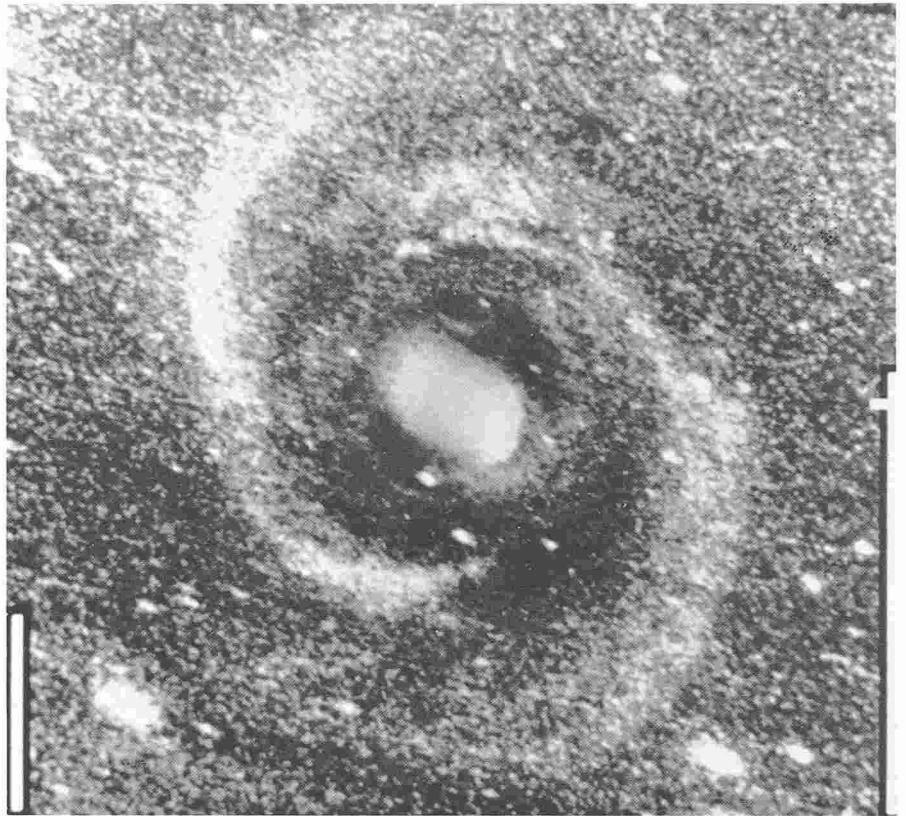
Pour établir un relevé - le plus grand jamais fait - de l'émission d'hydrogène ionisé d'une zone de formation d'étoiles, il a fallu la puissance combinée d'un radiotélescope de 42,7 m de diamètre de l'Observatoire de radioastronomie de Greenbank en Virginie, et d'un IBM 3090 à unités vectorielles du Centre de recherche IBM de Yorktown dans l'Etat de New York.

Les chercheurs ont ainsi obtenu une image extraordinairement détaillée de la région où se trouve la « pouponnière d'étoiles ». Outre l'enveloppe gazeuse, les astronomes ont découvert, dans toute cette zone stellaire, des structures filamenteuses et des amas. Ils ont aussi cartographié, autour de l'immense nuage moléculaire où se forment les nouvelles étoiles, une énorme couche d'hydrogène de faible densité. « Sa masse est telle, relève l'un des chercheurs d'IBM, qu'elle comprime par son poids le matériel moléculaire situé au-dessous d'elle à dix fois la pression normale mesurée dans la Galaxie. Tout ce qui se trouve loin des bords des nuages est ainsi protégé des explosions occasionnelles des supernovae et des destructions dues au rayonnement ultraviolet. Par conséquent, la plupart des étoiles peuvent se former en paix. »

Cette étude a exigé l'établissement d'une immense carte du ciel, constituée à partir de 3355 spectres de la région d'Orion, enregistrés par radiotélescope, à raison d'un spectre toutes les vingt secondes pendant plus de dix-huit heures. Grâce au superordinateur, cette entreprise a été possible sans qu'il faille se soucier des temps de calcul ni de la capacité-mémoire nécessaire à sa réalisation.

Cette machine a d'autre part permis de convertir un million de mesures de température effectuées à différentes vitesses dans l'espace en une image détaillée des positions, des vitesses et des densités d'une bonne vingtaine de nuages et de filaments de la région.

Pour cela, l'ordinateur a dû « apprendre » à travailler sans interventions humaines, comparativement très lentes: apprendre à reconnaître la contribution des différents nuages aux données fournies par le télescope, à dénicher ceux cachés par d'autres nuages. Il lui fallait arriver à comparer les spectres de points du ciel voisins, pour trouver et démêler les superpositions locales de plusieurs nuages en effectuant une démarche similaire à celle



*Cette image de la galaxie M81 traitée par ordinateur a été tournée afin de représenter celle-ci de face. Elle montre à 2 heures et à 8 heures des lacunes dans les bras spiraux, dont la découverte jette un jour nouveau sur la manière dont ces galaxies maintiennent leur forme caractéristique.*

qui est la nôtre lorsque nous utilisons nos yeux et notre cerveau.

### **Les bras des galaxies spirales sont sectionnés**

Grâce à des techniques informatiques qui permettent de faire ressortir sur une même image les caractéristiques des régions centrales, très brillantes, et des zones externes, plus pâles, des galaxies, en inclinant d'autre part ces images de façon que les galaxies se présentent de face et non pas sous l'angle sous lequel on les observe normalement dans le ciel, des chercheurs d'IBM ont pu observer que les bras spiraux ne sont pas des rubans continus d'étoiles, mais qu'ils sont sectionnés en maints endroits.

Pour réaliser les images mises en évidence par l'ordinateur, on s'est servi d'une série de photographies prises à l'aide du télescope de 1,2 m de diamètre de l'Observatoire du Mont Palomar en Californie. On les a d'abord numérisées afin de pouvoir les soumettre à l'ordinateur, puis traitées avec le logiciel « IBM Image Access Executive » sur un supercalculateur IBM 3090 à unités vectorielles. C'est ainsi qu'on a pu faire tourner les galaxies pour les présenter de face et préciser leur structure.

Les astronomes admettent depuis longtemps que, les galaxies spirales

tournant à grande vitesse autour de leur centre, « quelque chose » devait maintenir leur forme caractéristique. En effet, si les bras spiraux étaient de simples serpentins attachés au centre de la galaxie, ils ne tarderaient pas à s'enrouler étroitement, comme un fil autour d'une bobine. Puisqu'ils ne le font pas, c'est qu'ils en sont empêchés. On pense généralement que des « ondes de densité » sont responsables de la plupart des structures en spirale observées dans les galaxies. Il s'agit d'ondes de propagation comprenant des régions à forte densité d'étoiles et d'autres à faible densité. Lorsque la partie dense d'une onde se rapproche d'une étoile, le champ de gravité de l'onde ralentit l'étoile sur son orbite, ce qui propage le phénomène. Les étoiles ainsi resserrées renforcent le potentiel gravitationnel de l'onde, entraînant le rapprochement d'autres étoiles encore.

La mise en évidence de sections ou lacunes dans les bras spiraux montre que la structure de ces galaxies est due à deux ondes de densité se déplaçant en sens inverse. Les lacunes apparaissent là où la crête de l'une rencontre la vallée de l'autre. Les étoiles qui passent par ce point ne sont attirées ni dans une direction ni dans l'autre, mais poursuivent leur trajectoire sur leur orbite normale, ce qui se traduit par une apparente lacune dans les bras.

## Un professeur de Bonn « capture » l'atome en fuite

C'est dans sa maison des environs de Bonn que le professeur de physique allemand à la retraite Wolfgang Paul a appris que l'Académie royale des sciences de Suède lui avait attribué, conjointement avec un autre scientifique allemand et un savant américain, le Prix Nobel de physique 1989.

Le mérite commun du professeur Paul, de son collègue Hans G. Dehmelt – lui aussi Allemand, mais qui vit à Seattle aux Etats-Unis – et du professeur de Harvard Norman F. Ramsey est d'avoir mis au point, pour le monde des atomes, des instruments de mesure d'une précision encore jamais atteinte jusqu'à présent, pour les plus petites et pour les plus grandes composantes de notre univers. Leurs travaux ont donné naissance à une ère toute nouvelle dans la mesure du temps.

La découverte du professeur Paul remonte à plus de trente ans. En 1956, il avait mis au point à l'Université de Bonn ce qu'on a appelé depuis le « piège à ions » ou cage ionique, de la taille d'une boîte à cigares, dans laquelle il est possible de littéralement « capturer » des atomes ou des groupements d'atomes portant une charge électrique – les ions –, puis de les analyser dans les moindres détails: en raison de leur charge, il leur était en effet impossible de s'échapper de leur « cage », constituée par des champs électriques.

Pratiquant la litote, le professeur Paul affirme que, s'il a pu faire cette découverte, « c'est grâce à un peu de réflexion bien orientée et à une petite part de chance aussi ». A l'aide de ce piège, il a été ensuite possible d'effectuer des mesures de grande précision: à partir de satellites, les scientifiques peuvent à présent mesurer exactement la Terre et définir les mouvements des

continents sur les fondements liquides de magma à l'intérieur de la Terre. « C'est aussi de ma faute, avoue Wolfgang Paul, si, de nos jours, on mesure chaque saleté se trouvant dans l'espace et si les hommes, grâce à cette découverte, sont en mesure de se défendre contre toute nouvelle pollution de leur milieu vital. »

Elle aussi fondée sur le piège à ions du professeur Paul, la méthode du professeur Ramsey a abouti à ce que l'homme connaisse maintenant très exactement la durée d'une seconde: c'est le temps qu'il faut à un atome de césium pour faire 9 192 631 770 oscillations. Cette définition de la seconde atomique est appliquée à l'échelon international depuis 1967. Depuis, par exemple, quelque 85 000 horloges de gares en République fédérale allemande ne fonctionnent plus avec des

ressorts et des rouages. Leurs aiguilles progressent à la cadence de l'atome, avec une exactitude proche de  $1 \times 10^{-4}$ , soit une seconde d'écart au bout de trois millions d'années.

Toujours grâce au piège à ions, un groupe de chercheurs de l'Institut Max-Planck d'optique quantique a réussi, il y a peu de temps, à regrouper dans l'espace des atomes libres en une sorte de cristal. Etant donné que les oscillations de tels atomes captifs sont particulièrement intenses et d'une précision extrême, les chercheurs espèrent par ce procédé pouvoir réaliser une horloge atomique qui, en 30 milliards d'années, ne s'écartera pas de plus d'une seconde du temps universel exact. A titre de comparaison: la Terre n'est vieille « que de » 4,6 milliards d'années; l'Univers, quant à lui, n'en est qu'à son vingt-milliardième anniversaire.

(INP)



Le professeur Wolfgang Paul, Prix Nobel de physique 1989.



Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein  
Société suisse des ingénieurs et des architectes  
Società svizzera degli ingegneri e degli architetti

### Degré d'occupation dans les bureaux d'ingénieurs et d'architectes

Enquête de juillet 1990

#### Une croissance modérée

Comme on pouvait s'y attendre, les mesures de droit foncier prises par la Confédération et la forte hausse des coûts du financement à la construction ont eu leurs premières répercussions sur la marche des affaires dans les bureaux d'études et de projets.

Pour la rentrée des nouveaux mandats, on constate une faible tendance au ralentissement: 17% seulement des réponses reçues font état d'une progression (elles étaient 24% l'année précédente). Mais il faut bien savoir aussi que le niveau actuellement atteint est élevé.

### Degré d'occupation dans les bureaux d'études depuis 1984

	1985				1986				1987				1988				1989				1990			
Trimestre	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

### Rentrée des mandats (Courbe de l'évolution)

