

K pour KLOE...

Les premiers kaons de la nouvelle usine à mésons phi DAFNE à Frascati mettent en lumière un chapitre fascinant de l'évolution de la physique des particules.

Comme annoncé le mois dernier (p7) l'exploitation de la nouvelle usine à mésons phi DAFNE a débuté à Frascati à la mi-avril. Elle est équipée du détecteur KLOE pour l'expérimentation. Le collisionneur électron-positon DAFNE fonctionne à une énergie de collision totale de 1020 MeV, soit la masse du méson phi, lequel se désintègre préférentiellement en paires de kaons. Ces désintégrations offrent un nouveau cadre pour étudier la violation de CP, une asymétrie subtile qui permet de distinguer matière et antimatière. Une meilleure connaissance de la violation de CP serait la clef pour mieux comprendre aussi bien les particules élémentaires que la cosmologie du big-bang.

Depuis la découverte de la violation de CP en 1964, les kaons neutres produits sous forme de faisceaux secondaires d'accélérateurs ont constitué le moyen classique d'étudier la violation de CP. Cette situation se modifie actuellement et de nouvelles possibilités se font jour avec les particules B contenant le cinquième quark – "beauté", "fond" ou simplement "b" (juin p22).

Bien que fidèle au secteur du kaon neutre, DAPHNE offre de nouvelles possibilités d'expérimentation attrayantes. Les kaons produits par annihilation électron-positon sont purs, aucun bruit de fond ne les contamine, et le fait que deux kaons soient produits de façon cohérente ouvre de nouvelles possibilités d'interférométrie de précision des kaons. Les données sont impatientement attendues.

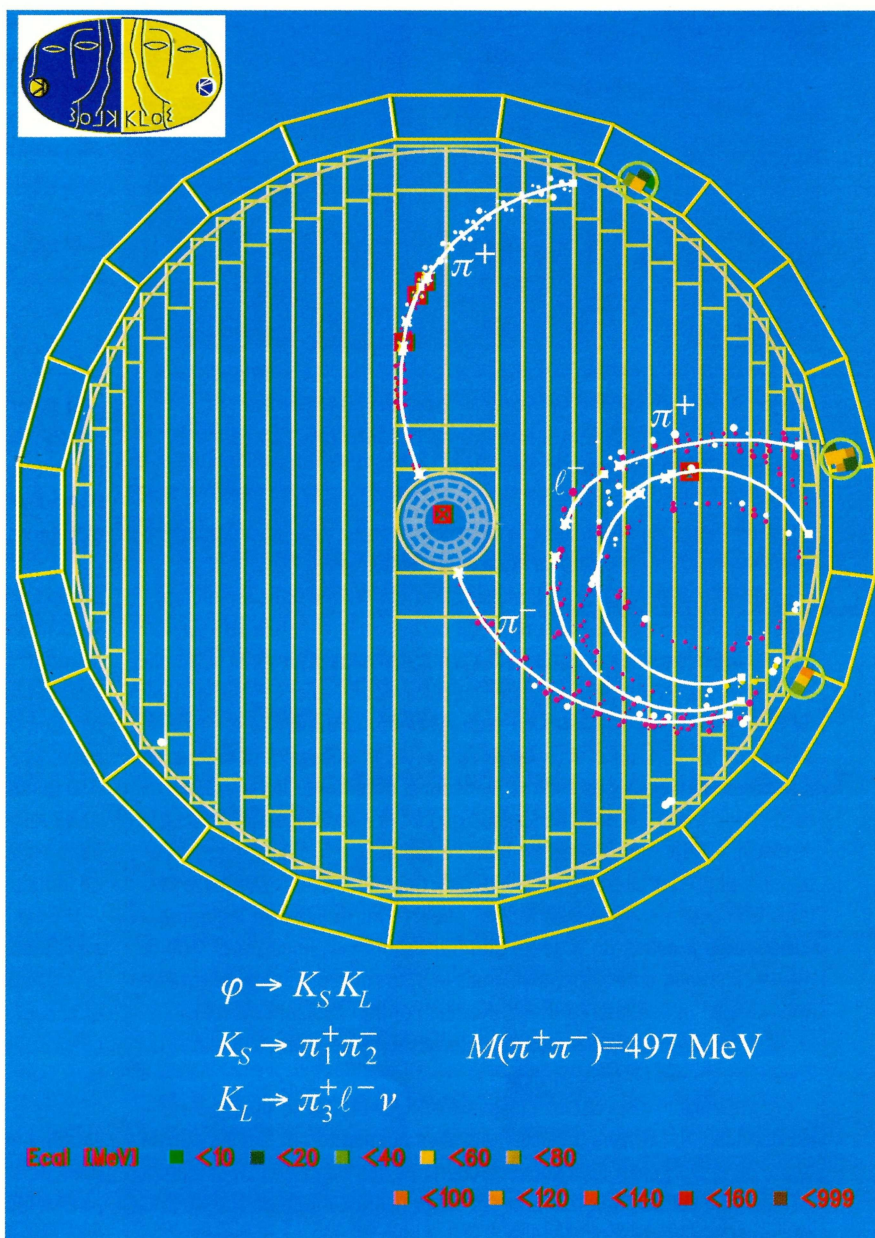
Curieuse désintégration

A première vue, le fait que le phi se désintègre préférentiellement en paires de kaons semble curieux. Le phi (1020 MeV) étant à peine plus lourd qu'une paire de kaons neutres (498 MeV chacun), cette désintégration est soumise à de très sévères contraintes cinématiques et la désintégration d'un phi en un méson rho (770 MeV) et un pion (140 MeV) semblerait donc plus aisée. La première observation du méson phi date de 1962 dans une expérience de chambre à bulles à Brookhaven. Un article publié l'année suivante esquissait les propriétés de la nouvelle particule. En 1963, il s'agissait de classer les particules dans leurs multiplets de SU3, conformément à la "voie octuple" de Gell-Mann et Ne'eman. SU3 ne pouvait être que le reflet d'une symétrie sous-jacente. A l'époque, les physiciens n'avaient guère d'idée sur la nature de cette symétrie si ce n'est qu'elle

possédait une structure triple. On ne parlait pas encore de quarks.

L'article de 1963 affirmait que le phi était un méson "vecteur" (spin un, parité négative). On pouvait le placer dans un singulet de SU3, complétant un octet des autres mésons vecteurs, le rho et ses cousins.

George Zweig, qui terminait son doctorat à Caltech sous la direction de Richard Feynman, étudia l'article et fut immédiatement intrigué par l'énor-



Désintégration d'un méson phi en deux kaons observée dans le détecteur KLOE de l'usine à phi DAFNE de Frascati.

...et Z pour Zweig



Ces données de la chambre à bulles de Brookhaven montre qu'un faisceau de kaons négatif frappant une cible de protons produit un baryon lambda et deux kaons (particule et antiparticule). L'ellipse marque la frontière de la région cinématiquement permise. L'axe horizontal représente la masse effective de la paire de kaons. L'axe vertical représente la masse effective du lambda et de l'un des kaons. La bande remarquable sur la gauche signale la présence d'une résonance (le phi) qui se désintègre préférentiellement en paires de kaons bien que se trouvant aux limites de la région cinématiquement permise.

qu'il soit, doit survivre à la désintégration du phi et cela ne peut arriver qu'en produisant des kaons, dont on sait qu'ils portent le nombre quantique d'étrangeté.

Cette héritage du phi nous l'appelons maintenant le quark étrange – le phi contient une paire quark-antiquark étranges. Quand le phi se désintègre, les quarks étranges doivent bien aller quelque part et le kaon est

mité du signal de désintégration en deux kaons, juste à l'extrémité de la région cinématiquement permise, alors que la désintégration apparemment plus aisée en rho-pi était inhibée.

"Feynman m'avait enseigné qu'en physique des interactions fortes tout ce qui peut arriver arrive, et cela avec l'intensité maximale," déclare Zweig. "Seules les lois de conservation inhibent les réactions. J'avais devant les yeux une réaction permise mais qui ne se réalisait pas."

Cela tourmentait Zweig qui caressait secrètement l'idée que peut-être les particules à interaction forte possédaient des constituants. La curieuse désintégration du phi allait le convaincre que les constituants tombaient sous le sens. Il pensait en outre que ces constituants étaient bien réels, qu'il ne s'agissait pas de simples symétries mathématiques apparaissant sous la forme de multiplets de SU3.

Son idée était que le phi a quelque chose en commun avec les kaons, mais pas avec le rho et le π . Ce constituant, quel

leur seule porte de sortie: le quark étrange se retrouve dans un kaon neutre et l'antiquark étrange dans l'antiparticule du kaon neutre.

Gell-Mann s'était concentré sur la symétrie triple sous-jacente et s'était jeté sur le mot quark – d'une commande lancée dans un bar par un personnage du livre *Finnegan's Wake* de James Joyce : "Trois quarks pour M'sieur Mark".

Cherchant à faire accepter ses idées sur le quark, Gell-Mann se rappelait de son expérience antérieure quand il avait inventé le mot "étrangeté" pour un nouveau nombre quantique. Les physiciens étaient habitués à attribuer des lettres grecques aux particules. S'il fallait inventer un mot nouveau ils cherchaient à le dériver du grec classique. Ce n'était pas le cas de Gell-Mann qui avait allègrement balancé sur la scène son hétérodoxe "étrangeté" et que l'on taxait de frivolité. Se rappelant de ces difficultés, Gell-Mann, qui travaillait aux Etats-Unis, envoya son article sur les quarks au journal européen *Physics Letters*, où il fut publié en 1964.

Quatre as

Toutefois, en 1963 Zweig ne savait rien des idées sur les quarks qui circulaient dans le cerveau de Gell-Mann. Zweig pensait qu'il devait exister quatre constituants (parce qu'il y avait quatre particules à interaction faible ou leptons) et il les appela des "as". Après avoir quitté Caltech, Zweig travailla au CERN quelque temps, apportant avec lui ses idées sur les as. Son article parut en janvier 1964 sous la forme d'un pré-tirage interne du CERN. Zweig voulait que son travail paraisse dans une revue des Etats-Unis et le CERN le pressait de publier en Europe. Cependant, comme il n'était pas connu, son idée ne fut pas reprise et son article ne fut largement publié que plusieurs années plus tard, une fois la valeur de ses idées reconnue et le pré-tirage du CERN sur les "as" fut alors reproduit.

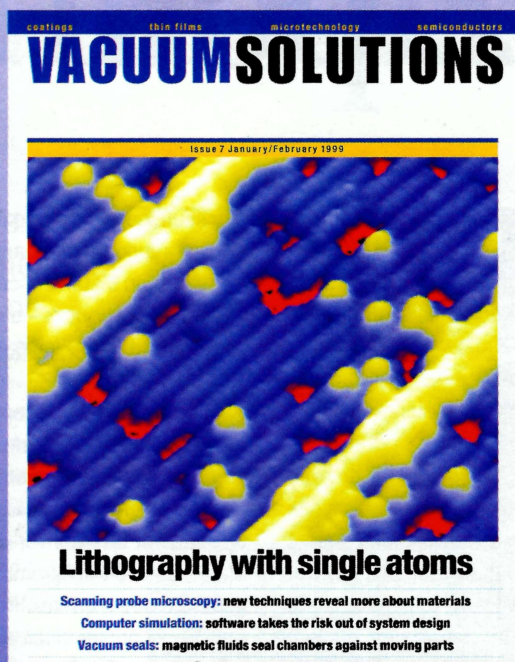
En Israël, au début des années 60, Yuval Ne'eman et Haim Goldberg avaient également concocté un motif triple de symétrie sous-jacente, mais bien qu'accepté pour publication, leur travail aussi tomba aux oubliettes.

Plus tard Zweig écrivit : "La réaction de la communauté de la physique théorique au modèle des as fut loin d'être favorable. La difficulté de publier le rapport CERN dans la forme que je désirais fut telle que finalement j'abandonnais."

Malgré l'échec du modèle des as, les contributions de Zweig ne sont pas oubliées. La règle de sélection affirmant que les quarks constitutifs doivent persister (par exemple que le phi se désintègre préférentiellement en deux kaons) s'appelle la "règle de Zweig".

Par la suite Zweig allait mettre son talent au service de la recherche sur la physiologie sensorielle où en 1975 ses travaux menèrent au développement de ce qu'on appelle actuellement la transformée des ondelettes continues – une technique pour présenter et extraire d'un signal les informations de temps et de fréquence. Plus récemment il a proposé un modèle de mécanique cochléaire prédisant que l'oreille produit des sons en même temps qu'elle les écoute. Des expériences ont confirmé ses prédictions. Il est membre associé du Laboratoire national de Los Alamos aux Etats-Unis depuis 1985. □

VACUUM SOLUTIONS



The only magazine entirely devoted to the needs of vacuum users

If you work in vacuum, coatings, microtechnology, semiconductors or thin films, make sure you join the ever-growing number of professionals who rely on *Vacuum Solutions* for the very latest information relevant to their work.

Written by industry insiders and scientific experts, *Vacuum Solutions* is the dedicated publication highlighting the latest innovations that rely on the use of vacuum technology.

Subscription Form

Yes! I would like to take out a subscription to *Vacuum Solutions*.

☐ £48/\$90 6 Issues

☐ £77/\$144 12 Issues **SPECIAL INTRODUCTORY OFFER – 20% DISCOUNT**

Cheques and money orders should be made payable to **IOP Publishing Limited**.

☐ Please charge my Amex/Diners/Mastercard/Visa

Card No

Expiry Date

☐ Please invoice me/my company

Name

Job title

Company

Address

Postcode

Country

E-mail

Tel. (inc. country and area code)

Fax (inc. country and area code)

Signature

Date

Please return to: *Vacuum Solutions* WDIS Ltd, Publishing House, Victoria Road, Ruislip Middlesex, HA4 0SX, United Kingdom

For fast service telephone the subscription hotline on +44 (0)181 845 8545 or photocopy and fax this to +44 (0)181 845 7696

If you have access to the Web you can complete the on-line form at <http://www.vacuum-solutions.com/subscribe.html>

CC0999