

GANIL



DOCUMENT AUDIOVISUEL (DIAPORAMA)
"INTRODUCTION A LA VISITE DU GANIL"

Joël POUTHAS

GANIL, BP. 5027, 14021 Caen-Cedex, France

et

Jean Pierre ANAZEL

ATELIER d'A

10 rue Pasteur, 14300 Caen, France

GANIL 85-01

DOCUMENT AUDIOVISUEL (DIAPORAMA)

" INTRODUCTION A LA VISITE DU GANIL "

Joël POUTHAS GANIL BP 5027 14021 CAEN Cédex
Jean-Pierre ANAZEL ATELIER D'A 10 Rue Pasteur 14300 CAEN

RESUME

Au cours de l'année 1985, nous avons réalisé un document audiovisuel (DIAPORAMA) d'introduction à la visite du GANIL. Depuis Novembre 1985, ce diaporama à 4 projecteurs d'une durée de 12 minutes est installé en permanence dans la Salle de Conférence de la Maison d'Hôtes du GANIL. Nous avons également extrait de ce document deux séquences vidéo (U-Matic 3/4 pouce) sur l'expérimentation en physique nucléaire et sur le principe de fonctionnement des cyclotrons. La réalisation de ces programmes audiovisuels a bénéficié du soutien du Commissariat à l'Energie Atomique (pour le matériel audiovisuel) et de la MIDIST (Mission interministérielle de l'information scientifique et technique).

SOMMAIRE

1 - Réalisation de programmes audiovisuels (DIAPORAMA) au GANIL	p. 2
2 - Participants : générique du diaporama	p. 4
3 - Texte du diaporama	p. 5
4 - Caractéristiques techniques des systèmes utilisés.....	p. 8
5 - Diagramme en temps du diaporama	p.10

1) REALISATION DE PROGRAMMES AUDIOVISUELS (DIAPORAMA) AU GANIL

Le Grand Accélérateur National d'Ions Lourds (GANIL) et ses activités de recherche sont présentés dans deux films 16 mm réalisés en 1983 (construction de l'accélérateur, film du CNRS Audiovisuel de 28 mn) et 1984 (faisceaux d'ions lourds, film du SFRS de 17 mn). Ces films sont d'un grand intérêt pour des conférences, mais leur utilisation en copie vidéo dans des Expositions (Foire et Bibliothèque Municipale de Caen, Salon de la Physique à Paris) ou lors de Journées Portes Ouvertes (mai 1984) nous a conduits à la nécessité de créer des documents mieux adaptés à ces manifestations :

- . Expositions : courte présentation (séquences de 4 minutes)
- . Visites et Journées Portes Ouvertes : Introduction aux principaux éléments de la visite (environ 12 minutes).

La réalisation, en janvier 1982, d'un Diaporama (fondu enchaîné) d'introduction à la visite de l'Institut de Physique Nucléaire d'Orsay avait montré l'intérêt de ce support audiovisuel, non seulement en raison de son faible prix de revient, mais également par sa grande souplesse dans l'évolution ultérieure du document (modification d'images par exemple). Grâce au soutien financier du Commissariat à l'Energie Atomique (Action Régionale 1984), nous disposions d'un ensemble Diaporama à 4 projecteurs (système SIMDA ED 4000). Au cours de cette même année, nous avons adapté la Salle de Conférence de la Maison d'Hôtes du GANIL en Salle de projection.

Au début de l'année 1985, nous avons commencé, avec la collaboration de l'ATELIER D'A de Caen* l'écriture du scénario d'un diaporama d'introduction à la visite du GANIL. Ce programme comportait non seulement des photographies du site, mais également une recherche de représentation du monde corpusculaire (atomes, noyaux, accélération des ions). Une étude du projet initial nous a conduits à engager (mars 1985) la réalisation d'une "version simplifiée" de ce diaporama qui a été présentée au personnel du GANIL à la fin du mois de juin 1985.

En août 1985, avec l'aide financière de la MIDIST (Mission Interministérielle de l'Information Scientifique et Technique), nous avons pu reprendre et poursuivre le développement de ce programme sur les points suivants :

- . complément d'images pour l'animation de séquences (collisions de noyaux, principe des accélérateurs). Ces images, créées à partir de maquettes en volume et de trucages photographiques, nécessitaient des temps de réalisation importants ;
- . amélioration de la partie "son" du diaporama, avec introduction d'une musique originale ;

*L'ATELIER D'A (10, rue Pasteur à Caen) est un Atelier spécialisé dans la conception et la réalisation d'expositions thématiques (Exposition d'introduction à la visite de la Tapisserie de Bayeux ; Exposition Internationale sur le luth ; l'Art Public ; la Fête du Vent ; La Fleur et le Papillon, etc...).

. réalisation de deux courtes séquences (4 minutes) sur l'expérimentation en physique nucléaire et le principe des accélérateurs (séquences construites à partir du programme principal et copiées en video).

Pour pouvoir réaliser ce nouveau programme qui comportait des séquences d'animation rapides, nous avons dû changer de système d'encodage et adopter un système entièrement informatisé compatible avec nos projecteurs (Système "Datavision" de SIMDA). Ce nouveau système nous permettra également de préparer les images du Diaporama (15 projecteurs) de l'exposition "Voyages au coeur de la matière" prévue à Caen en Mai 1986.

Aujourd'hui, en novembre 1985, nous disposons d'un diaporama (4 projecteurs, durée : 12 minutes) d'introduction à la visite du GANIL qui est installé en permanence dans la Salle de Conférence de la Maison d'Hôtes de notre Laboratoire. D'autre part, les deux séquences video extraites de ce document ont été intégrées au programme audiovisuel diffusé sur le stand du GANIL au Festival de l'Industrie et de la Technologie (Paris, Grande Halle de la Villette, du 17 Octobre 1985 au 20 Janvier 1986).

2) PARTICIPANTS : GENÉRIQUE DU DIAPORAMA

SCENARIO

Joël POUTHAS (GANIL)
avec la collaboration de : Monique BEX (GANIL)
Claude BIETH (GANIL)
Dominique GUILLEMAUD-MUELLER (GANIL)

GRAPHISME. ILLUSTRATIONS PHOTOGRAPHIQUES

Jean-Pierre ANAZEL (Atelier d'A)

ARCHIVES PHOTOGRAPHIQUES

Jean-Marie SCHULLER (14740 BRETTEVILLE L'ORGUEILLEUSE)

VOIX

Patrick COLLIN (Théâtre de l'Odon EPINAY S/ODON
14310 VILLERS BOCAGE)

ENREGISTREMENT

Radio France Basse Normandie (CAEN)

MUSIQUE

Hubert HAREL (CAEN)

ENCODAGE SUR ORDINATEUR

Myriam CREQUY (TAV SIMOA - PARIS)

REALISATION

Joël POUTHAS (GANIL)
Jean-Pierre ANAZEL (Atelier d'A)

EDITION

GANIL BP n° 5027 - 14021 CAEN Cedex
(Référence : Publication GANIL 85.01)

3) TEXTE DU DIAPORAMA

Le Grand Accélérateur National d'Ions Lourds, GANIL, est un laboratoire de recherche fondamentale en physique nucléaire.

Qu'est-ce que la physique nucléaire ?

Toute matière est constituée par l'assemblage d'un très grand nombre de corpuscules : les atomes.

Les atomes sont trop petits pour être vus. En effet, il y a plus d'atomes dans une seule goutte d'eau... que de gouttes d'eau dans la mer de la Manche. Comment peut-on se représenter un atome ?

Au cours des années 1910, des physiciens ont proposé un modèle où l'atome est constitué d'électrons gravitant autour d'un centre.

Dix mille fois plus petit que l'atome lui-même, ce centre, le noyau, contient la quasi totalité de la masse de l'atome.

Depuis 1932, on sait qu'il est composé de deux sortes de nucléons de masse voisine : les protons et les neutrons.

La physique nucléaire se propose essentiellement de comprendre les propriétés de ce constituant fondamental de toute matière : le noyau atomique.

Trop petit pour être observé, le noyau est étudié de manière indirecte.

Les protons et les neutrons sont fortement liés entre eux. Lorsqu'un noyau rencontre à très grande vitesse un autre noyau, les fragments produits peuvent être détectés et analysés.

Cependant, le noyau ne constitue qu'un petit amas au coeur d'une immensité vide. Pour obtenir et étudier une collision, il faut une grande quantité de projectiles, un faisceau de noyaux.

Une expérience de physique nucléaire se réalise au moyen du bombardement des noyaux d'une cible de matière par un faisceau d'autres noyaux lancés à grande vitesse.

Lorsqu'une collision se produit, des fragments sont émis. Des dispositifs spécifiques détectent ces fragments.

A titre d'exemple, illustrons la détermination de la masse d'un noyau produit lors d'une collision. Un premier détecteur donne l'énergie de ce noyau. Deux autres détecteurs, placés sur le même axe, permettent, par l'intermédiaire d'une mesure de temps de déterminer la vitesse. Grâce à ces deux informations, on calcule la masse de ce noyau, c'est-à-dire, son nombre de nucléons.

Au cours d'une expérience, les ensembles de détection servent à convertir les informations en signaux électriques. Ces signaux traités par des dispositifs électroniques adaptés sont convertis en informations numériques. Un traitement informatique conduit aux résultats expérimentaux qui sont analysés et interprétés afin d'être publiés dans des revues internationales.

Pour réaliser ces expériences, un accélérateur fournit le faisceau de noyaux projectiles. C'est en utilisant leur propriété électrique que l'on peut accélérer des noyaux.

Placée entre deux plaques possédant une différence de potentiel, une charge électrique est accélérée.

L'accélération est d'autant plus importante que la charge électrique est grande et que la différence de potentiel est élevée.

Les électrons d'un atome portent des charges électriques élémentaires négatives.

Les neutrons du noyau sont neutres et les protons ont une charge électrique élémentaire positive.

Les nombres d'électrons et de protons étant égaux, l'atome est électriquement neutre. Si on enlève des électrons, cet équilibre est perturbé et on obtient un atome chargé positivement, un ion qui peut être accéléré.

Dans un accélérateur de type Van de Graaf, les ions produits par une source sont accélérés par un champ électrique fourni par une tension continue. Mais pour obtenir les vitesses désirées au GANIL, il faudrait des tensions de plusieurs centaines de millions de volts qui ne peuvent être atteintes. On a eu recours à un autre type d'accélérateur : le cyclotron dont nous allons brièvement regarder le principe.

Dans un champ magnétique produit par un aimant, une charge électrique se déplace sur une trajectoire circulaire. En ajoutant à cet aimant une source d'ions et deux électrodes reliées à une tension alternative, on obtient le schéma de principe d'un cyclotron.

L'aimant maintient les ions sur des trajectoires circulaires, tandis que le changement alternatif de la tension les accélère à chaque demi-tour. On obtient ainsi une somme d'accéléérations successives.

L'aimant qui constitue les grands cyclotrons du GANIL est divisé en quatre secteurs.

L'accélérateur GANIL est en fait un ensemble composé d'un cyclotron compact "Co" et de deux cyclotrons à secteurs séparés "CSS1" et "CSS2".

Suivons maintenant le parcours des ions lors de leur accélération.

Le faisceau prend naissance dans le cyclotron compact "Co". Un ensemble mécanique permet d'introduire au centre de "Co" une source qui fournit des ions faiblement chargés. Accéléré une première fois dans ce cyclotron, le faisceau d'ions est ensuite guidé par de petits aimants qui le maintiennent au centre d'un tube sous vide. Dirigés vers le cyclotron à secteurs séparés CSS1, les ions sont à nouveau accélérés au cours de nombreux tours effectués dans ce cyclotron. Le faisceau est alors extrait et conduit vers l'éplucheur où les ions traversent à grande vitesse une mince feuille de carbone. Des électrons sont arrachés et les ions acquièrent une charge positive beaucoup plus grande.

Ils peuvent être à nouveau accélérés.

C'est le rôle du deuxième cyclotron à secteurs séparés CSS2 identique au premier. A la sortie de ce cyclotron, l'accélération est terminée.

Un spectromètre en forme d'alpha analyse l'énergie du faisceau.

Pour se protéger des radiations émises pendant le fonctionnement, un blindage en béton entoure et recouvre l'ensemble des accélérateurs et des aires d'expériences.

Dans ces aires, le faisceau peut être dirigé à partir d'une arête centrale vers différentes salles où sont installés des dispositifs expérimentaux variés. Il est conduit vers une enceinte maintenue sous vide, la chambre à réaction, où est placée la cible de matière.

Les expériences réalisées au GANIL appartiennent à un domaine particulier et important de la physique nucléaire : la physique des IONS LOURDS. La physique des ions lourds est l'étude du comportement des noyaux soumis au bombardement de projectiles lourds, c'est-à-dire d'autres noyaux dont le nombre de nucléons est élevé.

Avec GANIL, il est possible d'accélérer des ions depuis le carbone dont le noyau a 12 nucléons jusqu'à l'uranium, le noyau le plus lourd, dans la nature, qui en a 238.

Pour parvenir à cette situation privilégiée, il a fallu dix années d'étude et de construction :

1973 : début des études d'un accélérateur national d'ions lourds

1975 : décision gouvernementale de la construction. Choix du site de Caen.

1976 : début de la construction.

celle-ci s'est poursuivie durant six années avec le concours d'industries françaises dotées de technologies de pointe.

La construction de l'accélérateur et des équipements a été assurée par l'Institut de Recherche Fondamentale du Commissariat à l'Energie Atomique et l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules du Centre National de la Recherche Scientifique. Une contribution importante au financement a été apportée par la Région Basse-Normandie.

1982 : Premiers essais de l'accélérateur

Janvier 1983 : Première expérience de physique.

Depuis cette date, environ 50 expériences sont programmées chaque année.

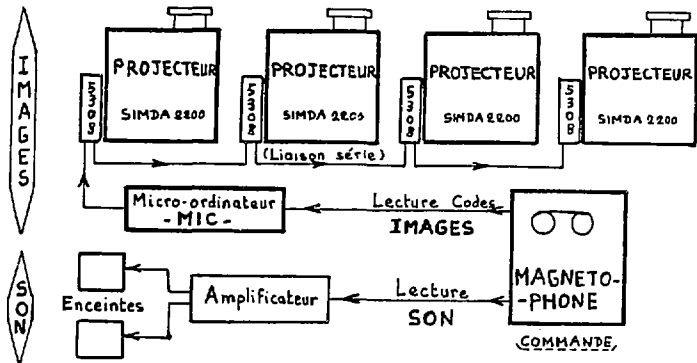
400 physiciens français et étrangers viennent à Caen pendant plusieurs semaines pour les réaliser.

Le Grand Accélérateur National d'Ions Lourds, GANIL, est, aujourd'hui, au niveau mondial, un laboratoire important pour la recherche fondamentale en physique nucléaire.

4) CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES SYSTEMES UTILISES

Une première version du diaporama a été réalisée sur 4 projecteurs (SIMDA 2200) couplés à un synchronisateur SIMDA ED 4000 : 2 projecteurs en fondu enchaîné (voies A-B de l'ED 4000), 1 projecteur individuel (voie C) et 1 projecteur en "cut" (voie auxiliaire : AUX 1). Le système d'encodage de l'ED 4000 (manuel, en temps réel) ne permettait pas d'assurer dans de bonnes conditions la synchronisation de séquences d'animation rapides (passage atome/noyau ; collision de noyaux, etc...). Pour la réalisation de la version définitive du diaporama, nous avons changé de dispositif et adopté un système entièrement informatisé : la DATAVISION de SIMDA. L'encodage est réalisé par programme (sur microordinateur spécifique MIC 3 ou programme MIC Soft sur APPLE 2) dont les instructions sont synchronisées sur une horloge de référence. Ce système permet, pour chaque projecteur, un calage précis (au 1/100e de seconde) des différents effets (variation du niveau de lumière, utilisation des volets des projecteurs, possibilité de recherche de diapositives, etc...).

En exploitation, le système DATAVISION est simplement commandé par un magnétophone à 2 voies de lecture : 1 voie Audio (son du diaporama), 1 voie de synchronisation (lecture des codes enregistrés sur la bande, transmission série par le microordinateur MIC, réception et décodage par un interface numérique "DATAVISION 5308" au niveau de chaque projecteur).



Le système utilisé au GANIL est le suivant :

- . 4 projecteurs SIMDA 2200 avec objectifs Zoom 110/200
- . 4 interfaces SIMDA DATAVISION 5308 (3 câbles de liaison K D1)
- . 1 microordinateur SIMDA type MIC 3
- . 1 magnétophone à cassettes type 124 AV (Voie son : monophonique)
- . 1 amplificateur SONY TA-AX35 et 2 enceintes SIARE DA 300 (ce matériel est également utilisé pour la diffusion du son des programmes "cinéma 16 mm et "téléprojection video grand écran").

Remarque : Le microordinateur MIC 3 permet un encodage de diaporama jusqu'à 8 projecteurs. Cependant, pour assurer une mise à disposition rapide du diaporama GANIL, nous avons réalisé l'encodage en collaboration avec la Société TAV SIMDA (encodage sur APPLE 2 : programme MIC Soft compatible en diffusion avec le MIC 3).

Renseignements sur le matériel audiovisuel utilisé :

TAV SIMDA - 18, rue Goubet, 75019 PARIS
Tel. 42.00.67.01

5) DIAGRAMME EN TEMPS DU DIAPORAMA

Le diaporama d'introduction à la visite du GANIL a été réalisé sur système SIMDA DATAVISION à 4 projecteurs (cf § 4).

Le diagramme en temps représente la synchronisation du son (TEXTE) et des images (PROJECTEURS) par rapport à une horloge de référence :

Projecteur A : adresse sur l'interface n° 10
Projecteur B : adresse sur l'interface n° 11
Projecteur C : adresse sur l'interface n° 12
Projecteur D : adresse sur l'interface n° 13.

La numérotation des diapositives correspond à la position de celles-ci dans le magasin du projecteur. Par exemple, B7 est la septième diapositive du projecteur B.

Pour chaque projecteur, le diagramme vertical représente la variation du niveau de lumière (0 à 100 %).

TEXTE

PROJECTEURS

DIAPPOSITIVES

TEMPS	PROJECTEURS				DIAPPOSITIVES
	A	B	C	D	
0					<u>Prégénérique (Collision)</u> A1 - Fond ble C1 - Noyau cible B1 - Noyau projectile (I) D1 - Noyau projectile (II) B2 - Noyau projectile (III) D2 - Fragments (cible) C2 - Fragments (projectile)
20		1 2	1 2	1 2	<u>Titres</u> B3 - GANIL C3 - Physique nucléaire
40		3 4 5	3 4 5	3 4 5	<u>Matière</u> D3 - Epis de blé B4 - Champ de blé fauché C4 - Oeufs D4 - Prunes B5 - Galets C5 - Charbon D5 - Clous
1'		6 7	6 7	6 7	<u>Dimensions: atomes/gouttes d'eau</u> B6 - Une goutte d'eau C6 - Un ensemble de gouttes D6 - Mer de la Manche
1'20		8 9	8 9	8 9	<u>Photos des années 1940-1920</u> B7 - Laboratoire de Rutherford C7 - Conférence Solovj 1943 D7 - Titre
1'40		10	10	10	<u>De l'atome au noyau</u> B8 - Orbites électrons (I) C8 - Orbites électrons (II) D8 - Orbites électrons (III) B9 - Noire - C9 - Noyau (Point) (I) D9 - Noyau (II) B10 - Noyau (III) C10 - Noyau (IV)

Le Grand Accélérateur National d'Ions Lourds, GANIL, est un laboratoire de recherche fondamentale en physique nucléaire.
Qu'est-ce-que la physique nucléaire?

Toute matière est constituée par l'assemblage d'un très grand nombre de corpuscules: les atomes.

Les atomes sont trop petits pour être vus. En effet, il y a plus d'atomes dans une seule goutte d'eau... que de gouttes d'eau dans la mer de la Manche.
Comment peut-on se représenter un atome?

Au cours des années 1940, des physiciens ont proposé un modèle où l'atome est constitué d'électrons gravitant autour d'un centre.

Dix mille fois plus petit que l'atome lui-même, ce centre, le noyau, contient la quasi totalité de la masse de l'atome.

TEXTE

PROJECTEURS

DIAPPOSITIVES

TEMPS	PROJECTEURS				DIAPPOSITIVES
	A	B	C	D	
1 ⁴⁰	1		10		Noyau D10 - Protons - Neutrons (Texte)
				10	
2 ⁰⁰		11			Physique nucléaire B11 - Point d'interrogation (Dessin)
		11			
2 ²⁰			11		Physique nucléaire Expériences D11 - Titre
				11	
2 ⁴⁰		12			Collision de noyaux C11 - Noyau cible
		12			
2 ⁴⁰		13			B12 ; D12 ; B13 ; D13 ; B14
		13			D14 : Noyau projectile
2 ⁴⁰		14			B15 et C12 : Fragments (Cible) (Projectile)
		14			
2 ⁴⁰		15			Nécessité d'un faisceau D15 - Atomes (Orbites)
		15			
2 ⁴⁰		16			B16 ; C13 } Frajectoire du B17 et C14 } noyau projectile.
		16			B18 - Eclatement du noyau cible
2 ⁴⁰		17			Expérience de physique nucléaire (Explication)
		17			
2 ⁴⁰		18			C15 - Intérieur de Nautilus (I) D16 - Faisceau/Cible (Texte)
		18			
3 ⁰⁰			15		B19 - Intérieur de Nautilus (II)
				15	
3 ⁰⁰			16		A2 - Cible (Texte) C16 - Trajectoires (Dessin) D17 - Détecteurs (Texte)
				16	
3 ⁰⁰		19			
		19			
3 ⁰⁰			16		
				16	
3 ⁰⁰				17	
					17

TEXTE

PROJECTEURS

DIAPPOSITIVES

TEMPS

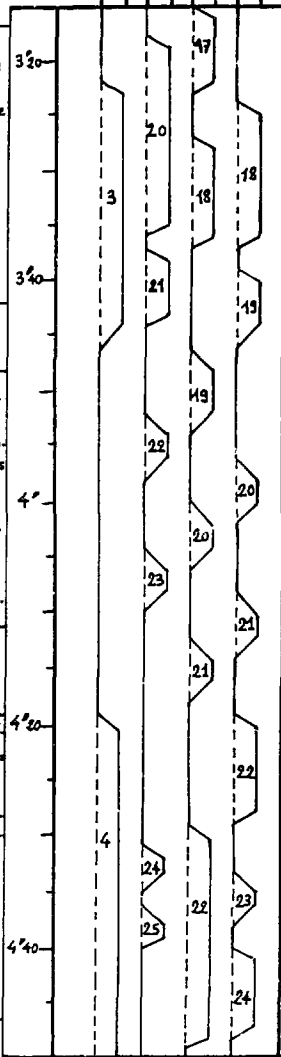
A B C D

A titre d'exemple, illustrons la détermination de la masse d'un noyau produit lors d'une collision. Un premier détecteur donne l'énergie de ce noyau. Deux autres détecteurs placés sur le même axe, permettent, par l'intermédiaire d'une mesure de temps de déterminer la vitesse. Grâce à ces deux informations, on calcule la masse de ce noyau, c'est à dire son nombre de nucléons.

Au cours d'une expérience, les ensembles de détection servent à convertir les informations en signaux électriques. Ces signaux traités par des dispositifs électroniques adaptés sont convertis en informations numériques. Un traitement informatique conduit aux résultats expérimentaux qui sont analysés et interprétés afin d'être publiés dans des revues internationales.

Pour réaliser ces expériences, un accélérateur fournit le faisceau de noyaux projetés. C'est en utilisant leur propriété électrique que l'on peut accélérer des noyaux.

Placé entre deux plaques possédant une différence de potentiel, une charge électrique est accélérée. L'accélération est d'autant plus importante que la charge électrique est grande et que la différence de potentiel est élevée.



Exemple de détection:
(Temps de vol)

C17 - Intérieur de Nautilus (II)
 B20 - Cible + trajet (Trois)
 A3 - Fond quadrillé (droit)
 D18 - Détecteur "Energie"
 C18 - 2 détecteurs (Temps/Vitesse)
 B21 - Formule:

$$\text{Energie} = \frac{(\text{Vitesse})^2}{2}$$

 D19 - Masse

Expériences (Photos)

C19 - Détecteurs (Nautilus II)
 B22 - Electronique (Vue générale)
 D20 - Electronique (Gros plan)
 C20 - Moniteur couleur
 B23 - Console (Verte)
 D21 - Spectre sur console
 C21 - Spectre "bi-dim" (Couleur)

Titre

A4 - Fond bleu
 D22 - Accélérateur.

Principes de l'accélération

C22 - Deux plaques
 B24 - Charge électrique (I)
 D23 - Charge électrique (II)
 B25 - Charge électrique (III)
 D24 - Charge + flèches

TEXTE

PROJECTEURS

DIAPPOSITIVES

	TEMPS	PROJECTEURS				DIAPPOSITIVES
		A	B	C	D	
Les électrons d'un atome portent des charges électriques élémentaires négatives.	5'		26	23		<u>Notion d'ion</u> B26 - Orbites électrons
Les neutrons du noyau sont neutres et les protons ont une charge électrique élémentaire positive.				24	25	C23 - Charges électrons : - D25 - Noyau
Les nombres d'électrons et de protons étant égaux, l'atome est électriquement neutre. C. on enlève des électrons, cet équilibre est perturbé et on obtient un atome chargé positivement, un ion qui peut être accéléré.	5'20		27	25	26	C24 - Charges protons : + B27 - 8 charges + 6 charges - } atome neutre C25 - 2 charges - D26 - Ion positif (Titre)
Dans un accélérateur de type Van de Graaf, les ions produits par une source sont accélérés par un champ électrique fourni par une tension continue. Mais pour obtenir les vitesses désirées au GANIL, il faudrait des tensions de plusieurs centaines de millions de volts qui ne peuvent être atteintes. On a eu recours à un autre type d'accélérateur: le cyclotron dont nous allons brièvement regarder le principe.	5'40	4		26	27	<u>Du Van de Graaf au Cyclotron.</u> C26 - Van de Graaf (Principe) D27 - Source d'ions B28 - Spirale C27 - Cyclotron (Titre)
Dans un champ magnétique produit par un aimant, une charge électrique se déplace sur une trajectoire circulaire.	6'		28	27		<u>Cyclotron (Principaux éléments)</u> D28 - Aimant
En ajoutant à cet aimant une source d'ions et deux électrodes reliées à une tension alternative, on obtient le schéma de principe d'un cyclotron.	6'20		29		28	C28 - Trajectoire circulaire B29 - Source d'ions et électrodes D29 - Aimant du cyclotron
				29	29	C29 - Source d'ions et électrodes du cyclotron

TEXTE

PROJECTEURS

DIAPPOSITIVES

	TEMPS	PROJECTEURS				DIAPPOSITIVES
		A	B	C	D	
<p>L'aimant maintient les ions sur des trajectoires circulaires, tandis que le changement alternatif de la tension les accélère à chaque demi-tour. On obtient ainsi une somme d'accélération successive.</p>	6 ⁴⁰			30	30	<p><u>Cyclotron</u> (Principe de fonctionnement)</p> <p>B30 - Cyclotron (Vue de dessus)</p> <p>C30 (I); D30 (II); C31 (III) D31 (IV); C32 (V); D32 (VI) et C33 (VII): Animation trajectoires des ions.</p>
			4	30	34	
<p>L'aimant qui constitue les grands cyclotrons du GANIL est divisé en 4 secteurs.</p>				34	33	<p><u>CSS du GANIL</u></p> <p>D33 - Aimant en 4 secteurs C34 - Trajectoire en spirale</p>
<p>L'accélérateur GANIL est en fait un ensemble composé d'un cyclotron compact "C₀" et de deux cyclotrons à secteurs séparés "CSS1" et "CSS2".</p>	7 ⁰		4	35	34	
<p>Suivons maintenant le parcours des ions lors de leur accélération.</p>		5		37	35	<p><u>GANIL (C₀, CSS1, CSS2)</u></p> <p>B91 - Photo des 3 cyclotrons C35 - C₀ (Titre) D34 - CSS1 (Titre) C36 - CSS2 (Titre) A5 - Fond quadrille (Perspective) C37 - Parcours des ions D35 - C₀, CSS1, CSS2 (Titre)</p>
<p>Le faisceau prend naissance dans le cyclotron compact "C₀". Un ensemble mécanique permet d'introduire au centre de "C₀" une source qui fournit des ions faiblement chargés. Accéléré une première fois dans ce cyclotron, le faisceau d'ions est ensuite guidé par de petits aimants qui le maintiennent au centre d'un tube sous vide. Dirigés vers le cyclotron à secteurs séparés CSS1, les ions sont à nouveau accélérés au cours de nombreux tours effectués dans ce cyclotron. Le faisceau est alors extrait et conduit vers l'éplucheur où les ions traversent à grande vitesse une mince feuille de carbone. Des électrons sont arrachés et les ions acquièrent une charge positive beaucoup plus grande.</p>	7 ²⁰		32	38	36	
	7 ⁴⁰		33	35		<p><u>GANIL</u> <u>Succession des cyclotrons</u> (Photos)</p> <p>B22 - C₀ (Vue générale) C38 - C₀ - Banc source D36 - C₀ - Tête de source B33 - C₀ - Intérieur C39 - Ligne de faisceau D37 - Ligne de faisceau + CSS1 B34 - Ligne de faisceau + Éplucheur C40 - Éplucheur</p>
<p>Ils peuvent être à nouveau accélérés.</p>	8 ⁰		34	40		

TEXTE

PROJECTEURS

DIAPPOSITIVES

	TEMPS	PROJECTEURS				DIAPPOSITIVES
		A	B	C	D	
C'est le rôle du deuxième cyclotron & secteurs séparés CSS2 identique au premier. A la sortie de ce cyclotron l'accélération est terminée.					38	GANIL Accélérateur (rin). Aires d'Expériences (Photos)
Un spectromètre en forme d'alpha analyse l'énergie du faisceau.	8'20		35			
Pour se protéger des radiations émises pendant le fonctionnement, un blindage en béton entoure et recouvre l'ensemble des accélérateurs et des aires d'expériences.					39	D38 - Cyclotron CSS2 B35 - Cyclotron CSS2 C41 - Spectromètre α D35 - Béton (Détail) B36 - Béton (CSS2 et α)
Dans ces aires, le faisceau peut être dirigé à partir d'une grète centrale vers différentes salles où sont installés des dispositifs expérimentaux variés. Il est conduit vers une enceinte maintenue sous vide, la chambre & réaction, où est placée la cible de matière.	8'40				42	C42 - "Arête de poisson"
Les expériences réalisées au GANIL appartiennent à un domaine particulier et important de la physique nucléaire: la physique des ions lourds. La physique des ions lourds est l'étude du comportement des noyaux soumis au bombardement de projectiles lourds, c'est à dire d'autres noyaux dont le nombre de nucléons est élevé.	9'				40	D40 - "Arête de poisson" (Détail) B37 - Chambre Cyrano C43 - Cible dans Cyrano
Avec GANIL, il est possible d'accélérer des ions depuis le carbone dont le noyau a 12 nucléons jusqu'à l'uranium, le noyau le plus lourd dans la nature, qui en a 238.	9'20				43	<u>Ions Lourds</u> D41 - Ions lourds (Titre) B38 - Spectre $E \times \Delta E$ A6 - Fond quadrillé (droit) C44 - Carbone \rightarrow Uranium B39 - Chiffres (12 \rightarrow 238)
Pour parvenir à cette situation privilégiée, il a fallu dix années d'étude et de construction: 1973: début des études d'un accélérateur national d'ions lourds 1975: décision gouvernementale de la construction. Choix du site de Caen.	9'40				44	<u>Calendrier de construction</u> A7 - Fond calendrier B40 - Date *1973* C45 - Date *1975*

TEXTE

PROJECTEURS

DIAPPOSITIVES

TEMPS	PROJECTEURS				DIAPPOSITIVES
	A	B	C	D	
1976 : début de la construction celle-ci s'est poursuivie durant six années avec le concours d'industries Françaises dotées de technologies de pointe				42	Calendrier de construction (Suite)
			41	46	D42 - Date "1976"
			42	43	Photos : construction
La construction de l'accélérateur et des équipements a été assurée par l'Institut de Recherche Fondamentale du Commissariat à l'Energie Atomique et l'Institut de Physique Nucléaire et de Physique des Particules du Centre National de la Recherche Scientifique. Une contribution importante au financement a été apportée par la Région Basse Normandie.	7		47	44	B41 - Bâtiments C46 - Béton (Aires) D43 - Camion de transport B42 - CSS (Aliments) C47 - Cavité du CSS D44 - Entrée cavité HF → CSS B43 - Co (Vue générale) C48 - Les 2 CSS (Fin de construction) D45 - Vue CSS2 et béton
			43	48	
			44	45	B44 - Date "1982"
1982 : premiers essais de l'accélérateur. Janvier 1983 : première expérience de physique.			45		C49 - Date "Janvier 1983"
Depuis cette date, environ 50 expériences sont programmées chaque année.			46		<u>GANIL en fonctionnement (Photos)</u>
			45		D46 - Salle de physique (4 physiciens) B45 - Nautilus (Plan général) C50 - Nautilus (DéTECTEURS) D47 - Electronique (4 mains) B46 - Electronique (Gros plan) C51 - Réglage PM D48 - Salle de physique B47 - Ligne de faisceau
400 physiciens français et étrangers viennent à Caen pendant plusieurs semaines pour les réaliser.			46	47	
			47	51	
Le Grand Accélérateur National d'Ions Lourds, GANIL, est, aujourd'hui, au niveau mondial, un laboratoire important pour la recherche fondamentale en physique nucléaire.			48	48	<u>Générique</u>
			47		A5 - Fond quadrille (Reprise Dia)
			48	52	B48 : CSS ; B49 C53 et B50 : Texte du générique.
			49	53	
			50		
	5				