

1 avril 2001

Contrôle du Cosmophone

Manuel d'utilisation

Version 2.0

David Calvet

Centre de Physique des Particules de Marseille
163 avenue de Luminy, case 907, F-13288 Marseille cedex 9

calvet@in2p3.fr

Table des matières

1	L'application CosmoCtrl	7
1.1	Fonctions d'utilisation courante	8
1.1.1	Démarrage	8
1.1.2	Extinction	8
1.1.3	Fenêtre principale	10
1.2	Autres fonctions	12
1.2.1	Acquisition des événements	12
1.2.2	Contrôle de la haute tension	14
1.2.3	Visualisation en trois dimensions	16
1.2.4	Histogrammes de contrôle	18
1.2.5	Bloc "Interfaces"	20
1.2.6	Fichiers de configuration	20
1.2.7	Fichier de contrôle des actions	20
1.2.8	Fermeture	20
2	L'application CosmoConfig	21
2.1	Fenêtre principale	22
2.1.1	Fermeture	22
2.1.2	Bloc "Experts seulement !"	22
2.1.3	Bloc "Démarrage"	24
2.1.4	Bloc "Extinction"	24
2.1.5	Bloc "Acquisition"	26
2.1.6	Bloc "Message défilant"	26
2.1.7	Bloc "Visualisation en 3D"	28
2.2	Mode expert	30
2.2.1	Fenêtre "Câble d'Entrées/Sorties"	30
2.2.2	Fenêtre "MIDI"	34
2.2.3	Fenêtre "Configuration 3D"	36

A	Algorithme de reconstruction	40
A.1	Recherche des amas	40
A.2	Recherche des trajectoires	41
B	Protocole de communication avec le processeur sonore	42
B.1	Événement cosmique	42
C	Histogrammes de contrôle	44
C.1	Avant reconstruction	44
C.2	Après reconstruction	44
C.3	Autres histogrammes	45
D	Connection de la carte d'acquisition	46
D.1	Contrôle de la haute tension	46
D.2	Acquisition des événements cosmiques	46

Liste des figures

1.1	<i>Fenêtre de démarrage de l'application CosmoCtrl.</i>	9
1.2	<i>Fenêtre principale de l'application CosmoCtrl.</i>	11
1.3	<i>Bloc "Acquisition" de l'application CosmoCtrl.</i>	13
1.4	<i>Bloc "Haute Tension" de l'application CosmoCtrl.</i>	15
1.5	<i>Fenêtre "Contrôle Haute Tension" de l'application CosmoCtrl.</i>	15
1.6	<i>Bloc "Visualisation en 3D" de l'application CosmoCtrl.</i>	17
1.7	<i>Fenêtre "Histogrammes" de l'application CosmoCtrl.</i>	19
1.8	<i>Fenêtre principale de l'application HistoView.</i>	19
2.1	<i>Fenêtre principale de l'application CosmoConfig.</i>	23
2.2	<i>Bloc "Démarrage" de l'application CosmoConfig.</i>	25
2.3	<i>Bloc "Extinction" de l'application CosmoConfig.</i>	25
2.4	<i>Bloc "Acquisition" de l'application CosmoConfig.</i>	27
2.5	<i>Bloc "Message défilant" de l'application CosmoConfig.</i>	27
2.6	<i>Bloc "Visualisation en 3D" de l'application CosmoConfig.</i>	29
2.7	<i>Fenêtre "Câble d'Entrées/Sorties" de l'application CosmoConfig.</i>	31
2.8	<i>Fenêtre "Tests Haute Tension" de l'application CosmoConfig.</i>	33
2.9	<i>Fenêtre "MIDI" de l'application CosmoConfig.</i>	35
2.10	<i>Fenêtre "Configuration 3D" de l'application CosmoConfig, en mode "Position des détecteurs".</i>	37
2.11	<i>Fenêtre "Configuration 3D" de l'application CosmoConfig, en mode "Définition des contiguïtés".</i>	39
B.1	<i>Événement cosmique dans le protocole de communication avec le processeur sonore.</i>	43
D.1	<i>Les deux connecteurs du câble de la carte PCI-DIO-96. En bas est représenté le diagramme temporel des signaux de l'état des détecteurs et des signaux de déclenchement.</i>	47

Les applications de contrôle du Cosmophone

Le Cosmophone est contrôlé par l'application "CosmoCtrl", chargée :

- du pilotage et du monitoring des hautes tensions nécessaires au fonctionnement des photo-multiplicateurs,
- de l'acquisition des événements détectés par les scintillateurs,
- de la reconnaissance des événements physiques et de leur visualisation,
- de l'encodage au format MIDI des informations décrivant ces événements et leur envoi au processeur de traitement sonore.

La configuration de l'application CosmoCtrl peut être visualisée et modifiée par l'application "CosmoConfig".

Le chapitre 1 décrit l'application CosmoCtrl. Les fonctions les plus courantes sont décrites dans la section 1.1 alors que les fonctions demandant une plus grande connaissance du système sont décrites dans la section 1.2. L'application "HistoView" est décrite dans la section 1.2.4.

Le chapitre 2 décrit l'application CosmoConfig. Les fonctions de la fenêtre principale sont décrites dans la section 2.1 alors que les fonctions du mode expert, nécessitant une connaissance profonde du système, sont décrites dans la section 2.2.

Enfin, l'annexe A présente l'algorithme de reconstruction des événements, et l'annexe B présente le protocole de communication avec le processeur sonore (encodage des événements au format MIDI).

Chapitre 1

L'application CosmoCtrl

L'application CosmoCtrl permet de contrôler la haute tension des photomultiplicateurs du Cosmophone, d'acquérir les événements détectés par les scintillateurs, les visualiser, les encoder au format MIDI et les envoyer au processeur de traitement sonore.

Les fonctions courantes de l'application CosmoCtrl sont décrites dans la section 1.1. Les fonctions plus rarement utilisées sont décrites dans la section 1.2.

1.1 Fonctions d'utilisation courante

1.1.1 Démarrage

Au démarrage de l'application CosmoCtrl, diverses fenêtres apparaissent, dont la fenêtre de démarrage présentée sur la figure 1.1. Tant que cette fenêtre est visible, il est déconseillé d'interagir avec l'application CosmoCtrl.

Suivant la configuration définie par CosmoConfig (voir section 2.1), la mise sous tension des photo-multiplicateurs peut s'effectuer automatiquement. Dans ce cas, la fenêtre de démarrage reste visible pendant une vingtaine de secondes. La mise en marche de l'acquisition des événements peut aussi être effectuée automatiquement, si la configuration l'autorise.

Lorsque la fenêtre de démarrage disparaît, l'application CosmoCtrl peut être utilisée.

1.1.2 Extinction

Le bloc "Arrêt" de la fenêtre principale donne des informations sur l'extinction du Cosmophone (voir figure 1.2).

Selon la configuration définie dans CosmoConfig (voir section 2.1), un arrêt automatique du Cosmophone peut avoir été programmé. Dans ce cas, le texte "Programmé" indique la date et l'heure de cet arrêt, sinon il indique "aucun".

L'extinction manuelle du Cosmophone est aussi possible en cliquant sur le bouton "Extinction du Cosmophone" sans demande de confirmation.

Dans les deux cas (automatique ou manuelle), l'extinction du Cosmophone effectue la mise hors tension des photo-multiplicateurs, l'arrêt de l'acquisition et la fermeture de l'application CosmoCtrl. L'extinction peut aussi ordonner l'arrêt du processeur sonore ainsi que la mise en veille de l'ordinateur sur lequel s'exécute l'application CosmoCtrl, si ces possibilités ont été sélectionnées dans CosmoConfig (voir le texte "Extinction des ordinateurs").



Figure 1.1: Fenêtre de démarrage de l'application CosmoCtrl.

1.1.3 Fenêtre principale

Une fois que le démarrage de l'application CosmoCtrl est effectué, plusieurs fenêtres peuvent être présentes. Cependant, la seule fenêtre dont la présence est obligatoire est la fenêtre principale présentée sur la figure 1.2, sa fermeture entraînant l'extinction du Cosmophone.

Acquisition des événements

Le bloc nommé "Acquisition" permet de contrôler l'acquisition des événements détectés dans les scintillateurs. Lorsque l'état indique "En marche" (en vert), le Cosmophone est en fonctionnement, et le bouton "Arrêt" permet de stopper l'acquisition. Si l'état indique "Arrêté" (en rouge), le Cosmophone est arrêté et le bouton "Marche" permet de mettre en marche l'acquisition. Les boutons "Marche" et "Arrêt" sont un seul et même bouton dont la fonction et le nom dépendent de l'état de l'acquisition. Les autres fonctions de ce bloc sont décrites dans la section 1.2.1.

Visualisation des événements

Lorsque l'acquisition est en marche, la visualisation en trois dimensions des événements détectés est possible dans le bloc "Visualisation en 3D" (voir section 1.2.3).

Mise sous tension des photo-multiplicateurs

Si la mise sous tension automatique des photo-multiplicateurs n'a pas été activée dans CosmoConfig, il est nécessaire de l'effectuer de manière manuelle, à l'aide de la fenêtre "Contrôle Haute Tension" (voir section 1.2.2).

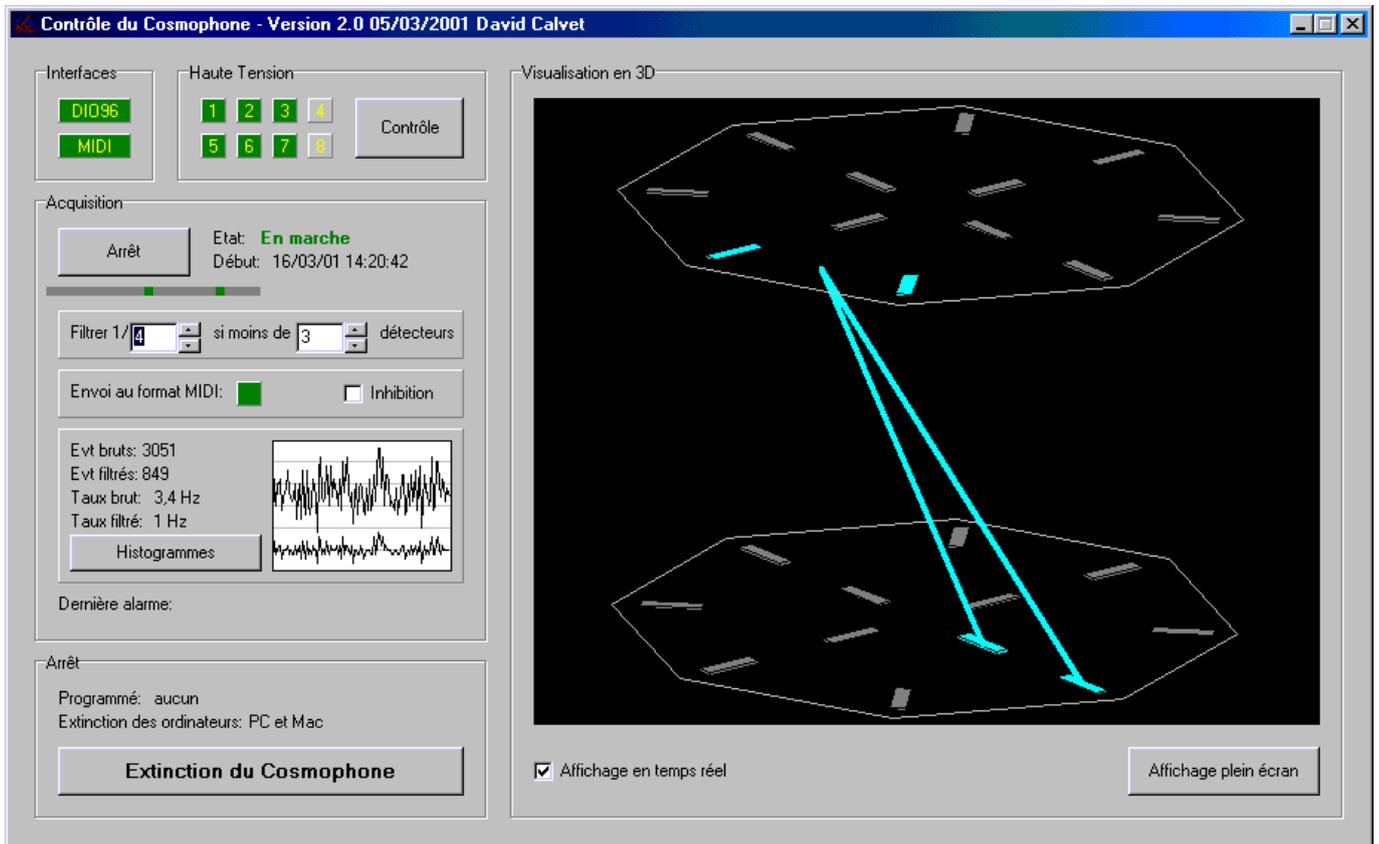


Figure 1.2: Fenêtre principale de l'application CosmoCtrl.

1.2 Autres fonctions

1.2.1 Acquisition des événements

Le bloc “Acquisition” de la fenêtre principale est présenté sur la figure 1.3.

Le texte “Début” indique la date et l’heure de la dernière mise en marche de l’acquisition. En dessous se trouve une représentation graphique schématisée du dernier événement, les carrés gris représentent les détecteurs non touchés, les détecteurs touchés étant représentés en vert.

Le texte “Dernière alarme” indique en rouge la date et l’heure de la dernière alarme enregistrée. Une alarme est déclenchée dans le cas où aucun événement n’a été détecté pendant une période de plus d’une minute. Si l’alarme persiste pendant plus de cinq minutes, la haute tension est automatiquement éteinte et l’acquisition est stoppée.

Filtrage des événements

Un mécanisme de filtrage des événements permet de réduire le taux d’événements par seconde pour atteindre un taux audible. Le filtrage ne laisse passer qu’un seul événement au bout de n événements détectés, n étant sélectionné dans le champ “Filtrer 1/...” ($n = 1$ supprime le filtrage). Afin de ne pas perdre les événements rares (multi-muons, gerbes), le filtrage n’est actif que sur les événements ayant un nombre de détecteurs touchés inférieur au nombre indiqué dans le champ “si moins de ... détecteurs”. Ces deux paramètres sont enregistrables dans la configuration par l’application CosmoConfig (voir section 2.1).

Contrôle de la communication avec le processeur sonore

Le bouton “Inhibition” permet de bloquer l’envoi des informations vers le processeur sonore. Dans ce cas, bien que les événements soient toujours détectés, aucun son ne devrait être émis.

Le voyant “Envoi au format MIDI” indique en temps réel l’envoi éventuel d’informations au processeur sonore. Si le voyant est gris, aucune information n’est envoyée. Si le voyant est vert, une information est en cours d’envoi. Si le voyant est rouge, les informations ne sont plus envoyées au processeur sonore, malgré les requêtes de l’acquisition (bouton “Inhibition” validé).

Nombre et taux d'événements détectés

Les nombres d'événements détectés depuis le démarrage de l'acquisition sont indiqués par les textes "Evt bruts" (avant filtrage) et "Evt filtrés" (après filtrage). De même les taux d'événements avant et après filtrage sont indiqués en nombre d'événements par seconde par les textes "Taux brut" et "Taux filtré". L'évolution de ces taux est représentée en temps réel dans la petite fenêtre graphique située à droite de ces nombres.

Le bouton "Histogrammes" permet d'accéder à plus d'informations concernant les événements détectés (voir section 1.2.4).

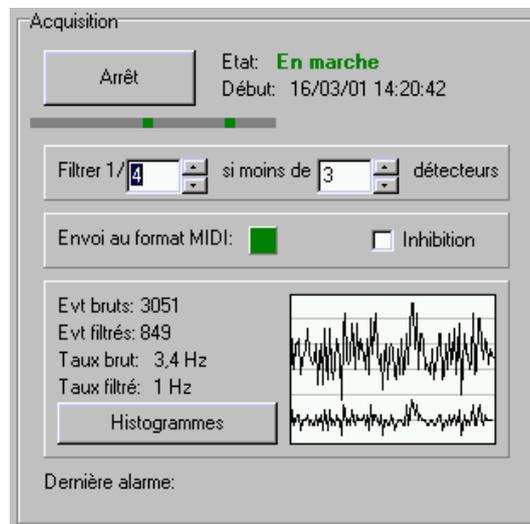


Figure 1.3: Bloc "Acquisition" de l'application CosmoCtrl.

1.2.2 Contrôle de la haute tension

Monitoring de la haute tension

Le bloc “Haute Tension” de la fenêtre principale est présenté sur la figure 1.4.

Chaque voyant indique l'état du boîtier HTD4 correspondant. Les voyants en gris clair correspondent aux boîtiers non connectés, les boîtiers pour lesquels la haute tension est éteinte sont représentés en gris foncé alors que les voyants sont verts si la haute tension est allumée. En cas d'alarme haute tension, le voyant correspondant au boîtier ayant généré l'alarme est rouge. La mise à jour des voyants de contrôle est effectuée toutes les quinze secondes environ.

Le bouton “Contrôle” permet de faire apparaître la fenêtre “Contrôle Haute Tension”.

Pilotage de la haute tension

La fenêtre “Contrôle Haute Tension”, présentée sur la figure 1.5, permet de contrôler l'allumage et l'extinction de la haute tension générée par les boîtiers HTD4.

Les boutons numérotés correspondent chacun à un boîtier HTD4, contrôlant la haute tension pour quatre photo-multiplicateurs. Les boutons apparaissant en grisé correspondent à des boîtiers qui ne sont pas connectés, conformément à la configuration déclarée dans CosmoConfig. Les autres permettent de contrôler la haute tension du boîtier HTD4 correspondant : la haute tension est allumée si le bouton est validé. Pour un contrôle plus rapide, le bouton “Allumer” allume et le bouton “Eteindre” éteint la haute tension de tous les boîtiers HTD4 connectés. Toute modification de l'état de la haute tension nécessite une dizaine de secondes pour être complètement effective.

Le texte “Dernière action” indique la date et l'heure de la dernière action effectuée (“Allumer” ou “Eteindre”).

L'état réel de la haute tension est représenté par les voyants situés à droite des boutons de contrôle des boîtiers HTD4. Dans le cas où l'état réel de la haute tension ne correspond pas à l'état requis par le bouton de contrôle correspondant, une alarme haute tension est générée.

Le texte “Dernière vérification” indique la date et l'heure de la dernière mise à jour des voyants de contrôle. Le texte “Dernière alarme” indique en rouge la date et l'heure de la dernière alarme haute tension.



Figure 1.4: Bloc "Haute Tension" de l'application CosmoCtrl.

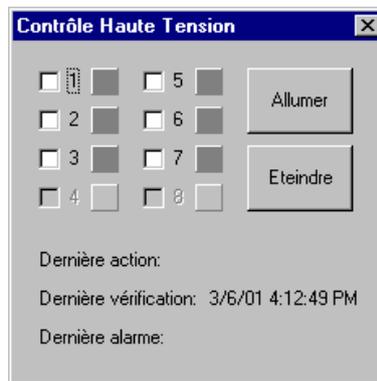


Figure 1.5: Fenêtre "Contrôle Haute Tension" de l'application CosmoCtrl.

1.2.3 Visualisation en trois dimensions

Le bloc “Visualisation en 3D” de la fenêtre principale est présenté sur la figure 1.6. Il permet la visualisation en trois dimensions et en temps réel des événements détectés.

Les couleurs utilisées pour l’affichage peuvent être sélectionnées avec l’application CosmoConfig (voir section 2.1).

Le bouton “Affichage en temps réel” permet de déterminer si les événements détectés sont représentés en temps réel ou non, ce qui permet de geler l’affichage afin d’étudier la topologie d’un événement sans pour autant stopper l’acquisition des événements et donc le fonctionnement normal du Cosmophone.

Le bouton “Affichage plein écran” permet d’afficher la représentation en plein écran.

Affichage en plein écran

Dans le cas de l’affichage plein écran, la fenêtre principale de l’application CosmoCtrl disparaît et seule la représentation en trois dimensions est visible. De plus, un texte configurable dans l’application CosmoConfig défile dans la partie inférieure de la fenêtre.

Il suffit de cliquer avec la souris ou d’enfoncer une touche du clavier pour stopper l’affichage plein écran et faire réapparaître la fenêtre principale.

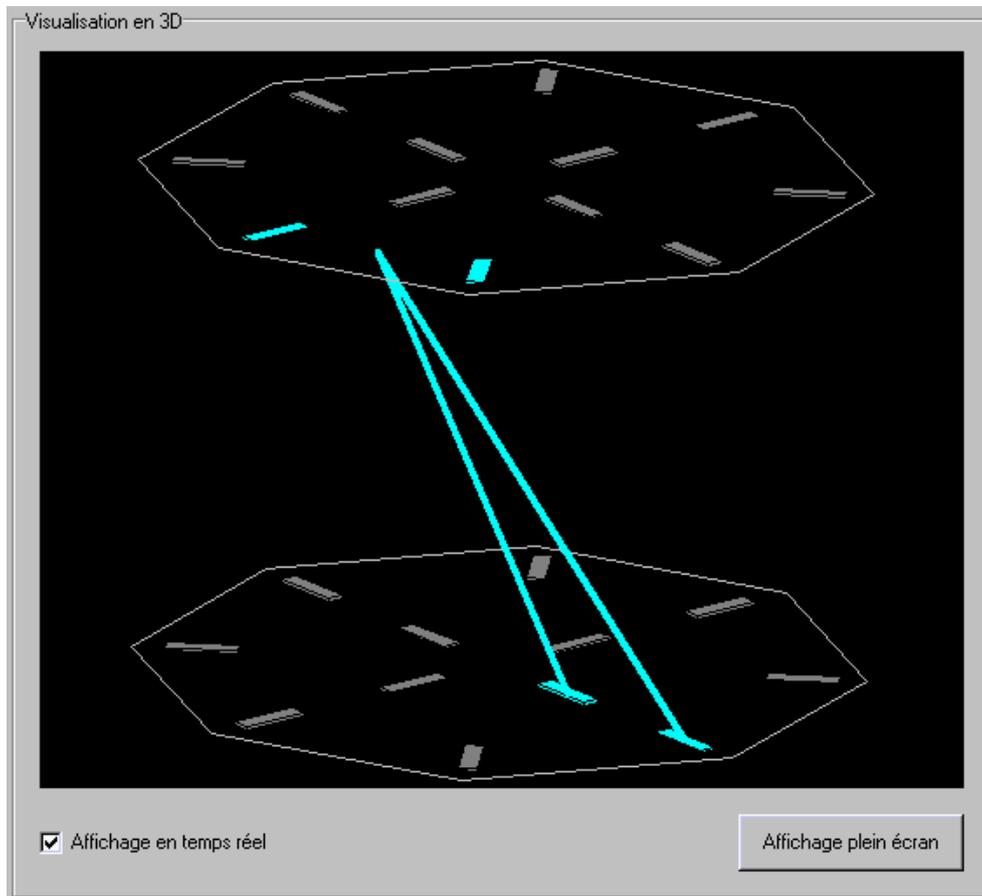


Figure 1.6: Bloc “Visualisation en 3D” de l’application CosmoCtrl.

1.2.4 Histogrammes de contrôle

L'application CosmoCtrl enregistre un certain nombre de paramètres dans des histogrammes de contrôle. Ces histogrammes sont écrits dans un fichier d'extension ".his" rangé dans le dossier "His" qui doit être situé dans le répertoire de lancement de CosmoCtrl. Le nom du fichier est constitué de la date et de l'heure de lancement.

La fenêtre "Histogrammes" de l'application CosmoCtrl, présentée sur la figure 1.7, permet de visualiser ces histogrammes en temps réel. Si cette fenêtre n'est pas visible, il suffit de cliquer sur le bouton "Histogrammes" de la fenêtre principale pour la faire apparaître.

Les histogrammes ne sont mis à jour que périodiquement, la date et l'heure du dernier affichage étant indiquées dans le texte "Dernier affichage". Il est possible de forcer la mise à jour de l'histogramme actuel en cliquant sur l'histogramme lui-même.

Le menu déroulant situé en haut à gauche de la fenêtre permet de sélectionner l'histogramme à afficher. Les différents histogrammes sont décrits dans l'annexe C.

Il est possible de re-initialiser l'histogramme actuellement visible en cliquant sur le bouton "Effacer". Il est aussi possible de re-initialiser tous les histogrammes en cliquant sur le bouton "Effacer tous". Cependant, ces deux actions étant irréversibles, il est déconseillé de les effectuer.

L'application HistoView

Il est possible de consulter les histogrammes enregistrés dans les fichiers ".his" situés dans le dossier "His", à l'aide de l'application HistoView. Cette application ne contient qu'une fenêtre principale, présentée sur la figure 1.8, très similaire à la fenêtre "Histogrammes" de l'application CosmoCtrl.

Le bouton "Ouvrir" permet de sélectionner un fichier ".his", afin de visualiser les histogrammes qu'il contient. Le nom du fichier actuellement en consultation est écrit à côté du bouton "Ouvrir".

Le menu déroulant situé en haut à gauche de la fenêtre permet de sélectionner l'histogramme à afficher.

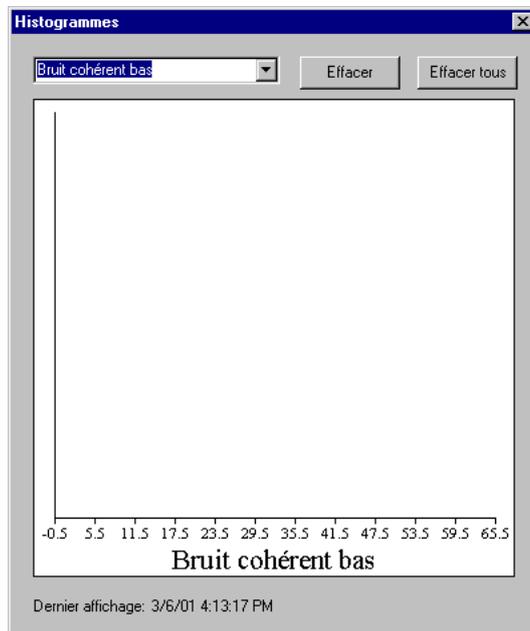


Figure 1.7: Fenêtre "Histogrammes" de l'application CosmoCtrl.



Figure 1.8: Fenêtre principale de l'application HistoView.

1.2.5 Bloc “Interfaces”

Le bloc “Interfaces” de la fenêtre principale de l’application CosmoCtrl (voir figure 1.2) permet de vérifier l’état des deux interfaces nécessaires au fonctionnement du Cosmophone : l’interface PCI-DIO-96 et l’interface MIDI. Le voyant correspondant apparaît en vert si l’interface a été correctement initialisée ou en rouge dans le cas contraire. Si la carte PCI-DIO-96 n’est pas correctement initialisée, l’application CosmoCtrl ne peut pas fonctionner.

1.2.6 Fichiers de configuration

A son démarrage, l’application CosmoCtrl lit deux fichiers de configuration qui doivent se situer dans son répertoire de lancement :

- CosmoConfig.dat,
- Cosmo.3D.

Ces fichiers sont absolument indispensables au fonctionnement du Cosmophone. Le fichier “CosmoConfig.dat” peut être re-créé avec l’application CosmoConfig en cas de perte, mais pour la plus grande partie en mode expert. Il est donc fortement recommandé de garder une copie de sauvegarde de ces deux fichiers.

1.2.7 Fichier de contrôle des actions

Un dossier “Log” doit se situer dans le répertoire de lancement de l’application CosmoCtrl. A chaque lancement, cette application crée un nouveau fichier d’extension “.log” dans ce dossier, avec pour nom la date et l’heure du lancement.

Ce fichier “.log” contient une trace de toutes les actions (automatiques ou manuelles) effectuées par l’application CosmoCtrl, ainsi que les éventuelles alarmes ou erreurs. Sa consultation peut permettre de comprendre l’origine d’un éventuel problème.

1.2.8 Fermeture

La fermeture de la fenêtre principale en cliquant sur le bouton de fermeture situé en haut à droite entraîne, après confirmation, l’extinction automatique de la haute tension et l’arrêt de l’application CosmoCtrl.

Chapitre 2

L'application CosmoConfig

L'application CosmoConfig permet de créer et de modifier le fichier de configuration "CosmoConfig.dat" nécessaire au bon fonctionnement de l'application CosmoCtrl.

Les fonctions de la fenêtre principale de l'application CosmoConfig sont décrites dans la section 2.1. Les fonctions du mode expert sont décrites dans la section 2.2.

2.1 Fenêtre principale

En utilisation courante, l'application CosmoConfig ne contient que la fenêtre principale présentée sur la figure 2.1.

L'application CosmoConfig lit automatiquement le fichier “CosmoConfig.dat” situé dans son répertoire de lancement. Si ce fichier n'est pas trouvé, les valeurs par défaut sont utilisées.

2.1.1 Fermeture

La fermeture de cette fenêtre en cliquant sur le bouton de fermeture situé en haut à droite entraîne l'écriture du fichier de configuration après confirmation.

2.1.2 Bloc “Experts seulement !”

Le bloc nommé “Experts seulement !” contient trois boutons permettant d'accéder aux trois configurations décrites dans la section 2.2. L'utilisation de ces fonctions nécessite une très bonne connaissance du fonctionnement du Cosmophone. En effet, **toute utilisation de ces fonctions peut rendre le Cosmophone hors d'état de fonctionnement**. La plus grande prudence doit donc être observée lors de l'utilisation du mode expert.

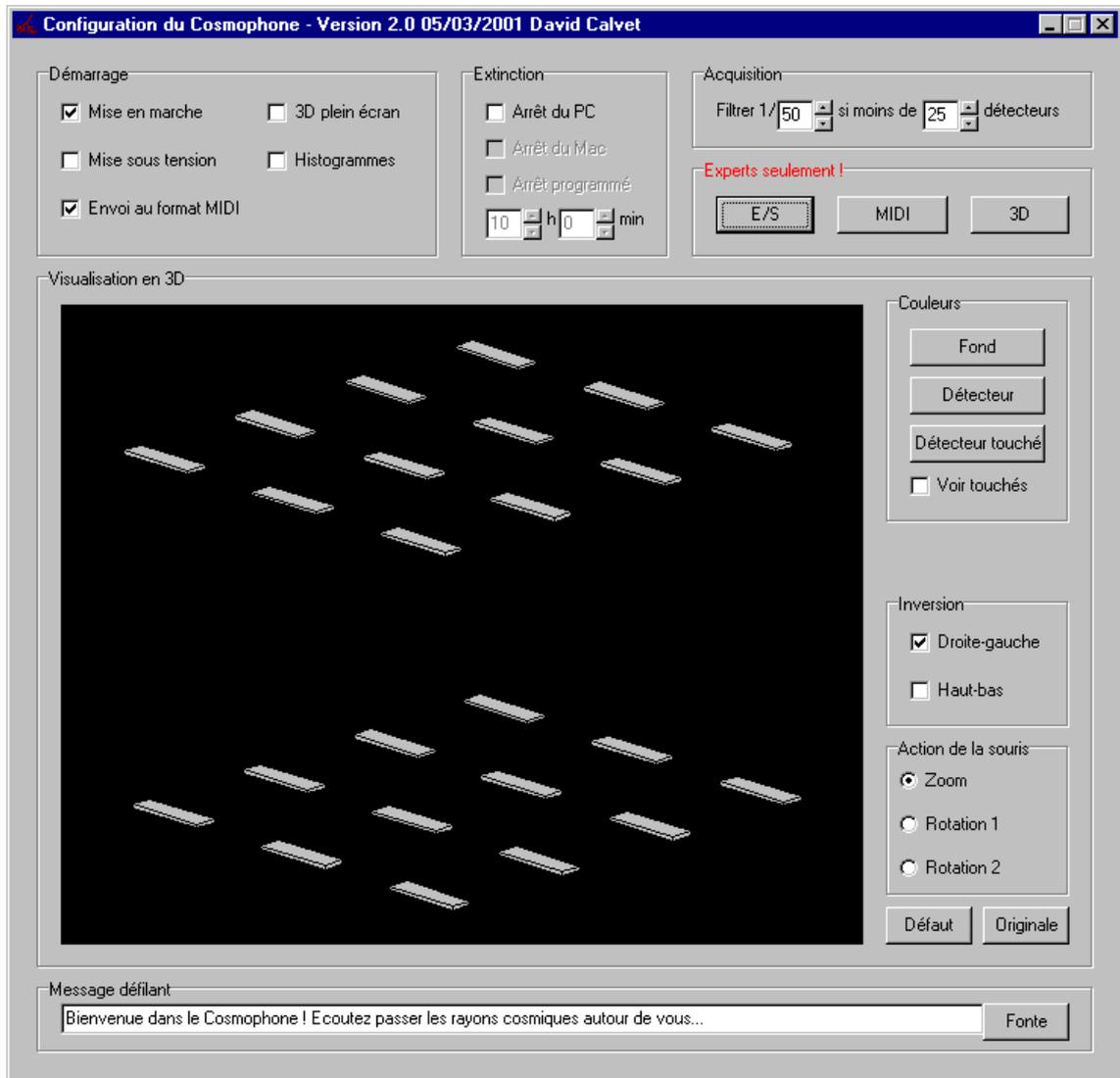


Figure 2.1: Fenêtre principale de l'application CosmoConfig.

2.1.3 Bloc “Démarrage”

Le bloc nommé “Démarrage” permet de choisir les actions devant être effectuées automatiquement au démarrage de l’application CosmoCtrl (voir figure 2.2).

Si le bouton “Mise en marche” est validé, l’acquisition des événements sera automatiquement mise en marche.

Si le bouton “Mise sous tension” est validé, la mise sous tension des photo-multiplieurs sera automatiquement effectuée.

Si le bouton “Envoi au format MIDI” est validé, l’encodage des événements au format MIDI et leur envoi au processeur de traitement sonore seront automatiquement effectués..

Si le bouton “3D plein écran” est validé, la fenêtre de visualisation en trois dimensions des événements sera automatiquement affichée en mode plein écran.

Si le bouton “Histogrammes” est validé, la fenêtre de consultation des histogrammes sera automatiquement affichée.

2.1.4 Bloc “Extinction”

Le bloc nommé “Extinction” permet de choisir les actions devant être effectuées automatiquement à l’extinction du Cosmophone par l’application CosmoCtrl (voir figure 2.3).

Si le bouton “Arrêt du PC” est validé, l’ordinateur sur lequel l’application CosmoCtrl s’exécute sera mis en veille.

Si le bouton “Arrêt du Mac” est validé, la commande d’extinction du processeur sonore sera envoyée. Cette option n’est possible que si le bouton “Arrêt du PC” est validé.

Si le bouton “Arrêt programmé” est validé, l’extinction du Cosmophone sera automatiquement effectuée à l’heure donnée. Cette option n’est possible que si le bouton “Arrêt du PC” est validé.

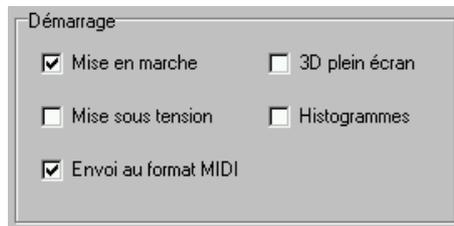


Figure 2.2: Bloc “Démarrage” de l’application CosmoConfig.

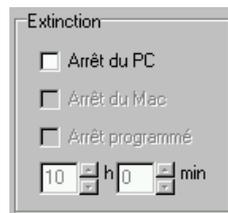


Figure 2.3: Bloc “Extinction” de l’application CosmoConfig.

2.1.5 Bloc “Acquisition”

Le bloc nommé “Acquisition” permet de choisir les paramètres par défaut du filtrage des événements décrits dans la section 1.2.1 (voir figure 2.4).

2.1.6 Bloc “Message défilant”

Le bloc nommé “Message défilant” présenté sur la figure 2.5 permet de saisir le texte du message défilant affiché dans la fenêtre de visualisation en trois dimensions des événements en mode plein écran de l’application CosmoCtrl (voir section 1.2.3).

Le bouton “Fonte” permet de sélectionner la police de caractères utilisée pour le message défilant ainsi que sa taille et sa couleur, à l’aide de la fenêtre de sélection des polices de caractères standard de Windows.

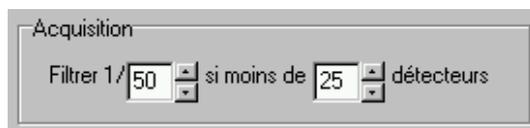


Figure 2.4: Bloc “Acquisition” de l’application CosmoConfig.



Figure 2.5: Bloc “Message défilant” de l’application CosmoConfig.

2.1.7 Bloc “Visualisation en 3D”

Le bloc nommé “Visualisation en 3D” permet de choisir les paramètres utilisés pour la représentation en trois dimensions des événements (voir figure 2.6).

Choix des couleurs

Les trois boutons du bloc “Couleurs” permettent de sélectionner les couleurs utilisées pour représenter le fond (bouton “Fond”), les détecteurs lorsqu’ils ne sont pas touchés (bouton “Détecteur”) et les détecteurs lorsqu’ils sont touchés (bouton “Détecteur touché”). Les sélections de couleur sont effectuées à l’aide de la fenêtre de sélection des couleurs standard de Windows.

Le bouton “Voir touchés” permet d’afficher les détecteurs avec la couleur utilisée lorsqu’ils sont touchés.

Inversions pour les vidéo-projecteurs

Le bloc “Inversion” permet d’appliquer des symétries miroir droite-gauche et haut-bas à la représentation en trois dimensions des événements. Lors de l’utilisation d’un vidéo-projecteur, ceci permet de contrôler l’aspect de la représentation quelque soit la configuration de la projection.

Réglage du point de vue

Lorsque le bouton gauche de la souris est maintenu enfoncé alors que la souris se déplace dans la zone d’affichage graphique, l’action sélectionnée à l’aide d’un des boutons “Action de la souris” est effectuée. Il est ainsi possible de modifier la taille du modèle en trois dimensions ou de le faire tourner.

Le bouton “Défaut” permet de revenir à la position par défaut pour cette action alors que le bouton “Originale” permet de revenir à la position d’origine (celle qui a été lue dans le fichier CosmoConfig.dat).

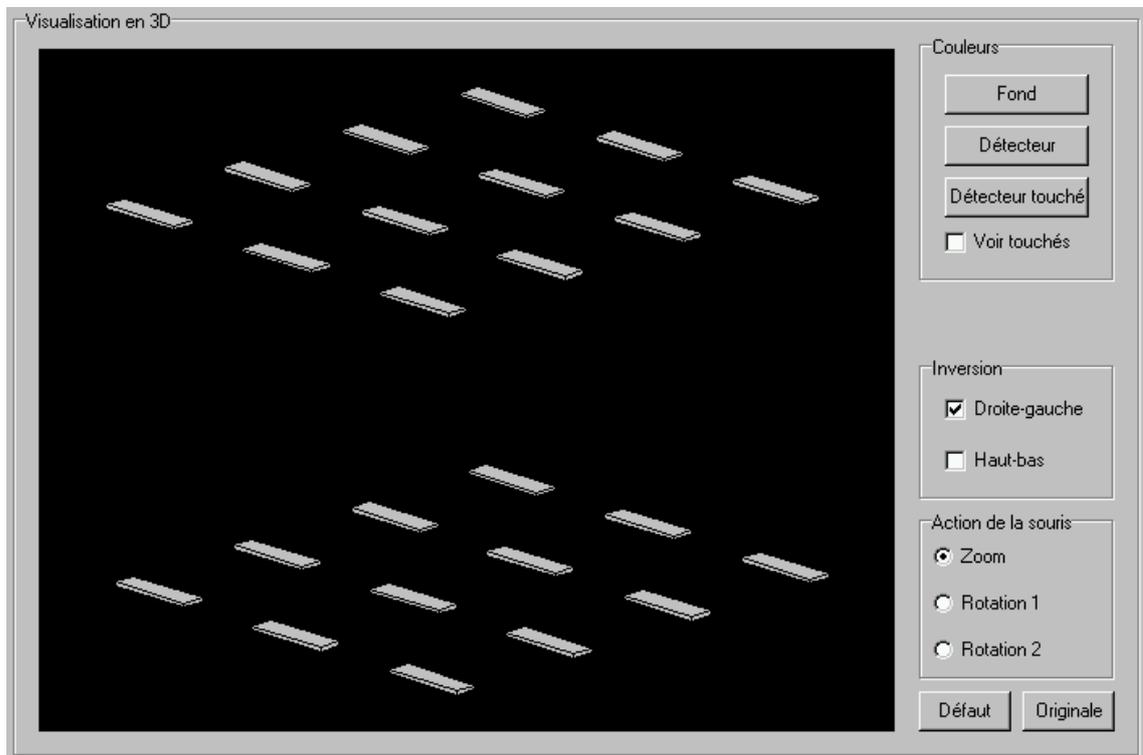


Figure 2.6: Bloc “Visualisation en 3D” de l’application CosmoConfig.

2.2 Mode expert

Cette section décrit les fonctions du mode expert de l'application Cosmo-Config.

2.2.1 Fenêtre “Câble d’Entrées/Sorties”

La fenêtre de configuration du câble d’entrées/sorties présentée sur la figure 2.7 apparaît en cliquant sur le bouton “E/S” du bloc “Experts seulement !”.

Cette fenêtre permet de déterminer combien de détecteurs sont connectés et sur quels canaux électroniques, ainsi que la liste des boîtiers HTD4 effectivement connectés au système. Les deux connecteurs du câble permettant de relier la carte d’acquisition PCI-DIO-96 au boîtier ECD32 sont représentés, chaque canal étant représenté par un bouton (voir l’annexe D). Seuls 56 boutons sont sélectionnables, les autres apparaissant en grisé. Les boutons sélectionnables correspondent aux 48 canaux d’acquisition disponibles pour les détecteurs et aux 8 boîtiers HTD4 pouvant être connectés au système.

Il suffit de cliquer sur les boutons correspondant aux canaux d’acquisitions des détecteurs pour déterminer si un détecteur est connecté (bouton validé) ou non (bouton non validé) au canal électronique correspondant. Lorsqu’un canal électronique est validé, le numéro du détecteur correspondant apparaît à côté. Que la procédure de sélection des canaux soit manuelle ou automatique, les signaux de déclenchement dont la présence est nécessaire sont affichés automatiquement sur les canaux “(décl)”.

De même, il suffit de cliquer sur les boutons correspondant aux boîtiers HTD4 pour déterminer si un boîtier est connecté (bouton validé) ou non (bouton non validé). Lorsqu’un boîtier est connecté, son état est automatiquement monitoré par le canal “(mon. HT)” correspondant.

Recherche automatique

Afin de faciliter la configuration du câble d’entrées/sorties, une recherche automatique des détecteurs connectés est possible. Il faut pour cela mettre les photo-multiplicateurs sous tension à l’aide de la fenêtre de test de la haute tension. Ensuite, il suffit de cliquer sur le bouton “Recherche automatique” : les canaux électroniques présentant une activité sont alors automatiquement validés. La procédure prend quelques minutes. Si tous les photo-multiplicateurs sont sous tension et sont effectivement fonctionnels (connection à un scintillateur), tous les détecteurs doivent être trouvés.

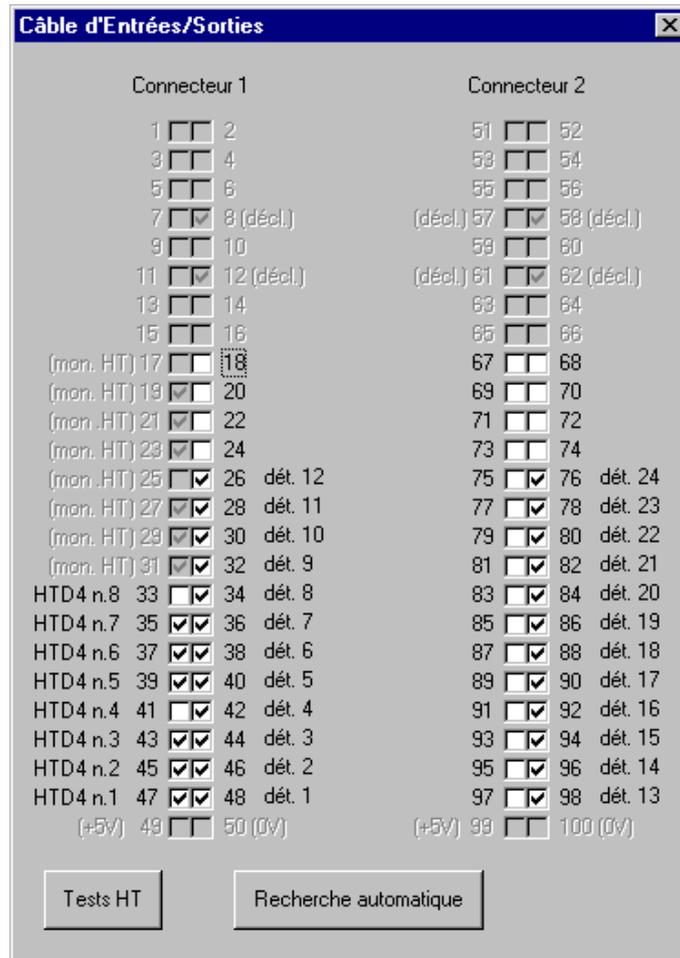


Figure 2.7: Fenêtre “Câble d’Entrées/Sorties” de l’application CosmoConfig.

Tests de la haute tension

La fenêtre de test de la haute tension présentée sur la figure 2.8 apparait en cliquant sur le bouton “Tests HT” de la fenêtre “Câble d’Entrées/Sorties”.

Cette fenêtre permet de contrôler la haute tension dans des phases de test. Les boutons “Allumer tous” et “Eteindre tous” permettent de mettre sous tension ou hors tension tous les boîtiers connectés. Les boutons numérotés permettent de contrôler individuellement chaque boîtier.

L’état réel de la haute tension est indiqué par le voyant situé à droite de chaque bouton numéroté. Les boîtiers non connectés apparaissent en gris clair, les boîtiers hors tension en gris foncé et les boîtiers sous tension en vert.

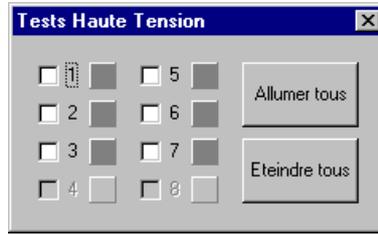


Figure 2.8: Fenêtre “Tests Haute Tension” de l’application *CosmoConfig*.

2.2.2 Fenêtre “MIDI”

La fenêtre de configuration de l’interface MIDI présentée sur la figure 2.9 apparaît en cliquant sur le bouton “MIDI” du bloc “Experts seulement !”.

Cette fenêtre permet de sélectionner l’interface qui sera utilisée pour l’envoi des informations au processeur sonore par l’application CosmoCtrl, grâce au menu déroulant “Interface”.

Tests de communication

Différents boutons permettent d’effectuer des tests de communication par l’interface MIDI (voir la description du protocole de communication dans l’annexe B).

Le bouton “Note On+Off” permet d’envoyer un message “note on” suivi environ une seconde plus tard d’un message “note off”.

Le bouton “Fin de trajectoire” permet d’envoyer le message de fin de trajectoire.

Le bouton “Fin d’événement” permet d’envoyer le message de fin d’événement.

Le bouton “Extinction” permet d’envoyer le message de requête d’extinction du processeur sonore.

Certains de ces messages nécessitent un numéro de canal MIDI, déterminé par la valeur du champ “Canal”.



Figure 2.9: Fenêtre "MIDI" de l'application CosmoConfig.

2.2.3 Fenêtre “Configuration 3D”

La fenêtre de configuration du modèle en trois dimensions des détecteurs présentée sur la figure 2.10 apparait en cliquant sur le bouton “3D” du bloc “Experts seulement !”.

Cette fenêtre est utilisée dans deux modes distincts, différenciés par les boutons du bloc “Mode”

Mode “Position des détecteurs”

Le mode “Position des détecteurs” permet d’affecter un numéro de détecteur (correspondant à la numérotation de la configuration du câble d’entrées/sorties) à chaque objet en trois dimensions visible dans le modèle. Certains objets peuvent ne pas être des détecteurs. Les objets ayant déjà été définis comme des détecteurs sont affichés avec le numéro correspondant.

L’objet courant est représenté en vert. Il est possible de sélectionner un objet courant en cliquant sur l’objet avec le bouton gauche de la souris ou en cliquant sur les boutons “<” et “>” du bloc “Vert”.

Le grand bouton situé en bas de la fenêtre permet d’affecter ou de désaffecter un numéro de détecteur à l’objet vert courant. Cette action est aussi possible en cliquant sur l’objet avec le bouton gauche de la souris tout en maintenant la touche “Ctrl” enfoncée.

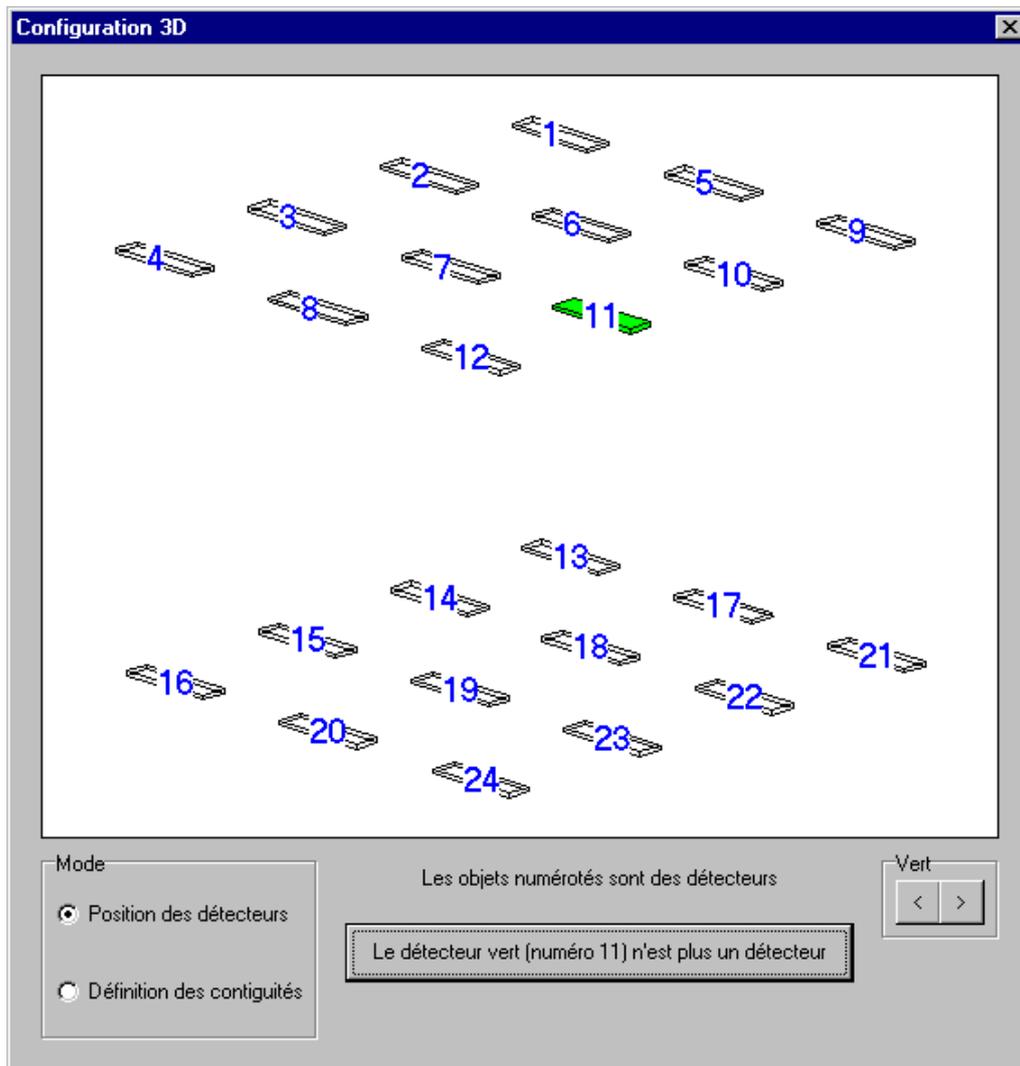


Figure 2.10: Fenêtre “Configuration 3D” de l’application CosmoConfig, en mode “Position des détecteurs”.

Mode “Définition des contiguïtés”

Le mode “Définition des contiguïtés” permet de déterminer pour chaque détecteur la liste des détecteurs qui lui sont contigus.

Le détecteur courant est représenté en vert, les détecteurs lui étant contigus en jaune. Il est possible de sélectionner le détecteur courant en cliquant sur l’objet avec le bouton gauche de la souris ou en cliquant sur les boutons “<” et “>” du bloc “Vert”.

Le détecteur dont l’état (contigu/non contigu) est susceptible d’être modifié est entouré de rouge. Il est possible de sélectionner un autre détecteur en cliquant sur l’objet avec le bouton gauche de la souris tout en maintenant la touche “Shift” enfoncée ou en cliquant sur les boutons “<” et “>” du bloc “Rouge”.

Le grand bouton situé en bas de la fenêtre permet de changer l’état du détecteur rouge (contigu/non contigu). Cette action est aussi possible en cliquant sur l’objet avec le bouton gauche de la souris tout en maintenant la touche “Ctrl” enfoncée.

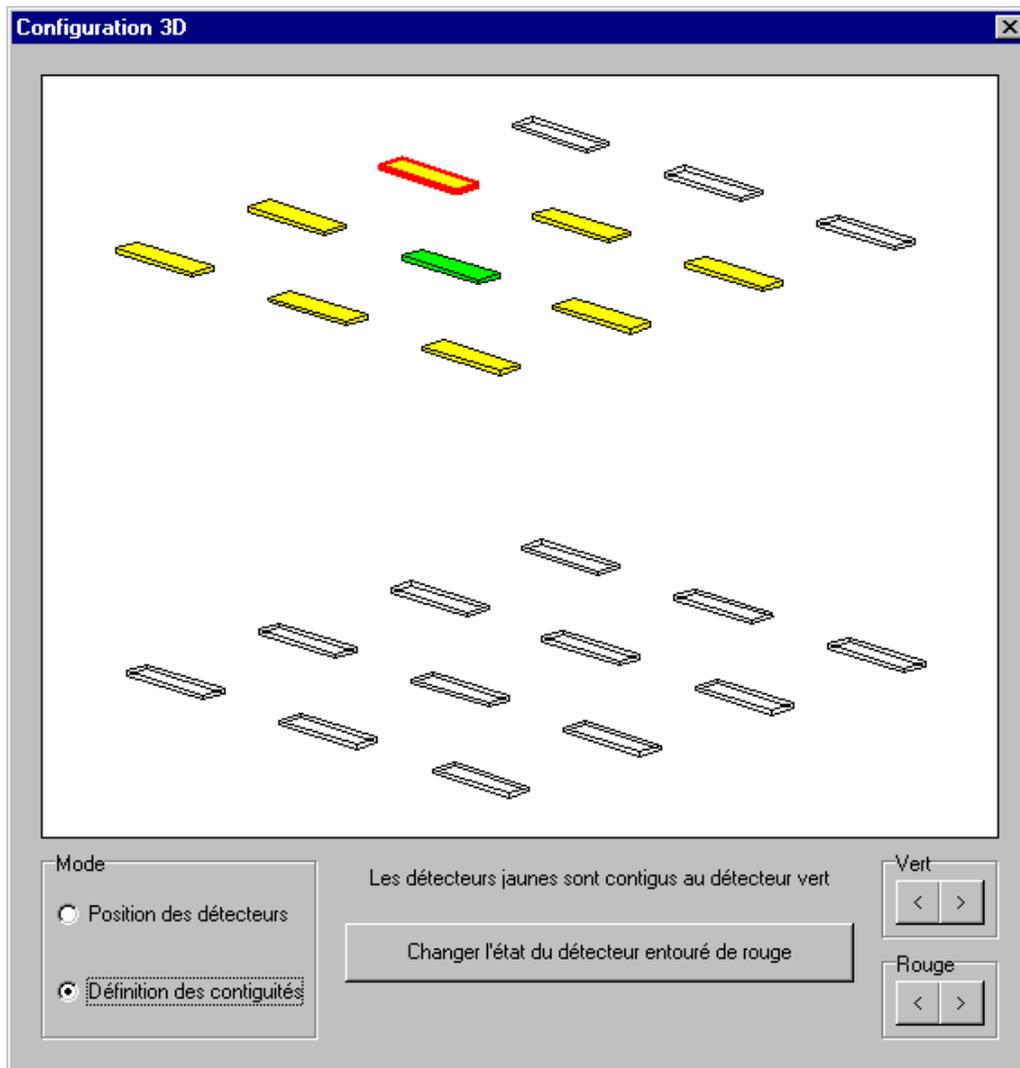


Figure 2.11: Fenêtre “Configuration 3D” de l’application *CosmoConfig*, en mode “Définition des contiguités”.

Annexe A

Algorithme de reconstruction

Un événement brut acquis par l'application CosmoCtrl est une liste de détecteurs touchés. La reconstruction consiste à déterminer le nombre et les trajectoires des particules à partir de ces détecteurs touchés.

A.1 Recherche des amas

La première étape dans la reconstruction est la recherche des amas de détecteurs contigus touchés. On suppose en effet que si des détecteurs géographiquement contigus sont touchés au même instant, il y a de fortes chances pour qu'ils aient été touchés par le même phénomène physique.

L'algorithme recherche donc le premier détecteur ayant été touché, dans l'ordre de numérotation qui peut être choisi de manière arbitraire (voir section 2.2.1). Un nouvel amas est créé avec comme seul détecteur le précédent. Puis, l'algorithme passe en revue chaque détecteur de l'amas, et pour chacun de ces détecteurs tous les détecteurs qui lui sont contigus sont vérifiés. Chaque détecteur contigu ayant été touché est ajouté à la liste des détecteurs de l'amas et supprimé de la liste des détecteurs touchés de l'événement brut. Ainsi, le nombre de détecteurs dans l'amas augmente alors que le nombre de détecteurs touchés dans l'événement brut diminue. Deux détecteurs sont contigus s'ils ont été définis comme tels par la configuration (voir page 38).

Ainsi, chaque amas contient des détecteurs qui sont au moins contigus deux à deux, et deux amas ne peuvent pas être contigus. Les amas ainsi trouvés sont ensuite rangés dans une liste des amas haut ou une liste des amas bas. La séparation haut/bas est réalisée grâce à la connaissance de la position de chaque détecteur, définie dans la configuration (voir page 36).

A.2 Recherche des trajectoires

La seconde étape de la reconstruction est l'association des amas deux à deux (un en haut et un en bas) pour définir des trajectoires. Le nombre de trajectoires doit obligatoirement être égal au plus petit des nombres d'amas dans la liste haut ou la liste bas.

L'algorithme associe à chaque amas haut un amas bas (ou aucun si le nombre d'amas bas est inférieur au nombre d'amas haut) de manière à ce qu'un amas ne soit jamais dans deux trajectoires à la fois. Toutes les combinaisons possibles sont effectuées. Chaque combinaison contient le même nombre de trajectoires que les autres. Pour chaque combinaison, un facteur de qualité est calculé, correspondant au produit des longueurs des trajectoires de cette combinaison. La longueur d'une trajectoire est définie comme étant la distance entre le centre de gravité de l'amas haut et le centre de gravité de l'amas bas, en utilisant les positions des détecteurs définies dans la configuration (voir page 36).

La combinaison retenue pour l'événement reconstruit est celle qui a le facteur de qualité le plus petit, ce qui correspond à rechercher la combinaison pour laquelle les trajectoires sont les plus verticales.

Annexe B

Protocole de communication avec le processeur sonore

L'application CosmoCtrl communique avec le processeur sonore par l'interface MIDI de l'ordinateur sur lequel elle fonctionne. L'application CosmoCtrl se contente d'envoyer des messages par la sortie de l'interface MIDI mais n'effectue aucune lecture d'éventuels messages reçus par l'entrée de cette interface.

Deux types de messages sont envoyés par CosmoCtrl : un événement cosmique ou une requête d'extinction. Ces messages utilisent les messages standards du code MIDI (voir table B.1).

Signification	Message MIDI	Contenu (hexadécimal)
Couple haut/bas	Note on	90+type, haut, bas
Fin de trajectoire	Program change	C0+type, longueur
Fin d'événement	Start	FA
Requête d'extinction	System reset	FF

Table B.1: *Messages standards MIDI utilisés dans le protocole de communication avec le processeur sonore.*

B.1 Événement cosmique

Un "événement cosmique" contient toutes les informations relatives au passage d'une ou plusieurs particules dans le Cosmophone au cours d'un temps de quelques dizaines de nanosecondes, déterminé par le réglage du boîtier ECD32.

Un événement cosmique contient une suite de trajectoires, chaque trajectoire étant caractérisée par un amas de détecteurs touchés en haut et un amas de détecteurs touchés en bas (voir figure B.1). Le nombre de trajectoires est indéterminé mais est au minimum un.

Chaque trajectoire contient une suite de couples haut/bas, chaque couple contient le numéro d'un détecteur touché en haut et d'un détecteur touché en bas. Le nombre de couples est indéterminé mais est au minimum un par trajectoire.

Les détecteurs sont numérotés à partir de un, de manière indépendante pour le haut et le bas. Dans le cas où les nombres de détecteurs touchés en haut et en bas sont différents, certains couples haut/bas contiennent un numéro de détecteur inexistant (zéro).

La fin d'une trajectoire est déterminée par un message de fin de trajectoire, contenant une information sur la longueur géométrique de la trajectoire, due à son inclinaison. Cette longueur peut être 0 (courte) ou 1 (longue).

Les couples haut/bas et le message de fin de trajectoire contiennent en outre une information sur le type de la trajectoire :

- type 0 (canal MIDI numéro 1) : muon simple (seulement un détecteur touché en haut et un en bas),
- type 1 (canal MIDI numéro 2) : mini-gerbe (ni muon ni gerbe),
- type 2 (canal MIDI numéro 3) : gerbe (au moins deux détecteurs touchés en haut et deux en bas).

La fin d'un événement est déterminée par un message de fin d'événement.

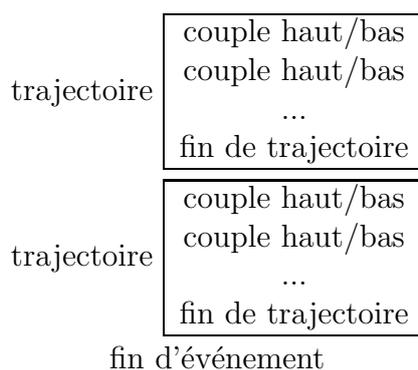


Figure B.1: *Événement cosmique dans le protocole de communication avec le processeur sonore.*

Annexe C

Histogrammes de contrôle

C.1 Avant reconstruction

- **Détecteurs touchés** : cumul du nombre de fois où le détecteur a été touché, pour chaque détecteur.
- **Détecteurs touchés (> 2)** : cumul du nombre de fois où le détecteur a été touché lorsque plus de deux détecteurs étaient touchés dans le même événement, pour chaque détecteur.
- **Nombre de détecteurs touchés** : distribution du nombre de détecteurs touchés par événement.
- **Nombre de détecteurs touchés (> 2)** : distribution du nombre de détecteurs touchés par événement, lorsque plus de deux détecteurs sont touchés.
- **Bruit cohérent haut et Bruit cohérent bas** : cumul des corrélations entre paires de détecteurs haut ou bas. Les premiers groupes de six intervalles correspondent aux corrélations à l'intérieur des différents boîtiers HTD4. Les groupes suivants de seize intervalles correspondent aux corrélations entre boîtiers HTD4 différents. Ces correspondances ne sont possibles que si la numérotation des détecteurs a été effectuée dans l'ordre naturel.

C.2 Après reconstruction

- **Nombre de trajectoires** : distribution du nombre de trajectoires reconstruites par événement.

- **Nombre de trajectoires (> 1)** : distribution du nombre de trajectoires reconstruites par événement, lorsque plus d'une trajectoire est reconstruite.
- **Angle des muons** : distribution de l'angle zénithal des muons reconstruits.
- **Angle des gerbes** : distribution de l'angle zénithal des gerbes reconstruites.
- **Nombre de détecteurs haut (gerbes)** : distribution du nombre de détecteurs haut touchés par gerbe.
- **Nombre de détecteurs bas (gerbes)** : distribution du nombre de détecteurs bas touchés par gerbe.
- **Nombre de détecteurs bas-haut (gerbes)** : distribution de la différence entre le nombre de détecteurs bas et le nombre de détecteurs haut touchés par gerbes.

C.3 Autres histogrammes

- **Alarmes Haute Tension** : cumul du nombre d'alarmes haute tension enregistrées pour chaque boîtier HTD4.

Annexe D

Connection de la carte d'acquisition

La communication avec le boîtier électronique de contrôle et d'acquisition (ECD32) est effectuée à l'aide d'une carte d'acquisition TTL National Instruments PCI-DIO-96. La connection entre cette carte et le boîtier ECD32 est réalisée par un câble terminé par deux connecteurs de 50 points (voir figure D.1).

D.1 Contrôle de la haute tension

Le premier connecteur (1-50) contient les signaux de pilotage et de monitoring de la haute tension des boîtiers HTD4 :

- les signaux impairs de 47 à 33 sont utilisés pour piloter la haute tension des boîtiers HTD4 numérotés de 1 à 8. Un signal 1 doit provoquer l'extinction de la haute tension, un signal 0 l'allumage (logique inverse).
- les signaux impairs de 31 à 17 sont utilisés pour lire l'état de la haute tension des boîtiers HTD4 numérotés de 1 à 8. Un signal 1 est interprété comme une haute tension allumée, un signal 0 comme une haute tension éteinte.

D.2 Acquisition des événements cosmiques

Il est possible de lire l'état de 48 détecteurs avec les signaux pairs de 18 à 48 (connecteur 1-50) et les signaux de 67 à 98 (connecteur 51-100). Chaque groupe de 8 signaux consécutifs ne peut être lu que si le signal de déclenchement correspondant est présent (par exemple, le groupe de signaux pairs de 34

à 48 est associé au signal de déclenchement 12). Les contraintes de longueur et de synchronisation de ces signaux sont représentées en bas de la figure D.1. Le signal de déclenchement permet de figer l'état des détecteurs dans la mémoire de la carte d'acquisition en attendant que l'application CosmoCtrl vienne lire l'événement. Un signal d'état égal à 1 est interprété comme un détecteur touché, un signal égal à 0 comme un détecteur non touché.

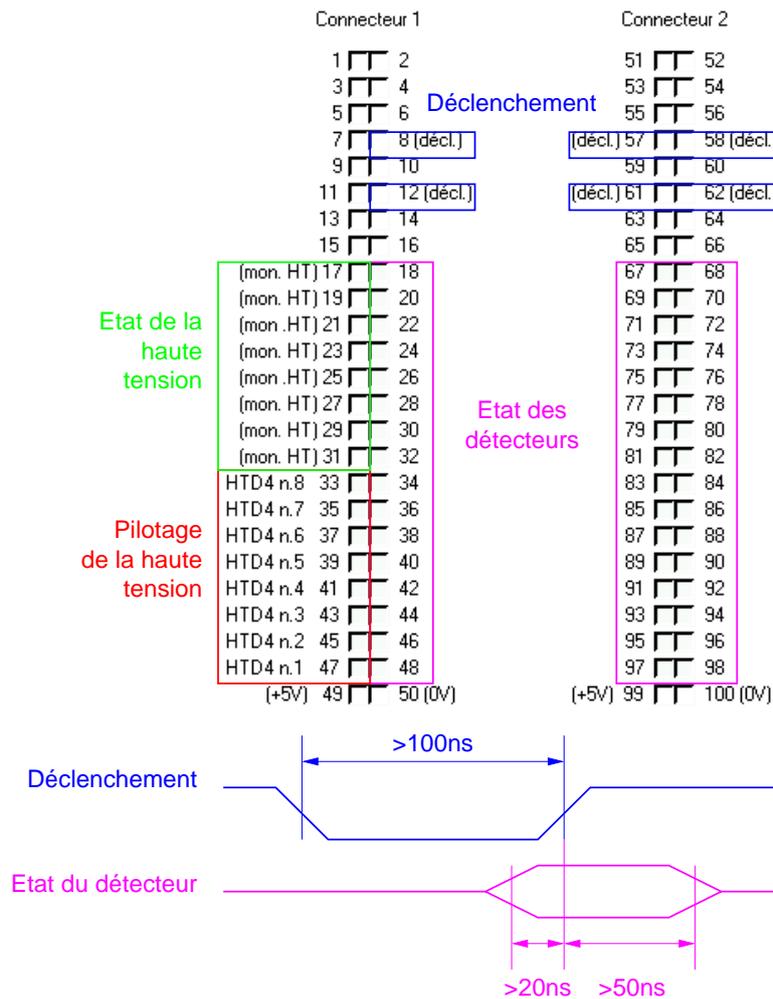


Figure D.1: Les deux connecteurs du câble de la carte PCI-DIO-96. En bas est représenté le diagramme temporel des signaux de l'état des détecteurs et des signaux de déclenchement.