

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ MOULOU MAMMERI DE TIZI OUZOU
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE



Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en ELECTRONIQUE

Option : CONTROLE

Thème

Etude d'un enregistreur de données du voyage

Encadré par :

Mr. Y.ATTAF

Présenté par :

M^{elle} AKLIL DJEDJIGA

Soutenue le 14/10/2012

Promotion: 2012

Remerciements

Je remercie d'abord الله le tout puissant, pour m'avoir donné la santé, le courage, la patience, la volonté et la force nécessaire, pour affronter toutes les difficultés et les obstacles, qui se sont hissés au travers de mon chemin, durant toutes mes années d'études.

J'exprime ma profonde gratitude, mon grand respect et mes vifs remerciements à mon promoteur de mémoire monsieur Y.ATTAF pour sa confiance en mon travail, sa patience et ses conseils qu'il m'a prodigués.

Mes remerciements vont également au président du jury ainsi que les membres du jury pour l'honneur qu'ils m'accordent, en acceptant de juger ce document.

Je tiens également à adresser mes sincères reconnaissances à Monsieur I.HAMMOUI, Ingénieur d'Etat diplômé en Science de la Navigation, d'avoir mis à ma disposition la documentation nécessaire et de m'avoir aidé et orienté pendant l'élaboration de ce travail, mille mercis !!!

Je remercie l'ensemble de mes enseignants d'électronique de l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou pour le savoir qu'ils m'ont transmis.

Enfin, je ne veux certainement manquer cette occasion pour remercier ma famille et surtout mes parents, mon mari et ma chère amie fazia pour le soutien moral indéfectible, la patience et le dévouement dont ils ont fait preuve.

Dédicaces

A la mémoire de mon regretté Vava Amrane

A mes chers parents

A mes sœurs Hayet, Zahia et Tiziri

A mon frère Ghiles

A ma sœur Lamia et son époux Mohamed

A mon très cher mari Ikhlef

A ma famille

A ma belle famille

A ma chère grand-mère maternelle

A tous mes oncles, tantes, et spécialement ma tante Nadia, son époux et sa fille Sirine

A mes amies Fazia, Karima et Lydia

A tous ceux qui ont été un apport considérable pour ma formation d'ingénieur

Je dédie ce modeste travail.

Sommaire

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Chapitre I : Généralités sur l'enregistreur de données du voyage

I.1 Introduction	03
I.2 Origine de la boîte noire.....	03
I.3 Les boîtes noires utilisées sur les avions.....	03
I.3.1 définition.....	03
I.3.2 Caractéristiques.....	05
I.3.3 Différents types de boîtes noires.....	05
I.3.3.1 Les enregistreurs phoniques (CVR).....	06
• Présentation.....	06
• Caractéristiques.....	06
I.3.3.2 Les enregistreurs de paramètres (FDR).....	07
• Présentation.....	07
• Caractéristiques.....	07
I.3.4 L'emplacement des boîtes noires sur les avions.....	08
I.3.5 Comment retrouver les boîtes noires après un incident.....	08
I.3.6 Comment récupérer les données.....	08
I.3.7 Exploitation des enregistreurs.....	09
I.3.8 Analyse des données.....	10

I.4 Les boites noires utilisées sur les navires (enregistreurs de données du voyage), en anglais Voyage Data Recorder «VDR».....	11
I.4.1 Introduction.....	11
I.4.2 Définition d'un VDR.....	11
I.4.3 Caractéristiques d'un VDR.....	12
I.4.4 But d'un VDR.....	12
I.4.5 Enregistreurs de données du voyage simplifié (S-VDR).....	12
• Définition d'un S-VDR.....	12
I.4.6 Comparaison entre un VDR et un S-VDR.....	13
I.4.7 Exigences de l'OMI visant le transport d'un VDR ou d'un S-VDR.....	13
I.5 Conclusion.....	14

Chapitre II : Les éléments reliés à l'enregistreur de données du voyage

II.1 introduction.....	15
II.2 Les instruments de navigation reliés au VDR.....	15
II.2.1 Système de positionnement par satellites (GPS).....	15
• Principe.....	15
II.2.2 Le radar.....	16
II.2.3 le sondeur.....	19
• Principe.....	19

II.2.4 Le loch électromagnétique ou loch Doppler.....	20
II.2.4.1 But.....	20
II.2.4.2 Principe de la mesure de vitesse.....	20
II.2.4.2.1 Loch électromagnétique.....	20
• Loi de Lenz.....	20
II.2.4.2.2 Loch Doppler.....	20
II.2.5 Compas (navigation).....	21
II.2.5.1 Le compas magnétique.....	21
II.2.5.2 Le compas gyroscopique.....	23
II.2.6 Radio communications VHF.....	23
II.2.7 L'appareil à gouverner (Gouvernail).....	24
• Définition de la barre.....	25
II.2.8 La machine (chadburn).....	25
II.2.9 le propulseur d'étrave.....	26
II.2.10 L'Anémomètre.....	27
• Principe de fonctionnement.....	27
II.2.11 L' AIS.....	28
II.2.12 Le pilote automatique.....	29
II.2.13 L'ECDIS.....	29
II.3 Conclusion.....	29

Chapitre III : Les unités d'un enregistreur de données du voyage

III.1 Introduction.....	30
III.2 Les données devant obligatoirement être enregistrées sur un VDR.....	30
III.3 Composition du système VDR.....	31
III.3.1 Les unités obligatoire d'un VDR.....	34
III.3.1.1 L'Unité d'Acquisition de Données (DAU).....	34
• Entrées audio du microphone.....	37
• Entrées audio de la VHF.....	37
• Les entrées séries.....	37
• Interface vidéo du radar.....	37
• Interface Utilisateurs.....	38
• L'alimentation électrique.....	39
III.3.1.2 Unité Interface de Données (DIU) et Unité Interface de Switch (SIU).....	41
III.3.1.2.1 L'interface DIU.....	42
III.3.1.2.2 L'interface SIU.....	43
III.3.1.3 Les Microphones.....	43
III.3.1.3.1 Les Microphones Internes (situés à l'intérieur de la passerelle).....	43
III.3.1.3.2 Les Microphones Externes (situés dans les ailerons de la passerelle).....	45
III.3.1.4 L'Unité de Registre de Données(DRU) (« boîte noire »).....	45
• Capsule de protection mémoire (PMC).....	47
III.3.2 Les unités facultatives (options) d'un VDR.....	50
III.3.2.1 L'unité SAM.....	50
III.3.2.2 Afficheur temps réel de données enregistrées (RTD).....	50
III.3.2.3 Module de stockage libre.....	50

III.3.2.4 la Boite Blanche (White Box).....	50
III.3.2.5 Système de lecture de la boîte blanche.....	52
III.4 Composition d'un S-VDR.....	52
III.5 Les données devant être enregistrées sur un S-VDR.....	53

Chapitre IV : Etude et conception blocs et logiciels

IV.1 Introduction.....	55
IV.2 Alimentation et enregistrement.....	55
• Les indicateurs d'état.....	56
• Opérations sur le panneau d'alarme à distance.....	57
IV.3 Extraction du HDD après un incident.....	58
IV.4 Vérification de la fonction d'enregistrement du DRU.....	59
IV.5 L'emplacement des connecteurs et des bornes dans l'DAU.....	61
IV.6 Raccordement de l' DRU à l'DAU.....	63
IV.7 Données de sondes.....	66
IV.7.1 Données séries du CEI 61162-1.....	66
IV.7.2 Données séries du CEI 61162-2.....	66
IV.7.3 Signaux Non-CEI 61162.....	67
IV.7.3.1 Analogique.....	67
• Signal de tension.....	67
• Signal de courant.....	67
IV.7.3.2 Digitaux (tension et fermeture-contact).....	67
IV.8 Comment extraire les données enregistrées.....	67
• Lecture de données enregistrées dans DRU (capsule).....	68
• Comment extraire les données.....	68
IV.9 Les phrases NMEA.....	73

IV.10: Les logiciels utilisés pour le traitement de données stockées dans l'DRU.....78

Conclusion générale.....79

Annexes

Formats de phrases CEI 61162

Règle 20 de la convention SOLAS

Bibliographie

La liste des figures

Figure I.1 : Vue d'un SSD.....	04
Figure I.2 : Protections des boites.....	04
Figure I.3 : Photo d'un CVR et d'un FDR.....	06
Figure I.4 : Enregistreurs de Paramètres FDR.....	07
Figure I.5 : Localisation des boites noires sur un avion.....	08
Figure I.6 : Représentation graphique de données enregistrées.....	09
Figure I.7 : Photo de Boites noires après le crash.....	11
Figure II.1 : Le récepteur GPS.....	16
Figure II.2 : Radar (3 cm) sur le C/F Tassili II.....	17
Figure II.3 : Vitesse, portée et taux de répétition des impulsions.....	18
Figure II.4 : Le Sondeur.....	19
Figure II.5 : Le Loch.....	20
Figure II.6 : Schéma sommaire d'un compas magnétique.....	21
Figure II.7 : Le Compas magnétique.....	22
Figure II.8 : La rose.....	23
Figure II.9 : La VHF.....	24
Figure II.10 : Gouvernail du C/F Tarik Ibn Ziyad (Arrêt technique).....	24
Figure II.11 : Barre manuelle du C/F Tassili II.....	25
Figure II.12: Le Chadburn.....	25
Figure II.13 : Les deux propulseurs d'étrave du C/F Tarik Ibn Ziyad (Arrêt technique).....	26

Figure II.14 : Symbole d'un propulseur d'étrave porté sur la coque.....	26
Figure II.15 : Commande du propulseur.....	27
Figure II.16 : Photo de l'Anémomètre.....	27
Figure II.17 : Photo de Girouette.....	28
Figure II.18 : Photo de L'AIS.....	28
Figure II.19 : Le Pilote automatique.....	29
Figure III.1 : Schéma du système VDR.....	32
Figure III.2 : Configuration standard du système VDR.....	33
Figure III.3 : DAU du C/F Tariq Ibn Ziyad.....	35
Figure III.4 : Schéma fonctionnel de DAU.....	36
Figure III.5 : Système de surveillance du fonctionnement du VDR.....	38
Figure III.6 : L'alimentation du VDR.....	39
Figure III.7: Les 4 batteries de réserve du VDR.....	40
Figure III.8: Navire équipé de l'alimentation AC de secours.....	41
Figure III.9: Navire sans CA de secours.....	41
Figure III.10 : La surface couverte par un seul microphone.....	44
Figure III.11 : Microphone Passerelle.....	44
Figure III.12 : DRU sur le car-ferry Tariq Ibn Ziyad.....	45
Figure III.13 : Photo d'une Balise.....	46
Figure III.14 : câbles d'alimentation et d'Ethernet.....	47
Figure III.15 : Support de l'DRU.....	47
Figure III.16 : Le disque dur extractible (boite blanche).....	51
Figure III.17 : Configuration du système S-VDR.....	52
Figure III.18 : Configuration du système S-VDR.....	54

Figure IV.1 : Panneau d'état et commande de l'alimentation à l'intérieur de DAV.....	55
Figure IV.2 : Afficheur indique l'état normale du système VDR	56
Figure IV.3 : Indication d'erreur sur le système VDR (888).....	56
Figure IV.4 : Panneau d'alarmes à distance.....	57
Figure IV.5 : L'endroit du HDD dans l'DAV.....	59
Figure IV.6 : Connecteurs de l'DRU et du PC dans l'DAV.....	60
Figure IV.7 : Port de données.....	61
Figure IV.8 : Connecteurs, bornes, etc. à l'intérieur de la DCU.....	61
Figure IV.9 :Partie du câble IEEE1394 reliée à DRU.....	64
Figure IV.10 :Partie du câble IEEE1394 reliée à DAV.....	64
Figure IV.11 : Connecteur du câble IEEE1394 sur l'DRU.	65
Figure IV.12 : Raccordement de DRU à DAV.....	66
Figure IV.13 : Lecture de données enregistrées dans l'DRU sur un PC.....	68
Figure IV.14 : Exemple (1) de fenêtre de données téléchargées de DRU.....	72
Figure IV.15 : Exemple (2) de fenêtre de données téléchargées de DRU.....	73

La liste des tableaux

Tableau I.1: Exigences de l'OMI visant le transport d'un VDR et d'un S-VDR.....	14
Tableau III.1: Les différentes tensions et taux de bits pour DIU.....	42
Tableau III.2: Partition mémoire et le taux de bits.....	49
Tableau III.3: Les données enregistrées par VDR et S-VDR.....	53
Tableau IV.1 : Indication d'état de DAU à partir des LEDs.....	56
Tableau IV.2 : Bornes et connecteurs dans l'DAU.....	63

Nomenclatures

AIS: Automatic Identification System

BAU: Bridge Alarm Unit

CCTV: Closed Circuit Television

CD ROM: Compact Disk Read Only Memory

CEI: Commission Electrotechnique international.

CPU: Central Processing Unit

CSM: Crash Survivable Module

CVR: Cockpit Voice Recorder

DAU: Data Acquisition Unit

DC: Direct Current

DCU: Data Collecting Unit

DIU: Data Interface Unit

DRU: Data Recording Unit

ECDIS: Electronic Chart Display and Information System

FDAU: Flight Data Acquisition Unit

FDR: Flight Data Recorder

GPS: Global Positioning System

HDD: Hard Disk Drive

Hsync: Horizontal synchronization

HVR: Hardened Voyage Recorder

JB: Junction Box

LCD: Liquid Crystal Display

LED: Light Emitting Diode

MBB: Maritime Black Box

MIC: Microphones

MSC: Maritime Safety Committee

NMEA: National Marine Electronic Association

OMI: Organisation Maritime International

PC: Personal Computer

PCB: Printed Circuit Board

PMC: Protective Memory Capsule

QAR: Quick Access Recorders

RADAR: RAdio Detection And Ranging

RAP: Remote Alarm Panel

RGB: Red Green Blue.

RIP: Radar Interlay Processor

ROM: Read Only Memory

RTD: Remote Real-Time Display

SAM: Remote Status and Alarm Module

SHOM: Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

SOLAS: Safety Of Life At Sea

SIU: Sensor Interface Unit

SSD: Solid-State Drive

S-VDR: Simplified Voyage Data Recorder

TB: Terminal Block

ULB: Underwater Locator Beacon

USB: Universal Serial Bus

VESA: Video Electronics Standards Association

VDR: Voyage Data Recorder

VGA: Video Graphics Array

VHF: Very High Frequency.

Vsync: Vertical synchronization

Introduction

Générale

Introduction :

Pour un bon nombre d'années, les enregistreurs de paramètres et les enregistreurs phoniques ont été nécessaires sur les avions commerciaux. Ces «boîtes noires» ont été des outils précieux pour les enquêtes sur les accidents et la détermination des mesures correctives.

Par contre dans le domaine maritime, dans les années 1980, plusieurs catastrophes maritimes majeures, notamment l'enfoncement du navire à passagers Estonia avec la perte de plus de 900 vies, conduit l'industrie maritime à envisager d'adopter une technologie similaire pour les navires. En conséquence, durant les années 1990, l'Organisation Maritime Internationale (OMI) a spécifiée et a développée pour un voyage maritime un enregistreur de données du voyage, en anglais Voyage Data Recorder (VDR), qui enregistre et stocke les données de bord à travers des capteurs et des systèmes, ainsi que des enregistrements vocaux, pour la récupération après un incident en mer.

La résolution A.861 (20) a été adoptée par l'OMI en mai 1999. Elle a établi une date limite de 2002, après quoi les nouveaux navires doivent être équipés d'un VDR approuvé. Les conditions d'emport de VDR ont inclus des modifications de navires à passagers et rouliers construits avant 2002, mais n'ont pas prévu des modifications à des cargos plus anciens non-passagers.

En 2005 l'OMI a modifié la résolution A.861 d'ajouter une exigence pour la modernisation d'un VDR simplifié (S-VDR) sur tous les navires de charge existants plus de 3.000 tonnes.

La convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, (convention SOLAS), actuellement en vigueur, a été adoptée le 1^{er} novembre 1974 par la Conférence internationale sur la sauvegarde de la vie humaine en mer réunie par l'OMI et est entrée en vigueur le 25 mai 1980.

La révision du chapitre V de SOLAS qui est consacré à la « sécurité de la navigation » requiert l'installation d'un « enregistreur de données du voyage » (règle 20) dans tous les navires de passage de courbure brute égale ou supérieure à 150 tonnes, dans d'autres bateaux égaux ou supérieurs à 3000 tonnes si effectuant des voyages internationaux et dans de nouvelles constructions à partir du 1^{er} juillet 2002.

L'objectif du travail présenté dans ce mémoire est d'étudier l'Enregistreur de Données du Voyage, ce système est composé de deux types de blocs, ceux qui sont obligatoire et d'autres qui sont facultatifs que l'on appel par options au système.

Pour se faire, ce travail sera reparti en quatre chapitres :

Le premier chapitre présentera les deux enregistreurs de données du voyage utilisés soit sur les navires ou bien sur les avions, dans la première partie de ce chapitre, nous allons donner une idée détaillée sur les enregistreurs de données du voyage utilisés sur les avions, la seconde partie de ce chapitre présentera ceux utilisés dans le domaine maritime sur les navires. Il est question donc de rappeler les différentes notions théoriques, définitions et concepts relatifs à ce domaine.

Le deuxième chapitre sera consacré à la représentation des différents instruments du navire reliés au VDR et principe de fonctionnement de certain de ces instruments.

Le troisième chapitre traite les différentes unités du VDR, le chapitre se terminera par une comparaison des données à enregistrer par les deux systèmes VDR et S-VDR.

Le quatrième chapitre est une étude et conception du système VDR côté blocs et côté logiciels.

Nous terminerons ce travail par une conclusion générale qui passera en revue tout ce qui a été abordé dans ce mémoire.

Chapitre I

Généralités sur l'enregistreur
de données du voyage

I.1 Introduction

La boîte noire est un élément très important dans un avion car il raconte l'histoire de ce qui s'est passé à l'intérieur de l'avion qui a conduit à une panne des machines ou de toute défaillance du système de communication, qui a finalement mené à l'accident. De même les navires ont également une boîte noire installée en eux appelé VDR, il est aussi appelé MBB, (Maritime Black Box), donc **l'enregistreur de données du voyage** en anglais **Voyage Data Recorder (VDR)** se veut être l'équivalent de la boîte noire qui existe dans le domaine aéronautique.

I.2 Origine de la boîte noire

L'origine couramment acceptée se situe dans la langue anglaise à l'époque de la deuxième guerre mondiale, elle est liée aux techniques des télécommunications militaires, reprenant l'expression utilisée pour désigner « des appareils ennemis capturés qui ne pouvaient pas être ouverts » car ils pouvaient être piégés et ils devaient donc être examinés sans que leur conception interne soit visible.

Les idées sur lesquels reposent les méthodes de décryptage de cette boîte noire sont parfois attribuée à la pensée préalable de Wilhelm Cauer vers 1941 ou de Franz Breisig.

Mais c'est en 1948 qu'une théorisation précise du principe est proposée par Norbert Wiener dans l'ouvrage cybernétiques, sous l'impulsion de la demande de nombreux chercheurs.

I.3 Les boîtes noires utilisées sur les avions

I.3.1 définition

Chaque avion est équipé d'une boîte noire qui sert à enregistrer les informations émises depuis l'avion liées au vol, et dont l'analyse permet de déterminer les causes d'un incident ou d'un accident. En cas d'accident en vol, les plus récentes sont stockées et font office de "preuves". Sur la base de ces données, les enquêteurs déterminent dans 90% des cas les causes de l'accident via une reconstitution ou une simulation du vol. Dans la pratique, ces boîtes sont de couleur orange ou rouge, ce qui facilite la recherche si l'avion est détruit.

Elles sont Introduites dans l'aviation à partir de 1960, les boîtes noires étaient constituées par des enregistreurs sur bande magnétique avant d'être progressivement remplacées depuis les années 1990 par des SSD (Solid-State Drive) considérés comme plus fiables étant donné l'absence de composants mécaniques et pouvant également stocker plus d'informations.



Figure I.1 : Vue d'un SSD.

À la suite d'un incident aérien, les boîtes sont analysées par les autorités en charge de la sécurité aérienne. Les données enregistrées permettent de reconstituer la phase finale du vol voire, dans les cas les plus récents, d'être introduite dans un simulateur de vol pour une répétition complète du vol.

Conçues pour ne pas se détruire suite à une catastrophe aérienne, les données des boîtes noires sont protégées par trois couches de matériaux destinés à assurer leur survie au choc, à l'incendie et à l'immersion profonde.



Figure I.2 : Protections des boites noires.

I.3.2 Caractéristiques

L'ensemble des informations des différents capteurs de l'avion est collecté par le FDAU (Flight Data Acquisition Unit) situé à l'avant du cockpit puis renvoyé vers l'arrière de l'avion où sont situées les boîtes noires.

Ce boîtier est chargé d'acquérir les paramètres de vol. Ces acquisitions se font traditionnellement sur bus ARINC 429, bus de communication numérique très répandu, ou directement en analogique depuis des capteurs.

Les boîtes noires ont pour caractéristique commune d'être équipées d'une balise ULB (Underwater Locator Beacon) qui se déclenche en cas d'immersion lorsque deux contacteurs sont humides et qui émet un signal à ultrason afin d'aider à la localisation de l'appareil. Le signal omnidirectionnel est émis à une fréquence de 37, 5 à 160 kHz (toutes les secondes pendant une durée de 30 jours consécutifs sur une portée de 2 km environ. Il peut être capté à une profondeur allant jusqu'à 6 000 mètres.

I.3.3 Différents types de boîtes noires

Un avion commercial est équipé de deux boîtes noires qui contiennent respectivement un enregistreur phonique (ou CVR), et un enregistreur de paramètres (ou FDR).

Les enregistreurs phoniques (Cockpit Voice Recorder : CVR) qui sont destinées à enregistrer en boucle les conversations du cockpit (échanges entre les membres d'équipages, entre l'équipage et les organismes de contrôle de la circulation aérienne).

Les enregistreurs de paramètres (Flight Data Recorder : FDR) ou "enregistreurs de données avion", appareil d'enregistrement sur bande magnétique de vol, qui ont pour rôle d'enregistrer les données de vol. Le FDR a été produit en 1956 par le Dr. David Warren, permettent de restituer au mieux la trajectoire, le fonctionnement des équipements, les actions de l'équipage. Elles sont placées à l'arrière de l'avion car c'est la partie qui est généralement la mieux conservée lors d'un impact avec le sol ou la mer.

Les enregistreurs eux même sont fabriqués dans les matériaux les plus résistants, les informations sont enregistrées avec la date et l'heure sur une bande magnétique montée en boucle. Quand elle est endommagée, c'est à l'extérieur et non à l'intérieur où se trouvent les données. Ces enregistreurs se trouvent à l'intérieur de boîtes métalliques de couleur vive, orange ou rouge, très visible pour être repérées avec facilité.

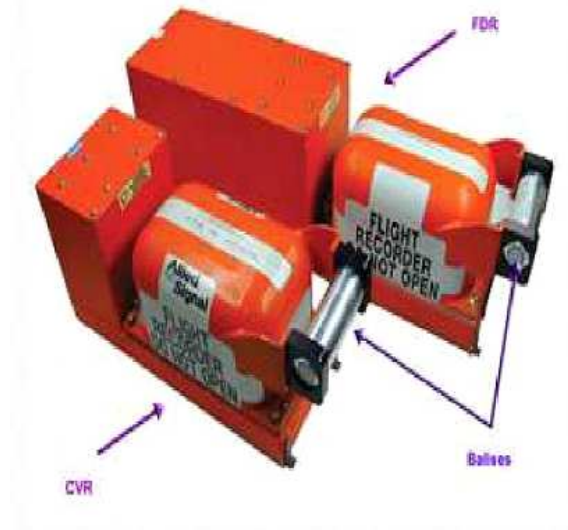


Figure I.3 : Photo d'un CVR et d'un FDR.

I.3.3.1 Les enregistreurs phoniques (CVR)

- **Présentation**

Ces boîtes noires destinées à enregistrer l'ambiance sonore du poste du pilotage tel que les bruits du moteur et les alarmes sonore, mais aussi les communications avec le contrôleur aérien, les instructions météo, et les conversations entre les pilotes et l'équipage. Les données ainsi obtenues sont enregistrées sur quatre pistes à bande magnétique.

À partir des données enregistrées, les enquêteurs arrivent à obtenir de nombreuses informations.

En plus des voix des pilotes, ils arrivent à identifier les différentes alarmes sonores, les bruits d'interrupteur ou encore les variations de régimes moteurs.

- **Caractéristiques**

- ◆ Durée d'enregistrement : 30 à 120 minutes
- ◆ Nombre de canaux:4
- ◆ Tolérance à l'impact : 3400g pendant 6.5 millisecondes
- ◆ Résistance au feu:1100 °C pendant 1 heure
- ◆ Autonomie de la batterie : 6 ans
- ◆ Durée d'émission de la balise subaquatique : 30 jours

- ◆ Toutes les 30 (à 120) minute, la boîte noire repart à zéro et enregistre à nouveau pendant une demi-heure. En cas de crash, les informations émises pendant les 30 minutes précédant le drame, et donc les plus "utiles", sont stockées par la boîte noire.

I.3.3.2 Les enregistreurs de paramètres (FDR)

- **Présentation**

Ces boîtes noires destinées à enregistrer les données de vole relatives aux systèmes de l'avion, elles enregistrent un minimum de 28 paramètres différents tel que l'heure, l'altitude, la vitesse et le cap. Certain enregistre aussi plus de 300 autres caractéristiques de vol depuis le pilote automatique jusqu'au détecteur de fumé. À partir de ces données, il est possible d'effectuer une simulation informatique du vol.

- **Caractéristiques**

- ◆ Ils mémorisent jusqu'à 25 heures de données ;
- ◆ Nombre de paramètres : de 28 à plus de 300 ;
- ◆ Résistance au feu : 1100°C pendant une heure ;
- ◆ Résistance à la pression de l'eau : 5000 mètres ;
- ◆ Autonomie de la batterie : 6 ans ;
- ◆ Dimensions : 32 x 13 x 14 cm environ ;
- ◆ Poids : 4.5 kg.



Figure I.4 : Enregistreurs de Paramètres FDR.

I.3.4 L'emplacement des boîtes noires sur les avions

Elles sont placées à l'arrière de l'appareil, généralement situé dans la section de queue de l'avion, un endroit totalement inaccessible et stratégique: c'est la partie de l'avion censée être la mieux protégée en cas d'accident.

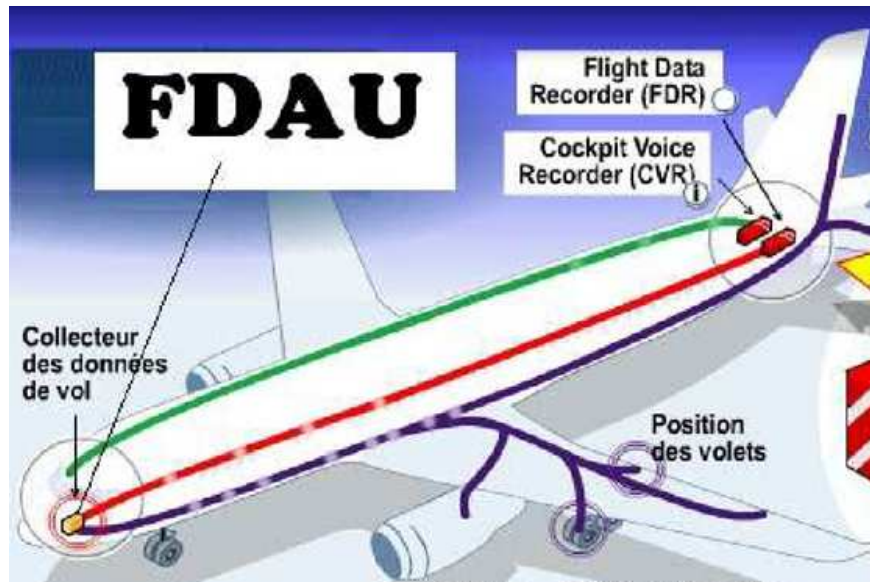


Figure I.5 : Localisation des boîtes noires sur un avion.

I.3.5 Comment retrouver les boîtes noires après un incident

Chaque boîte noire est équipée d'une balise ULB qui se déclenche en cas d'immersion. Elle émet un signal ultrason toutes les secondes pendant 30 jours. Dépassé ce délai, la boîte noire n'émet plus aucun signal et est quasiment introuvable.

I.3.6 Comment récupérer les données

Les paramètres enregistrés permettent aux enquêteurs d'analyser le déroulement du vol, le fonctionnement de l'aéronef, etc. Les données décodées sont présentées sous forme de listings et de graphes.

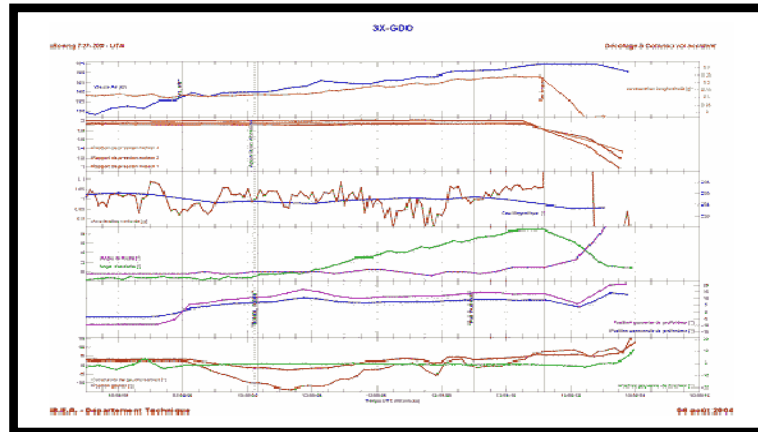


Figure I.6 : Représentation graphique de données enregistrées.

Dans certains cas, il peut être également intéressant de produire une animation 3D qui permet d'illustrer de manière plus intuitive l'événement.

Le CVR, en plus des conversations, enregistre au travers des bruits et sons de nombreuses informations sur le déroulement du vol.

Les enquêteurs peuvent ainsi identifier certains bruits significatifs, obtenir des indications sur le régime des moteurs, les actions sur des interrupteurs, dater avec précision certains phénomènes, etc. Ils disposent pour cela d'outils performants d'analyse spectrale.

I.3.7 Exploitation des enregistreurs

Les bandes sont lues à l'aide de lecteurs analogues à des magnétophones.

Les mémoires électroniques sont placées quant à elles sur un châssis d'enregistreur de même type utilisé comme lecteur. Les données brutes obtenues lors de ces lectures sont ensuite converties, au moyen de documents fournis par l'exploitant, par les enquêteurs, en vue de leur exploitation.

Les enquêteurs sont équipés, pour lire la quasi-totalité, des enregistreurs (à cassette non protégés), ainsi que nombre de QAR pour l'analyse des vols.

Dans le cas d'une bande magnétique trop endommagée qu'on ne peut lire par un moyen classique, le laboratoire utilise un équipement spécifique, dit à « g r e n a t », qui permet de révéler les signaux enregistrés (transitions magnétiques), de façon à récupérer une à une les données qui n'auraient pas été détruites dans l'accident.

I.3.8 Analyse des données

Les données une fois récupérées, il convient de les exploiter. A cet effet, leur analyse déjà commencée dans le cadre de la validation des données brutes, va se poursuivre, en liaison avec l'enquêteur désigné responsable de l'enquête et certains experts.

Les spécialistes acousticiens procèdent à l'écoute et à la transcription des enregistrements phoniques. Ils en effectuent l'analyse spectrale, identifient les alarmes et les bruits enregistrés, datent les événements avec précision.

Parallèlement, d'autres enquêteurs analysent les paramètres enregistrés, les interprètent et les présentent sous forme de courbes ou d'animations 3D.





Figure I.7 : Photo de Boites noires après le crash.

I.4 Les boîtes noires utilisées sur les navires (Enregistreurs de Données du Voyage), en anglais Voyage Data Recorder «VDR»

I.4.1 Introduction

La navigation maritime apparaît aujourd'hui comme un domaine particulièrement dangereux, tant au point de vue humain qu'environnemental. L'enregistreur de données du voyage (VDR) ou S-VDR est un système que l'Organisation Maritime Internationale (OMI) a mandaté pour la majorité des navires de transport. Il s'agit d'un système semblable à celui de l'aviation « boîte noire », si un navire est impliqué dans un accident, les données peuvent être récupérées pour reconstruire les 12 dernières heures de la traversée des navires. Cela permet à la communauté maritime de comprendre clairement la raison de l'accident et prendre des mesures préventives pour accroître la sécurité maritime à l'avenir. Le VDR est utilisé pour la première fois dans une enquête sur un accident maritime porté sur l'échouement du navire à passager Star Princess sur Pound stone rock dans le sud de l'Alaska le 23 Juin 1995.

Le VDR est obligatoire depuis le 1^{er} juillet 2002 sur tous les navires à passagers et tous les navires de commerce d'un tonnage de plus de 3000 Tonneaux (règle 20 de SOLAS chapitre V).

I.4.2 Définition d'un VDR

Le VDR est un équipement électronique qui se trouve dans une enceinte appropriée et qui peut être soit à l'extérieur situé dans une unité de stockage de protection ou peut être dans une unité fixe ou récupérable peut être de type flottant. Donc le VDR est un enregistreur de données du voyage qui enregistre diverses données et événements arrivés à bord d'un navire, est un dispositif qui enregistre les signaux d'entrée à partir de diverses pièces d'équipements de navigation.

Un VDR est similaire à la boîte noire sur le plan commercial, utilisé pour aider à la reconstruction et l'évaluation des événements qui ont suivi un accident.

I.4.3 Caractéristiques d'un VDR

Le VDR est conçu pour résister à trois types d'accidents: choc, immersion et pression intense.

I.4.4 But d'un VDR

Son but est d'aider à faire l'analyse des circonstances qui ont mené à un accident par l'examen des données des 12 dernières heures, donc le but de ce registre est celui d'aider les enquêteurs à déterminer les causes d'un incident ou d'un accident. Le vrai but de VDR, cependant, n'est pas à blâmer, mais pour mieux apprendre de ces accidents afin que les opérations maritimes futures seront plus en sécurité.

I.4.5 Enregistreurs de données du voyage simplifiés (S-VDR)

Le MSC à sa 79e session en Décembre 2004 a adopté des amendements à la règle 20 de SOLAS, chapitre V (Sécurité de la navigation) sur une progressive du besoin en transport d'un enregistreur de données du voyage simplifié (S-VDR). Cet amendement est entré en vigueur le 1er Juillet 2006.

- **Définition d'un S-VDR**

Il existe également des enregistreurs de données du voyage simplifiés (Simplified Voyage Data Recorder). ce dernier modèle étant destiné aux :

- ◆ Navires dont le tonnage brut est supérieur à 20 000 et construits avant le 1^{er} juillet 2002, la limite étant au premier carénage après le 1^{er} juillet 2006, mais au plus tard le 1^{er} juillet 2009.
- ◆ Navires dont le tonnage brut est supérieur à 3000 mais inférieur à 20 000 construits avant le 1^{er} juillet 2002, la limite étant au premier carénage après le 1^{er} juillet 2007, mais au plus tard le 1^{er} juillet 2010.

Les administrations acceptent d'exempter les navires qui sont supposés ne plus être en service à ces dates.

I.4.6 Comparaison entre un VDR et un S-VDR

Il n'y a aucune différence principale entre le VDR et le S-VDR, la seule différence entre les deux est la quantité de données pouvant être enregistrées dans chacun, ces systèmes(S-VDR) enregistreront tout simplement moins de données.

Un VDR doit se conformer à des réglementations plus qu'un S-VDR, et il doit être capable de stocker plus de données par rapport au S-VDR, ce dernier à plus de flexibilité dans la saisie des données par rapport au VDR.

I.4.7 Exigences de l'OMI visant le transport d'un VDR ou d'un S-VDR

Les nouvelles règles de l'OMI stipulent que les navires de charge effectuant des voyages internationaux existants doivent être munis d'un S-VDR comme suit:

Type de navire	Les nouveaux navires construits à partir du 1 ^{er} Juillet 2002	Les navires existants construits avant le 1 ^{er} Juillet 2002
Passager	VDR	VDR
Navires rouliers à passagers	VDR	VDR

Les navires de charge plus de 20.000 tonneaux de jauge brute	VDR	S-VDR au 1 ^{er} mise en cale sèche après le 1 ^{er} Juillet 2006, mais pas plus tard le 1er Juillet 2009
Cargos 3000 -20.000 tonneaux de jauge brute	VDR	S-VDR au 1 ^{er} mise en cale sèche après le 1 ^{er} Juillet 2007, mais au plus tard le 1 ^{er} Juillet 2010

Tableau I.1: Exigences de l'OMI visant le transport d'un VDR et d'un S-VDR.

I.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté un bref historique sur les boites noires utilisées sur les avions, leurs types, et leurs caractéristiques. On n'a pas parlé de beaucoup de chose qui les concerne puisque l'objectif de ce travail est d'étudier la boîte noire maritime (ou l'enregistreur de données du voyage), pour cela nous avons introduit le VDR pour donner ses caractéristiques et son but, puis nous avons présenté le S-VDR ainsi une comparaison entre les deux systèmes. Pour finir, nous avons décrit les exigences de l'OMI visant le transport d'un VDR ou d'un S-VDR. La suite de ce mémoire est entièrement consacrée à l'étude de l'enregistreur de données du voyage (VDR) maritime.

Chapitre II

Les éléments reliés à
l'enregistreur de données du
voyage

II.1 Introduction

Un VDR enregistre une grande variété de données, tout le nécessaire pour une enquête sur toute situation qui entrave la sécurité du navire, de l'équipage et de l'environnement. Ces données concernant divers équipements de bord et qui sont reliés au VDR.

Dans ce chapitre, nous allons décrire les différents instruments de navigation reliés au VDR, ainsi le principe de fonctionnement concernant quelques équipements de bord.

II.2 Les instruments de navigation reliés au VDR

II.2.1 Système de Positionnement Par Satellites (GPS)

Le GPS, que l'on peut traduire en français par « système de localisation mondial » ou, plus proche du sigle d'origine, « Guidage Par Satellite », est un système de géolocalisation fonctionnant au niveau mondial. Le GPS fournit des informations de temps dans toutes les conditions météorologiques et de lieu n'importe où, où il y a une ligne de vue dégagée à quatre ou plus des satellites GPS.

Il est très rapidement apparu que des signaux transmis par les satellites pouvaient être librement reçus et exploités, et qu'ainsi un récepteur pouvait connaître sa position, avec une précision sans précédent, dès l'instant qu'il était équipé des circuits électroniques et du logiciel nécessaires au traitement des informations reçues. Une personne munie de ce récepteur peut ainsi se localiser et s'orienter sur mer, dans l'air etc.

Le GPS comprend au moins 24 satellites tournant à 20 200 km d'altitude. Ces satellites émettent en permanence sur deux fréquences L1 (1575.42 MHz) et L2 (1227.60 MHz) modulées en phase.

- **Principe de fonctionnement**

Les principaux systèmes de positionnement reposent aujourd'hui sur plusieurs dizaines de satellites émetteurs spécialisés en orbite et de récepteurs-calculateurs mobiles. La réception par le calculateur, d'un minimum de quatre satellites assure un calcul de positionnement précis par trilatération.

Le récepteur, qui peut être au sol ou embarqué sur un véhicule (une automobile, un navire, un avion, etc.), reçoit des signaux en provenance des satellites qui lui permettent de calculer ses coordonnées géographiques y compris l'altitude.

Le récepteur est souvent couplé à un ordinateur qui détermine le cap à suivre pour rejoindre un point de coordonnées connues ou qui affiche une carte numérique sur un écran.



Figure II.1 : Le récepteur GPS.

Le récepteur peut aussi être couplé à un téléphone cellulaire ou satellitaire qui retransmet automatiquement la position du mobile à un central. Ce central peut alors contrôler, gérer ou surveiller le déplacement des mobiles.

II.2.2 Le Radar

Le radar est un système qui utilise les ondes électromagnétiques pour détecter et déterminer la distance et/ou la vitesse d'objets tels que les avions et les navires. Un émetteur envoie des ondes électromagnétiques, qui sont réfléchies par la cible et détectées par un récepteur, souvent situé au même endroit que l'émetteur. La position est estimée grâce au temps de retour du signal, ce qui indique la distance, et la position angulaire de l'antenne.

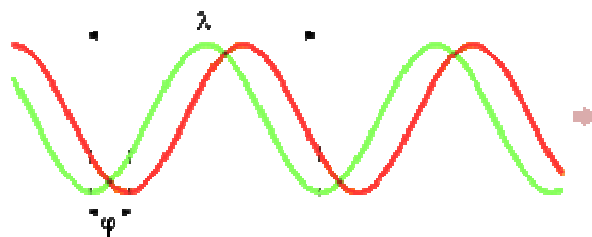
Le mot lui-même est un néologisme issu de l'acronyme de RAdio Detection And Ranging, que l'on peut traduire par « détection et estimation de la distance par ondes radio », « détection et télémétrie radio », ou plus simplement « radiorepérage ».



Figure II.2 : Radar (3 cm) sur le C/F Tassili II.

Au lieu de mesurer la différence de fréquence entre l'onde émise et celle reçue, qui peut être trop minime pour l'électronique, on utilise la différence de phase entre deux impulsions successives revenant d'un même volume sondé (paire d'ondes pulsées). Entre chaque impulsion, les cibles se déplacent légèrement et sont frappées par l'onde à une partie légèrement différente de son cycle. C'est cette différence de phase que le radar note au retour.

L'intensité d'une impulsion après un aller-retour est donnée par :



Différence de phase entre deux ondes revenant d'une cible ayant bougé :

$$I = I_0 \sin\left(\frac{4\pi x_0}{\lambda}\right) = I_0 \sin(\phi_0)$$

L'intensité d'une impulsion subséquente revenant du même volume sondé mais où les cibles ont légèrement bougé est donnée par:

$$I = I_0 \sin \left(\frac{4\pi(x_0 + v\Delta t)}{\lambda} \right) = I_0 \sin (\phi_0 + \Delta\phi)$$

$$\Delta\phi = \left(\frac{4\pi v \Delta t}{\lambda} \right)$$

$$\text{Où : } \begin{cases} x_0 = \text{distance radar - cible} \\ \lambda = \text{longueur d'onde} \\ \Delta t = \text{temps entre deux impulsions} \end{cases}$$

Donc :

$$v = \text{vitesse des cibles} = \frac{\lambda \Delta\phi}{4\pi \Delta t}$$

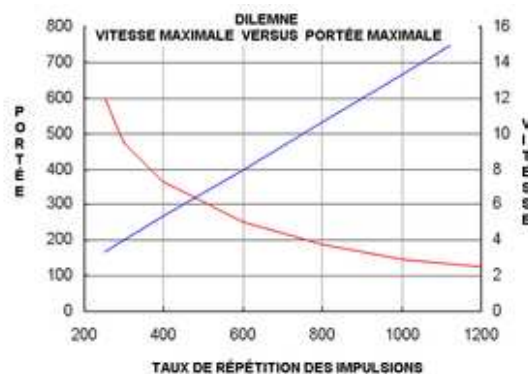


Figure II.3 : Vitesse, portée et taux de répétition des impulsions.

La portée maximale et la vitesse maximale non ambiguë varient de façon inverse (rouge pour la portée et bleu pour la vitesse maximale).

Pour obtenir une meilleure détermination de la vitesse des cibles, il faut envoyer des impulsions très rapprochées (vitesse de Nyquist), donc avec Δt très petit. Mais on sait également que la portée en réflectivité est directement proportionnelle à Δt , ce qui demande un grand Δt pour être sûr de la position des échos revenant de loin sans ambiguïté.

II.2.3 Le Sondeur

Contrairement au radar, le sondeur est un appareil de détection subaquatique permettant la mesure de la profondeur et la détection d'obstacles (épaves, bancs de poissons...). Une impulsion électrique est envoyée par le sondeur à la sonde (transducteur). La sonde contient un cristal qui transforme l'impulsion en ultrasons dirigés vers le bas à une fréquence définie. Plus la fréquence est élevée, plus la précision est grande. Plus la durée d'impulsion est courte, plus la précision est grande.

Cette onde se déplace à environ 1500 m/s dans l'eau. Quand elle rencontre un obstacle, elle est renvoyée vers la sonde qui la transforme en impulsion électrique. L'information est traitée et on obtient une profondeur où le dessin de l'obstacle. La distance de l'obstacle est obtenue par la différence de temps entre l'émission et la réception du signal.

Pour la navigation, le sondeur est important pour un atterrissage, dans des zones de hauts fonds, des zones de petits fonds, par visibilité réduite... etc. L'objectif de connaître la hauteur d'eau sous la quille est de prévenir l'échouement. Dans les fonds inférieurs à 200m le sondeur doit être en fonction.



Figure II.4 : Le Sondeur.

- **Principe de fonctionnement**
 - ◆ Emission d'une source directive ultrasonore,
 - ◆ Réflexion sur le fond,
 - ◆ Profondeur proportionnelle au temps A/R du signal,
 - ◆ Emission et réception du signal par la base ou transducteur placé sur l'avant du navire.

II.2.4 Le Loch Electromagnétique et le Loch Doppler

II.2.4.1 But d'un Loch

- ◆ Déterminer la vitesse surface (V_s) : vitesse sur l'eau,
- ◆ Déterminer la vitesse fond (V_f) : vitesse vrai du navire,
- ◆ Déduire la distance parcourue.



Figure II.5 : Le Loch.

II.2.4.2 Principe de la mesure de vitesse

II.2.4.2.1 Loch Electromagnétique

Il ne mesure qu'une vitesse surface (V_s), en mesurant l'écoulement de l'eau sous la coque.

- **Loi de Lenz**

Un conducteur qui se déplace V dans un champ d'induction devient le siège d'une f é m induite.

Un champ d'induction B constant, en ce déplaçant, crée une f é m dans l'eau, proportionnelle à la vitesse V du navire, Cette tension est recueillie par deux électrodes.

Le champ d'induction est produit par une bobine alimentée en courant alternatif de basse tension.

II.2.4.2.2 Loch Doppler

Loch Doppler, émission d'un signal acoustique qui se réfléchit sur le fond (V_f) ou sur une couche d'eau, le réverbéré (V_s).

Ces lochs peuvent mesurer les deux composantes horizontales de la vitesse (longitudinale, suivant l'axe du navire, et transversale, suivant un axe perpendiculaire) ; ils permettent de mesurer la "vitesse vraie" (ou "vitesse fond") lorsque le loch fonctionne en mode fond (signal renvoyé par le fond, lorsque la profondeur n'est pas trop grande, en général quelques dizaines de mètres au maximum) ; sinon, le signal est rétrodiffusé par l'eau (en fait, par les particules en suspension et par les bulles), et le loch indique la "vitesse surface" (ou vitesse par rapport à la masse d'eau).

II.2.5 Compas (navigation)

Pour s'orienter par rapport au nord sur un navire, on utilise un compas. Il est gradué de 0° (nord) à 359° dans le sens des aiguilles d'une montre (sens rétrograde). Il existe 2 catégories de compas :

II.2.5.1 Le Compas Magnétique

Le compas magnétique indique le nord compas. Il subit l'influence du champ magnétique induit par le navire, ses équipements électriques...etc. C'est la déviation. La déviation étant variable selon le cap du navire, selon le lieu et variant avec les modifications d'installation sur le navire. Quand la déviation est trop importante, il faut la diminuer en effectuant une compensation du compas. Cette opération consiste à positionner des aimants longitudinaux et transversaux, des pièces de fer doux. La rose s'oriente dans la direction voisine de la composante horizontale du champ magnétique terrestre.

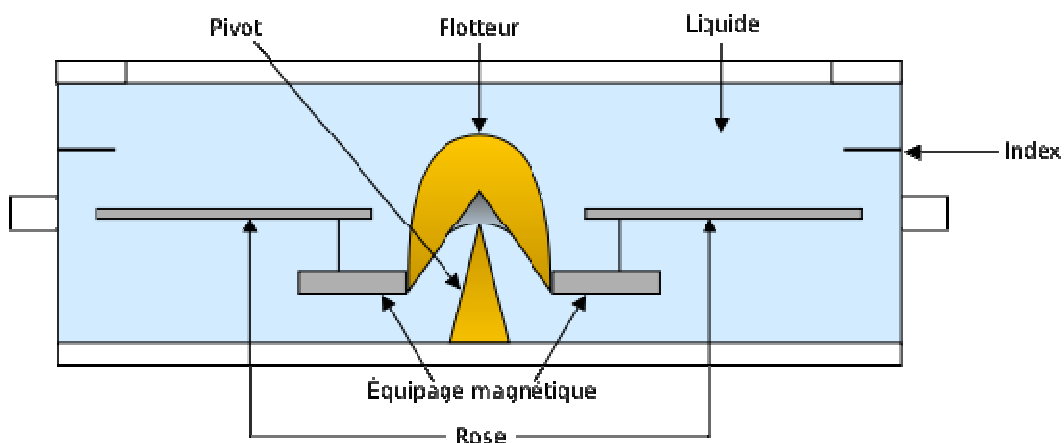


Figure II.6 : Schéma sommaire d'un compas magnétique.

Quelques aiguilles aimantées (équipage magnétique) liées à une couronne mobile (rose) munie d'un flotteur; le tout reposant, dans un mélange liquide composé d'eau et d'alcool, sur un pivot.

Le champ magnétique terrestre étant très faible, il a fallu obligatoirement diminuer au maximum les frottements de la rose sur le pivot (par l'ajout d'un flotteur entre autres). L'utilisation sur un navire a également demandé l'installation d'un système à cardan.

La cuvette du compas est fixée sur la couronne interne du cardan, donnant ainsi au compas plus de possibilité de pouvoir garder l'horizontale à la mer.

Le compas est placé dans un habitacle composé de bois et/ou de matériaux amagnétiques.

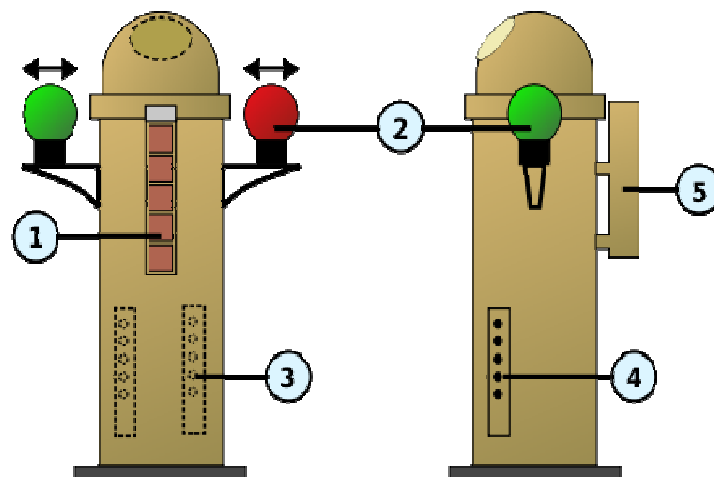


Figure II.7 : Le Compas magnétique.

- 1- Cales de bois,
- 2- Sphères,
- 3- Aimants longitudinaux,
- 4- Aimants transversaux,
- 5- Flinder.

L'habitacle, placé si possible dans l'axe central du navire, est toujours éloigné le plus possible d'éventuelles perturbations magnétiques (antennes satellitaires, radios). Il peut comporter un système de miroirs de renvoi optique de lecture du compas pour le barreur dans

la passerelle de navigation, mais ce système est de plus en plus remplacé par un système de lecture à distance électronique (capteur placé sous la cuvette).

II.2.5.2 Le Compas Gyroscopique

Il est un référentiel qui indique le nord vrai avec une précision inférieure à 0.5° . Le compas gyroscopique est basé sur le principe que tout corps qui tourne sur lui-même tend à maintenir son axe de rotation dans une direction donnée. L'axe de rotation du compas gyroscopique est stabilisé dans la direction du nord géographique.

Dans les deux cas, la rose ne s'oriente pas exactement suivant la direction du nord vrai mais selon une direction voisine appelée « Nord compas ».



Figure II.8 : La rose.

Sur un navire, on définit le cap, c'est-à-dire la direction du navire. Le cap est l'angle que fait l'axe longitudinal du navire avec le nord.

II.2.6 Radio Communications VHF

La radio maritime inclut l'ensemble des moyens radioélectriques utilisés en mer pour communiquer, de navire à navire ou avec des stations côtières, pour la sécurité, la gestion des flottes ou les communications personnelles.

Des radiotéléphones portables dans la bande VHF marine sont également utilisés, pour les communications locales portuaires ou en secours en cas de détresse. La VHF portable est limitée à une puissance d'émission maximale de 5 W avec une portée théorique de 3 à 9 milles selon le relief.

L'utilisation des canaux est strictement réglementée, en particulier celle du canal d'appel et de sécurité (canal 16).



Figure II.9 : La VHF.

II.2.7 L'Appareil à Gouverner (Gouvernail)

Le gouvernail est un dispositif mobile destiné au contrôle directionnel d'un navire et plus généralement de tout engin se déplaçant sur l'eau, dans l'eau ou dans l'air.

Les gouvernails sont souvent placés dans le jet de l'hélice, ce qui augmente leur efficacité en marche avant (utilisation principale).

On agit sur le gouvernail depuis la passerelle de navigation : actionnée manuellement (Barre manuelle), ou automatiquement (autopilote) : la Barre à droite implique le gouvernail permet au navire de venir à droite, la Barre à gauche implique le gouvernail permet au navire de venir à gauche et ça dépend de l'angle de Barre.

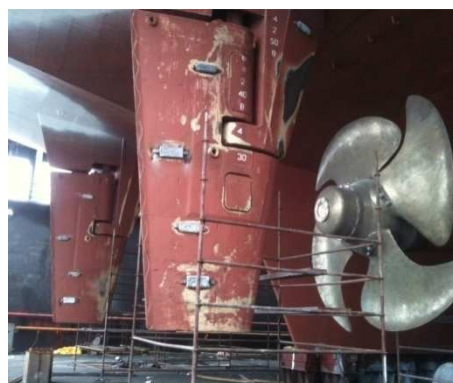


Figure II.10 : Gouvernail du C/F Tarik Ibn Ziyad (Arrêt technique).

- **Définition de la Barre**

Sur un navire, la Barre est le module de manœuvre du gouvernail. Elle peut avoir plusieurs aspects comme la Barre à roue, consistant en un volant actionnant le safran (est une partie du gouvernail d'un navire, constitué d'un plan vertical pouvant pivoter afin de dévier le flux d'eau sous la coque pour changer la direction du navire).



Figure II.11 : Barre manuelle du C/F Tassili II.

Dans la marine, l'action de faire tourner la Barre qui agit sur le gouvernail pour suivre une route en tenant un cap s'appelle **gouverner**. Quand l'homme de Barre, distrait effectue une embardée ou suit mal la route ordonnée, le chef de quart passerelle ne manque pas de lui rappeler : " Attention à gouverner".

II.2.8 La Machine (Chadburn)

Appareil servant à transmettre les ordres de variation de l'allure de la passerelle aux machines à bord d'un navire.



Figure II.12: Le Chadburn.

II.2.9 Le Propulseur d'Etrave

Le terme général est propulseur transversal. Il se trouve à l'avant du navire. Il existe également des propulseurs transversaux arrière.

Les propulseurs transversaux peuvent être entraînés par un moteur Diesel, un système hydraulique ou par un système électrique.

L'hélice du propulseur se trouve dans un tunnel transversal muni de grilles pour éviter que des aussières ou autres cordages ne soient aspirés lors des manœuvres de départ et d'arrivée. Plusieurs solutions techniques existent, à sens de rotation inversée, à vitesse fixe et hélice à pas variable.



Figure II.13 : Les deux propulseurs d'étrave du C/F Tarik Ibn Ziyad (Arrêt technique).

Le ou les propulseurs transversaux sont utilisés lors des manœuvres en zone portuaire, afin d'éviter au navire le coût de l'utilisation de remorqueurs. Les propulseurs transversaux ne sont efficaces qu'à des vitesses faibles de l'ordre de 0 à 4 nœuds.



Figure II.14 : Symbole d'un propulseur d'étrave porté sur la coque.



Figure II.15 : Commande du propulseur.

Appareil servant à transmettre les ordres de variation de direction du propulseur depuis la passerelle au local propulseur à bord d'un navire.

II.2.10 L'Anémomètre

Le mot Anémomètre composé du préfixe « anémo », en français (« vent ») et du suffixe « mètre » (« mesure »), est un appareil permettant de mesurer la vitesse du vent.



Figure II.16 : Photo de l'Anémomètre.

- **Principe de fonctionnement**

Les anémomètres comprennent un système électronique interne qui calcule le nombre de tours que font les coupelles (en forme de demi-sphères orientées dans le même sens et qui sont libre de tourner) pendant un temps précis. La vitesse du vent, convertie par l'ordinateur interne, apparaît alors sur l'écran. Plus le vent est fort, plus les coupelles tournent rapidement.

On peut calculer la vitesse du vent de façon mécanique, c'est-à-dire sans avoir recours à un circuit électronique.



Figure II.17 : Photo de Girouette.

II.2.11 L'AIS

Le système d'identification automatique «AIS», est un système automatique de transmission des données de navigation entre navires ou entre navires et stations de réception terrestres, permettant en outre de réduire les risques de collision. Chaque navire équipé apparaît identifié avec sa route, sa position GPS, son nom, son cap, sa longueur, sa largeur etc. sur un écran.



Figure II.18 : Photo de L'AIS.

II.2.12 Le Pilote Automatique

Il permet au navire de maintenir un cap. Il utilise pour cela un compas, un indicateur d'angle de barre et un moteur qui actionne la barre. La complexité d'un pilote varie en fonction de la taille des navires et des performances attendues. Ainsi, on retrouve des gyroscopes qui mesurent les mouvements de tangages et de roulis pour corriger l'effet des vagues, des connexions avec la girouette pour maintenir un angle par rapport au vent. On retrouve toujours une interface utilisateur sur laquelle on passe en mode manuel ou automatique, où l'on indique le cap à suivre.

Le calculateur reçoit un cap à suivre de l'utilisateur, compare le cap suivi (via le compas) et la position actuelle de la barre par le capteur d'angle de barre. Le calculateur analyse les données et transmet l'ordre au servomoteur qui agit sur la barre. On peut régler la vitesse de réaction du pilote, sa capacité à tenir le navire par mer forte.



Figure II.19 : Le Pilote automatique.

II.2.13 L'ECDIS

L'ECDIS, est un système de cartes électroniques qui remplace les cartes papiers de navigation. On peut y apporter les modifications et corrections suite aux indications du SHOM ou des organismes équivalents des autres pays.

II.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présentés les principaux instruments et éléments de navigation qui sont reliés au VDR, en outre nous avons défini quelques termes maritimes.

Dans le chapitre suivant nous allons présenter les différents blocs constituant un enregistreur de données du voyage.

Chapitre III

Les unités d'un enregistreur de
données du voyage

III.1 Introduction

Après une représentation des différents instruments et systèmes de navigation connectés à l'enregistreur de données du voyage, on passe maintenant à la représentation des différents modules constituant le VDR. Donc ce dernier, est un ensemble de blocs séparés qui doivent répondre aux exigences spécifiques par l'OMI dans la convention « SOLAS » pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, ainsi dans la Commission Electrotechnique Internationale « CEI ».

III.2 Les données devant obligatoirement être enregistrées sur un VDR

Des données concernant divers équipements de bord doivent être obligatoirement enregistrées sur un VDR, comme :

- 1) Date et heure ;
- 2) Position du navire donnée par le système de positionnement par satellites (GPS) ;
- 3) Vitesse du navire mesurée par un dispositif (Loch électromagnétique ou Doppler) ;
- 4) Cap du navire donné par le Gyro Compas ou compas magnétique ;
- 5) Image Radar du navire ;
- 6) Conversations passerelle ;
- 7) Radio communications VHF (émission/réception) ;
- 8) Profondeur d'eau sous la quille du navire donnée par le sondeur ;
- 9) Alarmes principales (incendie, machine, etc.) ;
- 10) Statut des ouvertures dans le bordé (ouvertes ou fermées) ;
- 11) Statut des portes étanches et des portes coupe-feu (ouvertes ou fermées) ;
- 12) Angle de Barre (ordres et réponses de l'appareil à gouverner) ;
- 13) Ordres et réponses machine (transmetteur d'ordre machine également nommé chadburn) ;
- 14) Propulseurs transversaux (statut direction, pourcentage de puissance ou vitesse de rotation (tr/min)) ;
- 15) Vitesse et direction vraie ou relative du vent (anémomètre).

Ce registre peut être arrêté uniquement dans le cas où le navire accosté ou lorsque le navire est inactif.

Le VDR est alimenté par l'alimentation principale du navire (115/230V), comme il est relié au générateur électrique de secours, s'il y a une défaillance des deux alimentations, le VDR continue le registre de données pendant deux heures grâce à ses batteries de réserve.

III.3 Composition du système VDR

◆ Le VDR comprend les unités principales suivantes :

1. Unité de Récolte de Données (DCU) ou Unité d'Acquisition de Données (DAU) : (VDR-A1 ou VDR A1-1) ;
2. Unité d'Interface de Données (DIU) : (VDR-A4) ;
3. Unité d'Interface de Switch (SIU) : (VDR-A4-1) ;
4. Microphones Passerelle : (VDR-A6) et Microphones Externes : (VDR-A7) ;
5. Unité de Registre de Données (DRU) ou Unité de Stockage de Données (CSM) : (VDR-A5).

◆ Les unités facultatives suivantes peuvent être rajoutées:

1. Module de statut et d'alarme à distance (SAM), (RAP) ou (BAU) : (VDR-A9) ;
2. Capsule de stockage libre et flottante ;
3. Afficheur temps réel à distance (RTD) ;
4. Boite Blanche (ou disque dur amovible), est l'unité associée de lecture, s'est entièrement réunie dans un PC: (VDR-A10).

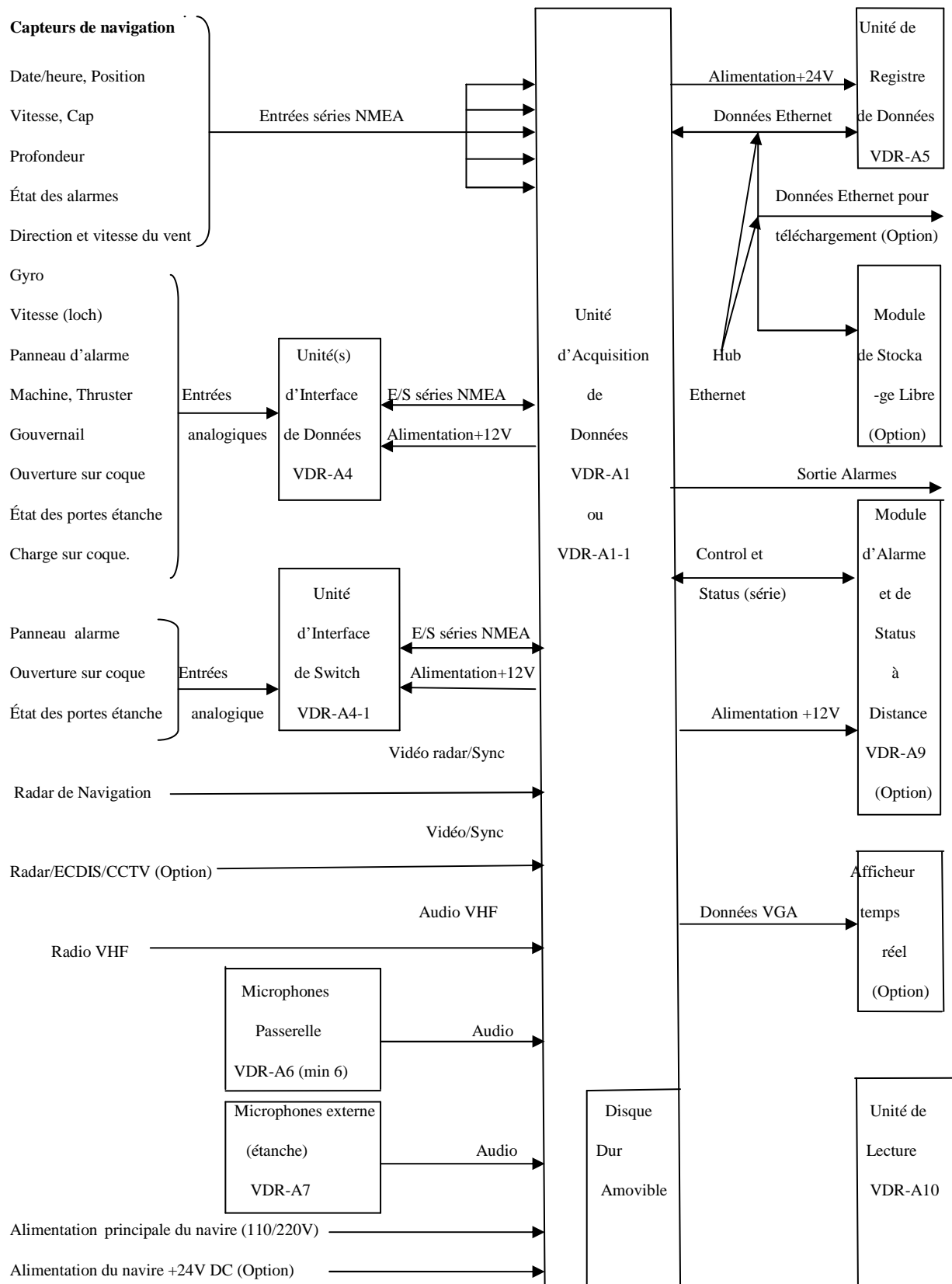


Figure III.1 : Schéma du système VDR.

- ◆ La configuration standard d'un VDR est constituée de:
 1. L'DAU, est l'élément central, il comporte :
 - Deux entrées VHF.
 - Deux entrées Radar.
 - Un disque dur ou flash disk extractible.
 - Une batterie de secours autonome d'une capacité de deux heures.
 2. quatre microphones passerelle.
 3. deux microphones externes.
 4. La capsule haute résistance.
 5. L'BAU, informe la passerelle lorsqu'une donnée n'est plus enregistrée.
 6. L'SIU, qui collecte toutes les autres données, les codifie et les retransmet à l'DAU.

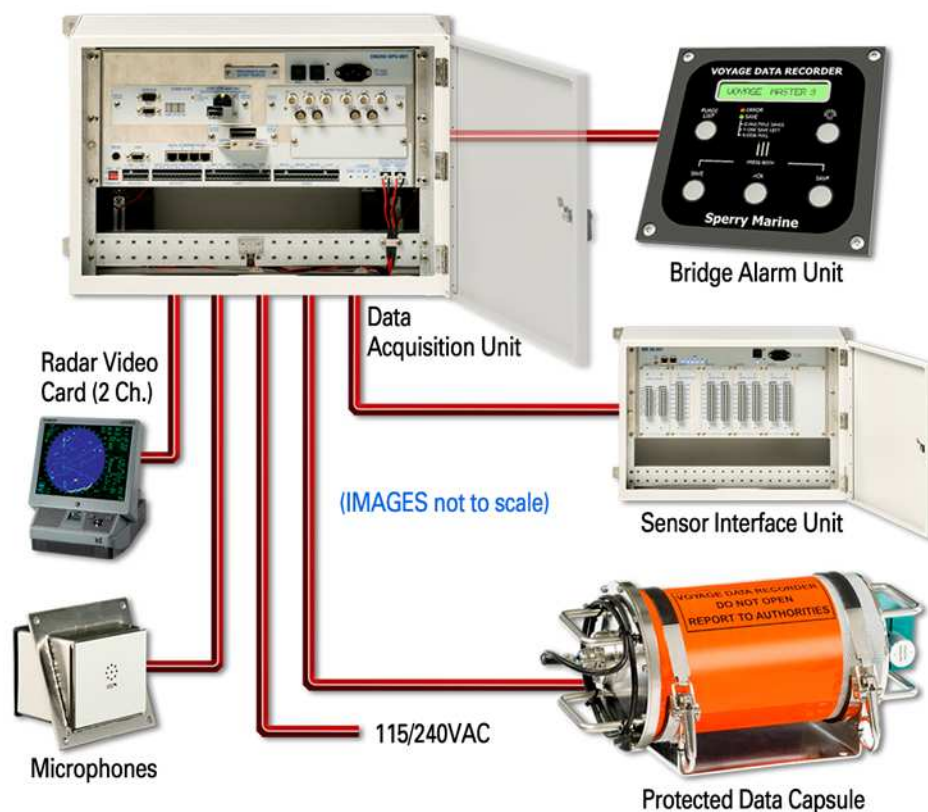


Figure III.2 : Configuration standard du système VDR.

III.3.1 Les unités obligatoire d'un VDR

III.3.1.1 L'Unité d'Acquisition de Données (DAU)

L'unité d'acquisition de données doit être installée à l'intérieur ou près de la passerelle, cette unité reçoit les signaux entrants des différents capteurs (comme le requiert la réglementation IMO et IEC) dans des formats divers, les traite pour l'utilisation dans le VDR, ensuite compresse ces signaux et les horodate pour le stockage dans l'DRU.

L'DAU traite l'information d'entrée chronologiquement, en éliminant d'anciennes données pour stocker ce qui est nouveaux d'une période de **12 heures**. Ceci comporte comme un hub de réception pour tous les signaux numériques, vidéo et audio. Il existe deux types d'DAU, VDR-A1 est utilisé uniquement pour l'alimentation AC, VDR-A1-1 est utilisé pour les deux alimentations AC et DC.

L'DAU est contenu dans un boîtier étanche, contient des cartes d'entrée-sortie pour la collection et le traitement de données. Des installations d'entrées de câbles appropriés sont fournies pour recevoir le grand nombre du câblage connectés à cette unité [1].

L'DAU est composée principalement de :

1. Unité de processeur de données;
2. Unité d'alimentation ;
3. Caisse de connexion ;
4. Batteries de réserve de 12 volts (durée de vie quatre ans).

Un Switch situé derrière un volet à clé permet d'arrêter l'enregistrement en éteignant le système VDR, il devrait être en position ON, et sauf les utilisateurs autorisés devraient avoir accès à la clé du volet pour assurer que le VDR n'est pas éteint par des utilisateurs non autorisés [1].



Figure III.3 : DAU du C/F Tariq Ibn Ziyad.

Les données collectées de manière automatique, compressées et stockées sur deux supports informatiques différents :

1. Un disque dur extractible ou, sur les derniers modèles, une clé USB, présente dans l'unité centrale (DAU), ce support extractible pourra être facilement récupéré par l'officier désigné lors de l'évacuation.
2. Un disque dur présent dans la capsule.

La figure III.4 montre un schéma fonctionnel d'une DAU

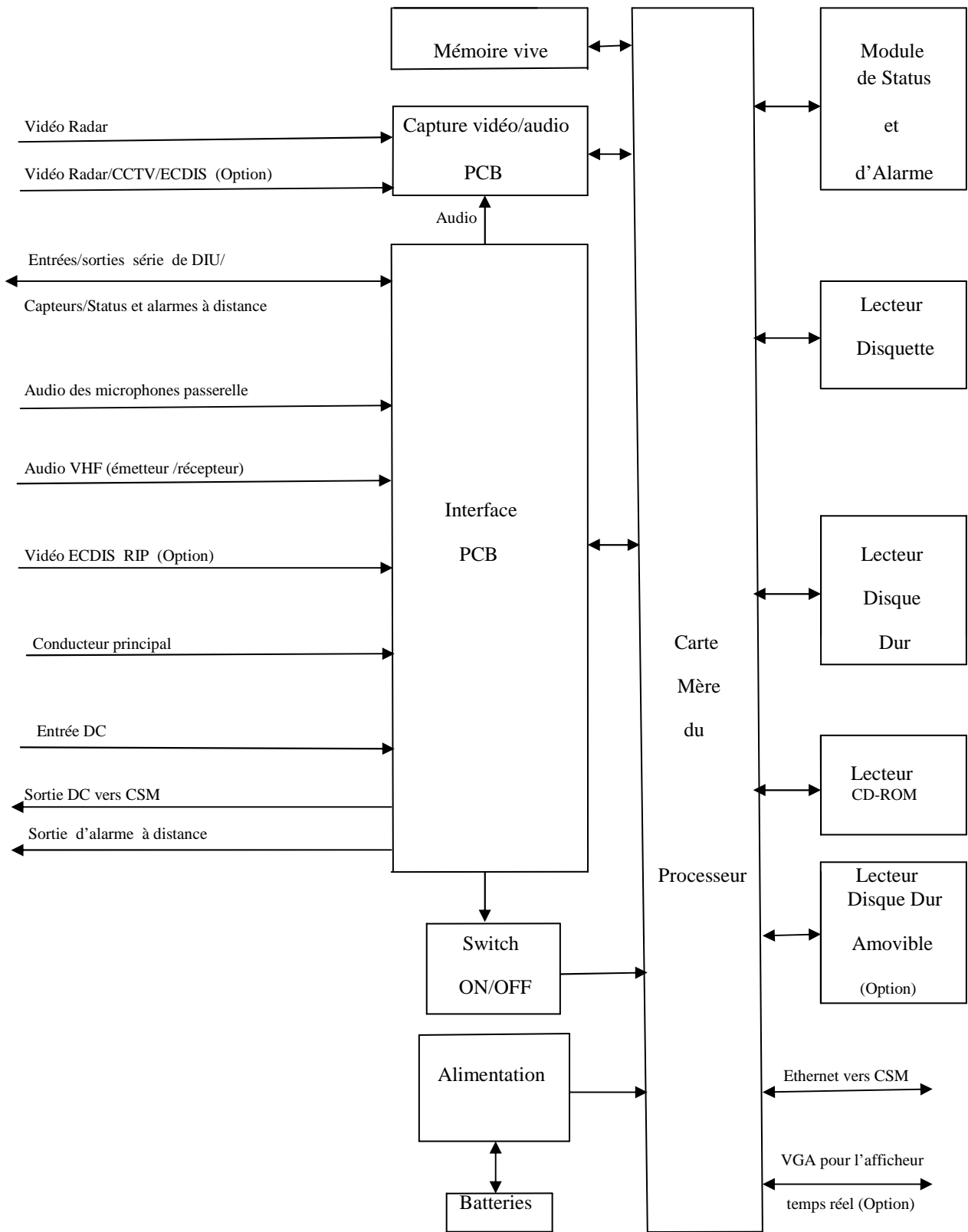


Figure III.4 : Schéma fonctionnel de DAU.

- **Entrées Audio des Microphones**

Quatre canaux audio, chacun avec trois entrées sont fournis pour l'utilisation avec des microphones, permettant un total de 12 microphones d'être connectés à l'DAU. Les microphones situés sur la passerelle forment une partie du VDR [1].

Deux types de microphones sont utilisés, ceux qui sont montés à l'intérieur et d'autres montés à l'extérieur de la passerelle [1].

Un ajustement typique est assuré par 6 microphones sur 3 canaux, avec 2 microphones par canal [1].

- **Entrées Audio de la VHF**

Deux canaux sont fournis pour être utilisés avec la radio VHF, les deux entrées transmettent et reçoivent l'audio de la radio VHF qui sera enregistré, ces dernières conformes aux exigences de la CEI 61097-7 [1].

Typiquement, un canal audio VHF est utilisé [1].

- **Les Entrées Séries**

L'DAU dispose de 16 entrées séries. Deux sont configurables comme exige NMEA, RS232 ou des interfaces RS422. Les 14 entrées restantes sont configurées selon NMEA ou uniquement des interfaces RS232. Lorsque l'DIU est utilisée pour traiter des données entrantes, elle est connectée à l'DAU via l'une des entrées série. Puisqu'une des entrées séries doit être utilisée pour la source de temps externe, un maximum de 15 DIU(s) peuvent être connectées à l'DAU. Cependant, en pratique le nombre total de DIU(s) sera inférieur comme certains des ports séries seront exigés pour les entrées de données du navire [1].

L'DIU est alimentée par une tension de +12V à partir du l'DAU, qui forme la partie du câble de lien en série, et par conséquent continue de là à fonctionnée en cas d'une panne de courant grâce aux batteries situées dans l'DAU [1].

- **Interface Vidéo du Radar**

Jusqu'à quatre canaux vidéo sont fournis, Un de ces canaux doit être utilisé pour le radar principal de navigation. Le second canal peut être utilisé pour le deuxième radar, l'ECDIS ou pour le CCTV [1].

Une option permet à la vidéo du RIP et celle de l'ECDIS d'être entrée à l'DAU, cette option exigera des circuits d'interface additionnelle dans l'DAU.

Le VDR répond aux exigences de la CEI 61996 avec les sorties protégées répondant aux exigences électriques de VESA, où cette norme se rapporte à des écrans de visualisation ayant des résolutions entre 640*480 et 1280*1024 Pixels, et avoir des taux de rafraîchissement entre 60 et 85 Hz. Des entrées RGB, hsync et vsync sont données pour l'interconnexion à la vidéo de radar.

L'installation standard possède un canal vidéo radar, pour le radar principal de navigation.

- **Interface Utilisateurs**

Un afficheur alphanumérique, des boutons poussoirs, ainsi des indications LED sont fournis sur la façade de l'DAU pour faciliter l'accès et permettre la surveillance des fonctions suivantes :

1. L'état opérationnel du VDR.
2. Affichage des informations sur les alarmes apparaîtront à chaque fois qu'il ya une défaillance ou un défaut de fonctionnement de toute partie du VDR :
 - ◆ L'état de l'alimentation.
 - ◆ L'état des entrées du GPS.
 - ◆ L'état d'entrée du vidéo radar.
 - ◆ L'état des microphones.



Figure III.5 : Système de surveillance du fonctionnement du VDR.

Conjointement avec un ordinateur portable, ce qui suit peut être configurés à partir de l'DAU :

1. Tous les canaux sériels.
2. Tous les DIU interconnectés ensemble.
3. L'DRU.
4. Les canaux d'entrées audio.
5. L'interface radar.
6. Entrées de données pour les blocs d'informations de configuration obligatoire.

- **L'Alimentation Electrique**

L'DAU fonctionne à partir de l'alimentation du navire à 110/220V AC. Cette alimentation est à partir du générateur principal d'électricité du navire, en cas de panne de ce dernier, un générateur d'électricité de secours doit assurer pour l'unité une alimentation de 110V/220V.



Figure III.6 : L'alimentation du VDR.

L'DAU a des batteries de réserve pour assurer que l'enregistrement de toutes les données disponibles est maintenu pour une durée de deux heures en cas de perte de toute l'alimentation externe à l'DAU.



Figure III.7: Les 4 batteries de réserve du VDR.

Une option (version VDR-A1-1) consiste à utiliser +24V D.C du l'alimentation du navire pour alimenté l'unité. Si les deux alimentations électriques en A.C et en D.C sont connectées à l'DAU, le A.C sera utilisé pour alimenté l'unité. Cependant, en cas de défaillance du secteur A.C, ceci sera détecté par l'DAU, et le D.C est automatiquement commuté dedans pour ne pas perdre les données.

Cette version a un bloc d'entrées supplémentaire pour une alimentation de +24V DC, ainsi que des circuits supplémentaires dans l'unité.

L'alimentation électrique de l'DIU, des microphones, l'DRU et des unités facultatives, à l'exception de l'afficheur temps réel et l'unité de lecture, est provenue de l'DAU. En cas de défaillance de la source d'alimentation électrique, les batteries internes fournissent une alimentation pour l'DAU, l'DIU(s), les microphones passerelle et pour l'DRU.

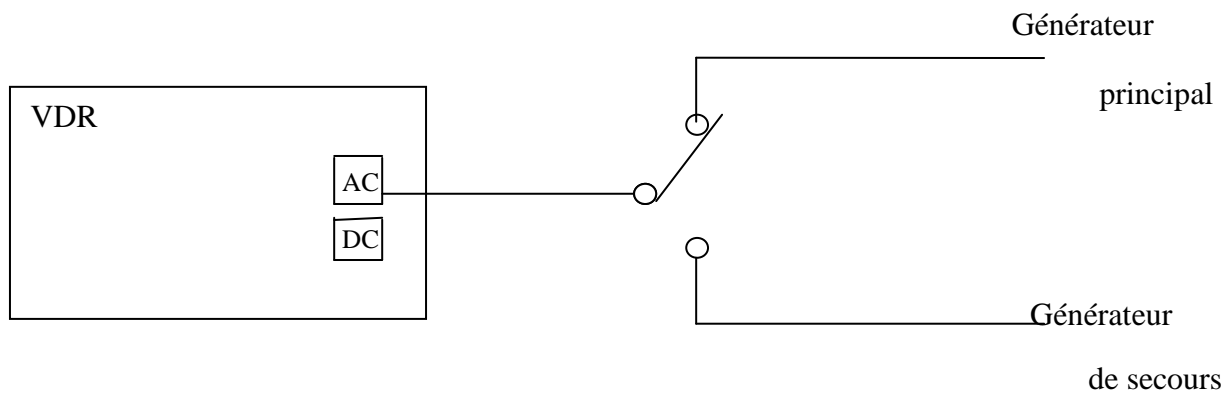


Figure III.8: Navire équipé de l'alimentation AC de secours.

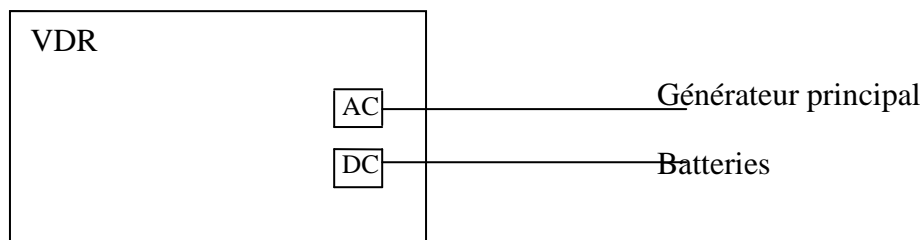


Figure III.9: Navire sans CA de secours.

III.3.1.2 Unité Interface de Données (DIU) et Unité Interface de Switch (SIU)

La plupart des capteurs des passerelles modernes ont une disposition pour sorties de données conformément aux protocoles IEC61162 (NMEA0183). Cependant, il y a une grande quantité d'équipements plus anciens, en particulier les indicateurs de vitesse (les lochs), les sondeurs à ultra-sons qui exigent que leurs sorties soient converties dans des formats appropriés pour les traiter dans l'DAU. En outre, il y a un certain nombre de circuits de contrôle qui doivent être surveillés pour introduire des signaux d'état au VDR, par exemple l'ordre/réponse machine, contrôles du propulseur, les indicateurs des portes étanches, l'ordre/réponse de la barre ainsi les alarmes principales [1].

L'DIU et l'SIU fournissent des interfaces aux capteurs du navire avec des sorties non conformes au CEI 61162 (NMEA 0183), chacune consiste un logiciel configurable pour accepter la variété des signaux analogues trouvés sur la passerelle. Ces deux unités communiquent avec l'DAU à travers une série de messages du CEI 61162 (NMEA 0183), elles reçoivent également des données de configuration de l'DAU à travers le lien série [1].

L'DIU et l'SIU sont alimentées par un DC et une tension nominale de +12V (9.8V à 13.2V) à partir de l'DAU [1].

La tension +12V est isolé du châssis et de toutes les entrées et sorties [1].

III.3.1.2.1 L'Interface DIU

L'DIU (VDR-A4) dispose 16 entrées analogiques différentielles qui sont configurables individuellement comme :

1. La tension
2. Le Courant
3. Fermetures de contact
4. Un groupe de quatre entrées peuvent être configurées à l'interface aux systèmes analogues du compas gyroskopique.

L'DIU est configurée dans le hardware via des jumpers et des Switches-DIP, et de l'DAU en utilisant l'installation software [1].

Des gammes de diverses tensions sont sélectionnables, 4 à 20 mA et fermeture de point. Les niveaux analogues sont échantillonnés et les sorties via RS232 sont des messages NMEA. Les entrées différentielles sont individuellement tolérantes à une compensation de $\pm 100V$ mode commun (en respectant la masse) [1].

Gamme	Résolution
$\pm 20V$	12 bits (25mV)
0 à 20V	12 bits (12.5mV)
$\pm 10V$	12 bits (12.5mV)
0 à 10V	12 bits (6.25mV)
4 à 20 mA	10 bits (625 μ A)
Contact fermé	1 bit (ON ou OFF)

Tableau III.1: Les différentes tensions et taux de bits pour DIU.

III.3.1.2.2 L'interface SIU

L'SIU (VDR-A4-1) dispose 128 entrées analogiques différentielles qui sont configurables individuellement au fur et à mesure du contact de fermeture ou de tension de commutation. L'SIU fonctionne dans la gamme 0 à 24V, le seuil de commutation pour chaque rangée de 16 entrées peut être individuellement réglé. Le seuil par défaut est de 9V [1].

III.3.1.3 Les Microphones

Les microphones formant le point d'émission de données audio de la passerelle, c'est une partie du VDR. L'interconnexion avec l'DAU est via l'interface PCB. Trois ports d'entrées équilibrés à basse impédance sont fournis sur chacun des quatre canaux audio, donnant un maximum d'entrées de 12 microphones. Le fonctionnement des microphones internes et externes est identique, la différence est que les microphones externes sont logés dans des couvertures étanches [1].

Un moyen de test est automatiquement effectué pour assurer le fonctionnement correct des microphones. Des bruits sont détectés par un haut-parleur construit dans le microphone toutes les 12 heures. Si l'essai échoue, une alarme est retentie sur l'DAU [1].

Les microphones sont alimentés par une tension de +12V à partir de l'DAU, et qui est transmise en bas du lien audio. Les microphones sont alimentés à partir des batteries de réserve situées dans l'DAU, ce qui permet de continuer l'enregistrement de l'audio après une défaillance d'électricité [1].

Les microphones utilisent 3 fils de connexions, y compris la connexion à la masse. La disposition est faite pour 4 fils de connexions, pour autres microphones fabricants, le quatrième fil permettant le test manuel des microphones quand le test automatique n'est plus valable [1].

L'essai manuel, est fait en appuyant sur le bouton d'essai du microphone dans le menu de configuration [4].

III.3.1.3.1 Les Microphones Internes

Le microphone passerelle vient avec une plaque de support de même niveau et il couvre une surface de 10 m de diamètre et une hauteur de 2 m [4].

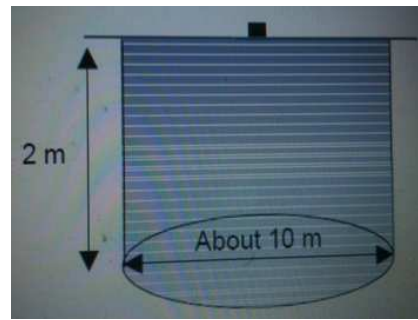


Figure III.10 : La surface couverte par un seul microphone.

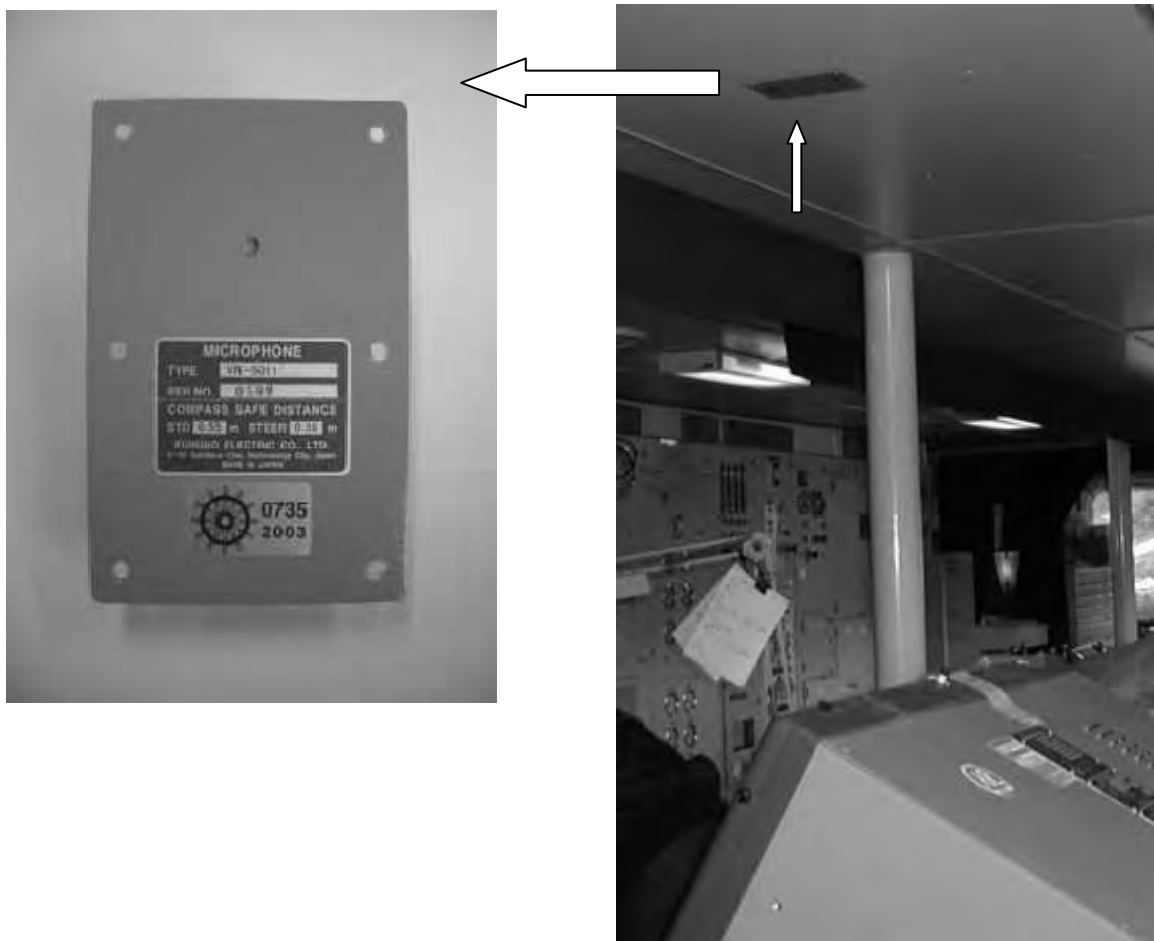


Figure III.11 : Microphone Passerelle.

III.3.1.3.2 Les Microphones Externes

Les microphones externes sont étanches, ils sont montés sur les ailerons de la passerelle pour le captage des conversations externes (ordres du commandant et réponses de l'officier durant les manœuvres d'entrées ou de sorties) [4].

III.3.1.4 l'Unité de Registre de Données (DRU) (« boîte noire »)

L'DRU forme le support de stockage des données, cette unité est de couleur orange fluorescent de haute visibilité avec le texte exigé : VOYAGE DATA RECORDER, DO NOT OPEN et REPORT TO AUTHORITIES sur la capsule. Deux versions de l'DRU sont disponibles, Smiths Group Protective Memory Capsule (PMC) et L3 Communications Hardened Voyage Recorder (HVR), tant effectuent les mêmes fonctions que sont entièrement interchangeables [1].



Figure III.12 : DRU sur le car-ferry Tariq Ibn Ziyad.

L'DRU est une unité de preuve, conçue pour être montée extérieurement près du pont, souvent placée au dessus de la passerelle et elle est équipée d'un émetteur de balise qui facilite la localisation de la capsule submergée par un plongeur après un incident.

Les deux unités ont été tirées de la technologie aérospatiale existante et prouvée, et sont conçues pour résister aux chocs extrêmes, l'impact, la pression et à la chaleur.

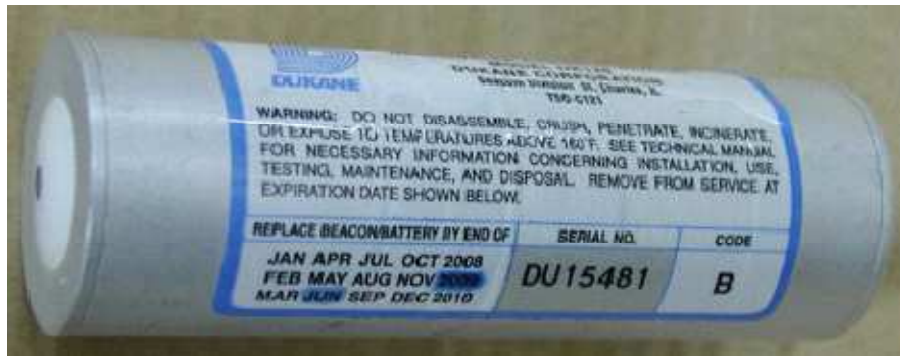


Figure III.13 : Photo d'une Balise.

L'DRU a la capacité de stocker l'audio, la vidéo et d'autres données séries IEC61162 pour une période de 12 heures en boucle, comme défini par les règlements. L'énergie électrique ainsi toutes les données sont transmises à l'DRU via deux câbles, un pour la connexion d'Ethernet et l'autre pour l'alimentation en énergie [1].

Les données sont transférées en utilisant 4 fils de connexion d'Ethernet, avec 2 fils pour l'alimentation. Les connexions via des connecteurs étanches [1].

L'DRU a un mécanisme de déclenchement pour faciliter sa récupération sous l'eau. Des poignées appropriées sont fournies pour s'assurer que la capsule peut être recherchée sans risque après son déclenchement [1].

L'DRU est configurée comme un canal unique pour assurer la synchronisation de données en temps réel.

Quand l'DRU sera endommagée après un incident, par exemple si le navire coule, il faut retourner à Kelvin Hughes pour que les données soient extraites. Ceci est fait en utilisant l'équipement du spécialiste pour extraire les données à partir des différents morceaux, ainsi les rassemblées dans une forme représentable [1].

Les données de l'DRU non endommagées, peuvent être téléchargées et lues sur un PC qui est connecté à cette unité via une connexion Ethernet, et elles peuvent être également téléchargées à l'DAU depuis l'DRU, et alors les lire à partir de l'DAU en utilisant des logiciels de programmation installés sur l'DRU [1].

- **Capsule de Protection Mémoire (PMC)**

Cette capsule consiste de deux montages, un support qui est directement attaché au navire et fournit une entrée de câbles étanches à l'eau pour l'alimentation et connexion Ethernet. Un montage de mémoire démontable, est attaché à la base de support avec un mécanisme de déclenchement rapide pour faciliter la récupération par un plongeur [1].



Figure III.14 : câbles d'alimentation et d'Ethernet.



Figure III.15 : Support de l'DRU.

La PMC a une balise d'indication que la capsule est sous l'eau, montée à l'extérieur avec des capteurs d'activation pour éviter le lancement accidentel dû au jet/pluie. Le poids de la PMC est 16.9kg.

Deux versions de PMC sont valables :

1. VDR-A5-ABAA : 12 heures de stockage d'un radar plus des données.
2. VDR-A5-ABBA : 12 heures de stockage des deux radars plus des données.

Spécifications de stockage et d'interface comme suit :

- Support de stockage d'informations : flash ROM.
- Capacité de stockage : > 1.5 GB.
- Puissance d'énergie : < 20W.
- Liaison de transmission de données : Ethernet 100 Base T.
- Taux d'écriture de données : > 20Mbytes/seconde.
- Taux de lecture de données : > 20Mbytes/seconde.

Résistance au feu: 1100 °C pendant 1 heure et 260°C pendant 10 heures.

Pression de mer profonde : 30 jours dans l'eau de mer à 60 MPa (équivalent 6000 m de profondeur).

Les données stockées sur l'DRU sont montrées dans la Table III.2 ; ceci couvre toutes les données obligatoires à stocker.

PRELIMINARY DATA AND STORAGE REQUIREMENTS			
DATA TYPE	BITS	SAMPLE/SEC	DATA RATE(BITS/SEC)
AUDIO DATA			
BRIDGE AUDIO	ANALOGUE	0	48000 (ANALOGUE EQUIVALENT)
CONNING AUDIO	ANALOGUE	0	48000 (ANALOGUE EQUIVALENT)
HELM AUDIO	ANALOGUE	0	48000 (ANALOGUE EQUIVALENT)
VHF AUDIO	ANALOGUE	0	32000 (ANALOGUE EQUIVALENT)
TOTAL AUDIO			176000 BITS/SEC
NAVIGATIONAL DATA			
DATE AND TIME	512	2	1024
POSITION	512	2	1024
SPEED	512	2	1024
HEADING	512	2	1024
KEEL DEPTH	512	2	1024
MAIN ALARMS	512	2	1024
RUDDER ORDER	512	2	1024
ENGINE ORDER	512	2	1024
WIND SPEED/DIRECTION	512	2	1024
ENGINE RESPONSE	512	2	1024
TOTAL NAVIGATIONAL			10240 BITS/SEC
SAFETY DATA			
HULL OPENINGS	512	2	1024
WATER AND FIRE DOORS	512	2	1024
HULL STRESS	512	2	1024
TOTAL SAFETY			3072 BITS/SEC
RADAR VIDEO			
VIDEO DATA	174760	0.0667	116507
TOTAL RADAR			116507 BITS/SEC
TOTAL			305819 BITS/SEC
TOTAL STORAGE(12HOURS)			1.575 GBYTE

Tableau III.2: Partition mémoire et le taux de bits.

III.3.2 Les unités facultatives (options) d'un VDR

III.3.2.1 Unité d'Alarmes et de Status à Distance (SAM)

SAM, c'est l'unité de surveillance et de contrôle à distance de l'DAU. Les fonctions d'état et de contrôle sur cette unité sont identiques à ceux sur l'DAU [1].

L'unité SAM est connectée à l'DAU via l'un des 16 liens séries. Donc le nombre d'interfaces séries disponibles pour les capteurs du navire et l'DIU(s) est réduit par le nombre de SAM(s) installée [1].

SAM est alimenté par la tension nominale +12V DC, (9.8V à 13.2V) de l'DAU via le lien série. La tension +12V est isolée du châssis [1].

III.3.2.2 Afficheur Temps Réel de données enregistrées (RTD)

RTD, est un panneau d'affichage LCD plat, qui fournit le temps réel de données étant enregistrées. Le RTD est connecté à l'DAU et peut être éloigné de cette unité, par exemple, dans un Système de Passerelle Intégré [1].

III.3.2.3 Module de Stockage Libre

C'est un module qu'on peut rajouter à l'DRU fixe, mais ne remplace pas cette unité (Conformément aux règlements), en outre ce module duplique des fichiers stockés dans le support d'enregistrement final, et a une norme de connexion Ethernet pour faciliter le lien au VDR. La balise permet l'identification et le positionnement via le satellite, a un disque dur de 4 Gb au minimum, avec une mémoire flash (option). Est une unité légère (4 kg) [1].

L'utilisation de ce Module de Stockage peut éviter le coût élevé de la recherche sous-marine [1].

III.3.2.4 La Boîte Blanche (White Box)

La Boîte Blanche enregistre et archive l'historique du voyage du navire. Les informations sont stockées sur la Boîte Blanche et aussi enregistrées sur l'DRU [1].

La Boîte Blanche est un disque dur amovible installé dans l'DAU, ce disque dur est capable de stocké plus de données par apport à celles transmises à l'DRU, et fournit une période plus longue d'enregistrement. Il est placé derrière une couverture verrouillée avec une clé pour empêcher l'accès non autorisé. La capacité de la boîte blanche est en général 80 GByte [1].



Figure III.16 : Le disque dur extractible (boîte blanche).

Il n'y a aucun moyen de visualisé les données dans l'DAU, la Boîte Blanche doit être enlevée de l'DAU et installée dans un PC avec les logiciels de lecture installés.

La Boîte Blanche stocke des données pendant au moins sept jours, et elle est aussi utilisée pour enregistrer des informations non choisies pour être enregistrer sur l'DRU comme :

- Informations d'écran affichées sur un deuxième radar.
- informations affichées sur l'écran ECDIS.
- informations affichées sur l'écran CCTV.
- Audio VHF secondaire audio (transmission/réception).
- Microphones supplémentaires.

III.3.2.5 Système de lecture de la boîte blanche

Ceci prend la forme d'un système de PC multimédia, avec une suite de software qui permet la lecture de données enregistrées dans la boîte blanche. Le système de lecture permet à la boîte blanche d'être insérée dans ce système de sorte que des données puissent être examinées.

Le software montre les mimics des sondes enregistrées, l'image radar avec l'audio synchronisée des microphones, y compris aussi des mouvements de bruit et du navire sur un diagramme électronique.

Ceci permet à l'opérateur de rejouer la vie du navire pour la durée de la période de stockage.

III.4 Composition d'un S-VDR

Le S-VDR est composé de :

- (1) Unité de récolte de données.
- (2) Unité de registre de données.
- (3) Microphones pont.



Figure III.17 : Configuration du système S-VDR.

III.5 Les données devant être enregistrées sur un S-VDR

Données à enregistrer	VDR	S- VDR
Audio dans la passerelle.	OUI	OUI
Communication VHF.	OUI	OUI
Date et heure.	OUI	OUI
Position du navire, donnée par le GPS.	OUI	OUI
Cap du navire	OUI	OUI
Vitesse du navire, donnée par le loch doppler	OUI	OUI
Image radar.	OUI	Note1
Système d'identification automatique(AIS)	Non requis	Note1
La profondeur d'eau sous la quille- sondeur	OUI	Note2
Ordres et réponses machine	OUI	Note2
Alarmes principales (incendie, détection de présence d'eau par les flotteurs sur les portes de bordé.	OUI	Note2
Etat des portes étanches et des portes coupe feu (fermées/ouvertes).	OUI	Note2
Ordres et réponses de la barre	OUI	Note2
Vitesse et direction du vent	OUI	Note2

Tableau III.3: Les données enregistrées par VDR et S-VDR.

Noter 1) : Le radar enregistré si l'interface RGB est disponible, autrement enregistre les données de l'AIS et ce dernier n'est pas exigé si le radar est connecté.

Noter 2) : Oui, si les données sont disponibles dans le format du CEI.

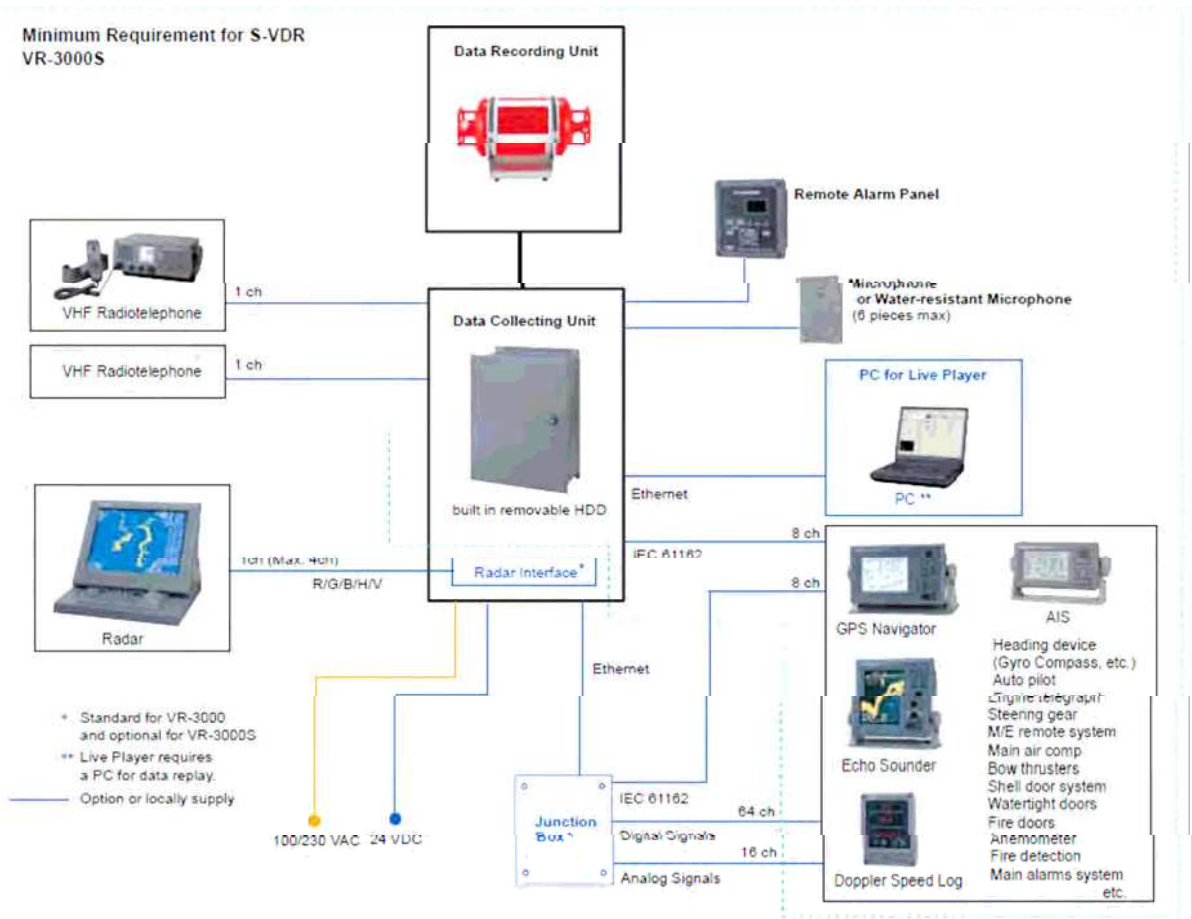


Figure III.18 : Configuration du système S-VDR.

Chapitre IV

Etude et conception blocs et
logiciels

IV.1 Introduction

Après une étude générale des différentes unités constituant le VDR, on passe maintenant aux différentes procédures opérationnelles.

IV.2 Alimentation et enregistrement

Le fonctionnement des blocs alimentation et enregistrement, se résume ainsi :

1. Mettre le disjoncteur de A.C en marche (Switch on).
2. Mettre le disjoncteur de D.C en marche (Switch on) si l'alimentation DC est connectée.
3. Mettre le disjoncteur de BATTERY BACKUP en marche (Switch on).

Le VDR enregistre des données automatiquement dans l'DRU et le support HDD.

Sur le panneau de commande et contrôle d'alimentation dans l'DAU, confirmer que l'affichage de l'état montre trois barres (- - -) (le système fonctionne normalement), et la LED NORMAL est allumée après que le courant ait passé pendant deux minutes, en outre la LED NORMAL du RAP est allumée aussi.

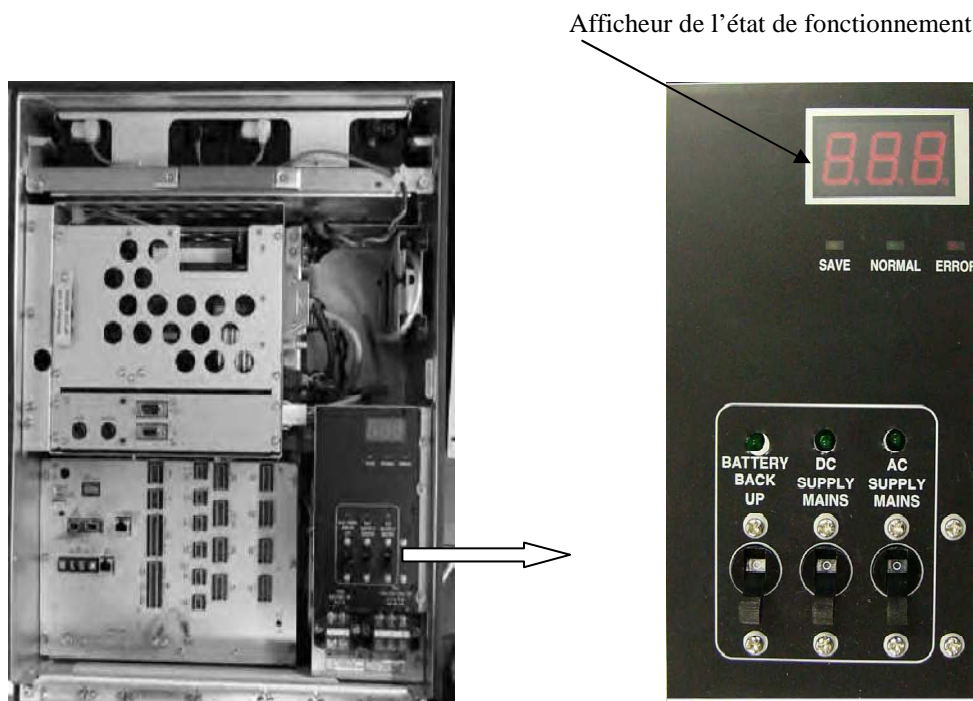


Figure IV.1 : Panneau d'état et commande de l'alimentation à l'intérieur de DAU.



Figure IV.2 : Afficheur indique l'état normale du système VDR .



Figure IV.3 : Indication d'erreur sur le système VDR (888).

- **Les indicateurs d'état**

Les indicateurs LED du distributeur d'alimentation de l'DAU procèdent comme suit :

LEDs (à partir de la gauche) :

LED	Etat	Notes
SAVE	Jaune	L'enregistrement des données est stoppé , ceci commence par clignotement depuis l'état éteint, puis reste allumée. Si le HDD est détaché, cette LED reste allumée également.
NORMAL	Vert	opération normale de DAU.
ERROR	Rouge	Lumières indiquent l'erreur.
BATTERY BACK UP	Verte	Présence des batteries de réserve (en charge).
DC SUPPLY MAINS	Verte	Présence d'alimentation AC.
AC SUPPLY MAINS	Verte	Présence d'alimentation AC.

Tableau IV.1 : Indication d'état de DAU à partir des LEDs.

Pour arrêter l'enregistrement, mettre les switch BATTERY BACKUP, DC SUPPLY MAINS et AC SUPPLY MAINS en position OFF dans cet ordre. Ne pas couper l'alimentation du système depuis un disjoncteur principal si le commutateur de BATTERY BACKUP est allumé. Si ceci est fait, le système continuera à fonctionner avec ses batteries de réserve et s'arrêtera après deux heures [6].

- **Opérations sur le panneau d'alarme à distance**

Aucun commutateur électrique n'est fourni sur le panneau d'alarme à distance ; il est alimenté depuis l'DAU. Quand la LED ERROR (rouge) sur le panneau d'alarme à distance est allumée, identifier l'erreur en vérifiant le numéro de code dans les tables de code d'erreur. Les boutons sur le panneau d'alarme à distance fonctionnent comme décrit dans la figure ci-dessous :



Figure IV.4 : Panneau d'alarmes à distance.

Les LEDs (SAVE, NORMAL et ERROR) sont identiques aux LEDs du panneau de commande et contrôle de l'alimentation à l'intérieur de l'DAU [6].

Les boutons SAVE, ACK et TEST servent à :

SAVE (avec une couverture de protection) : pour arrêter le registre dans le HDD.

ACK : pour acquiescer les alarmes.

TEST : pour tester le LCD.

Si on appui sur le bouton de sauvegarde(SAVE), la zone de mémoire courante dans le support HDD arrete d'enregistrer, et un autre secteur commence à enregistrer. Si un incident se produit, appuyer sur ce bouton immédiatement. Si un autre incident se reproduit, appuyer de nouveau sur le bouton . La mémoire dans le support HDD est divisée en quatre partitions [6].

Quand on appui sur le bouton de sauvegarde, le nombre de secteur d'enregistrement dans le HDD est réduit par un [6].

Après que l'enregistrement soit accomplie, une alarme retentit par intermittence pendant 10 secondes. Si on appui sur le bouton de sauvegarde quatre fois, chacun des quatre secteurs va arreter l'enregistrement [6].

IV.3 Extraction du HDD après un incident

L'information de VDR est copiée automatiquement dans le support de l'unité de disque dur (HDD) pendant plus de 12 heures (maximum 13 heures) , est automatiquement écrite 'avec de nouvelles données. Apporter le HDD après un incident si possible. Appuyer sur le bouton de sauvegarde seulement quand un incident se produit [6].

Pour enlever le HDD, faire ce qui suit :

1. Appuyer sur le bouton de sauvegarde (longue presse) sur le RAP, la LED jaune commence à clignoter, apparence de fin de l'enregistrement.

2. Attendre jusqu'à ce que la LED s'allume, et si elle ne s'allume pas, appuyer sur le bouton de sauvegarde consécutivement jusqu'à ce qu'elle reste allumée.

Note : Couper le courant n'est pas exigé en cas d incident. Cependant, pour remplacer le HDD, couper le courant après l'étape 2.

3. Tirer le bouton sur le support de HDD pour ouvrir le support.

4. Déconnecter le câble IEEE1394.

5. Enlever le HDD.

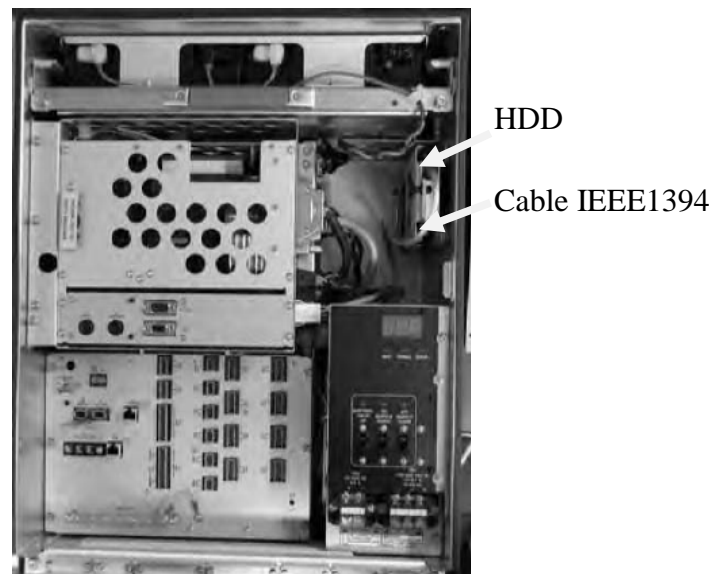


Figure IV.5 : L'endroit du HDD dans l'DAU.

IV.4 Vérification de la fonction d'enregistrement du DRU

La vérification de la fonction d'enregistrement de l'DRU se fait à l'inspection annuelle et en réparant ou en maintenant le VDR ou les sondes reliées au VDR. Des données ne peuvent pas être extraites pendant l'enregistrement.

1. Relier le PC à l'DAU suivant les indications de la figure ci-dessous :

« Le PC est relié à l'DAU via le câble IEEE1394 connecté dans J6 (unité de lecture), de même l'DRU reliée à l'DAU dans le connecteur J8 »

2. Placer le switch de Playback/CPU (dans l'DAU) dans la position de playback.
3. Déconnecter le câble attaché au support HDD.
4. Commencer le traitement de phase (**Live Player V4**) sur le PC
5. Ouvrir le menu d'outil (**Tool**) et sélectionner **Source Select**. Sélectionner DRU à partir du menu déroulant.
6. Cliquer sur bouton **Analyze Track**
7. Cliquer sur le bouton **Connect**

8. Sélectionner **Extract** à partir du menu d'outil pour montrer la zone de dialogue d'extraction.
9. Choisir la voie pour extraire.
10. Cliquer le bouton **Select** et choisir l'endroit où sauver des données.
11. Cliquer le bouton **Start**.
12. Après que l'extraction soit accomplie, cliquer sur **OK**, **Close** et **Close** dans cet ordre. Puis, faire le suivant :
 - a) Déconnecter le câble entre le PC et le J6 sur l'DAU.
 - b) Relier le support HDD.
 - c) Placer le Switch de Playback/CPU (dans la DAU) dans la position de CPU.

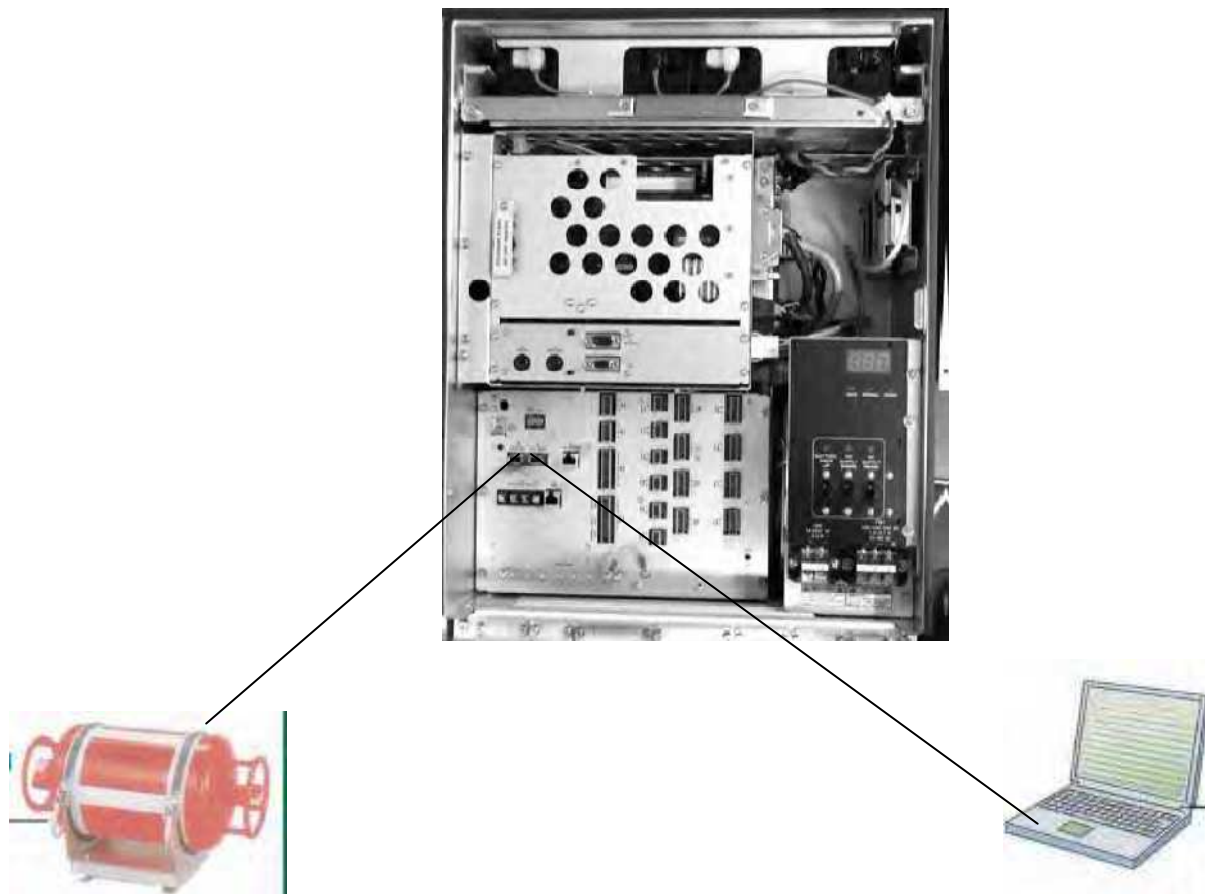


Figure IV.6 : Connecteurs de l'DRU et du PC dans l'DAU.



Figure IV.7 : Port de données.

IV.5 L'emplacement des connecteurs et des bornes dans l'DAU

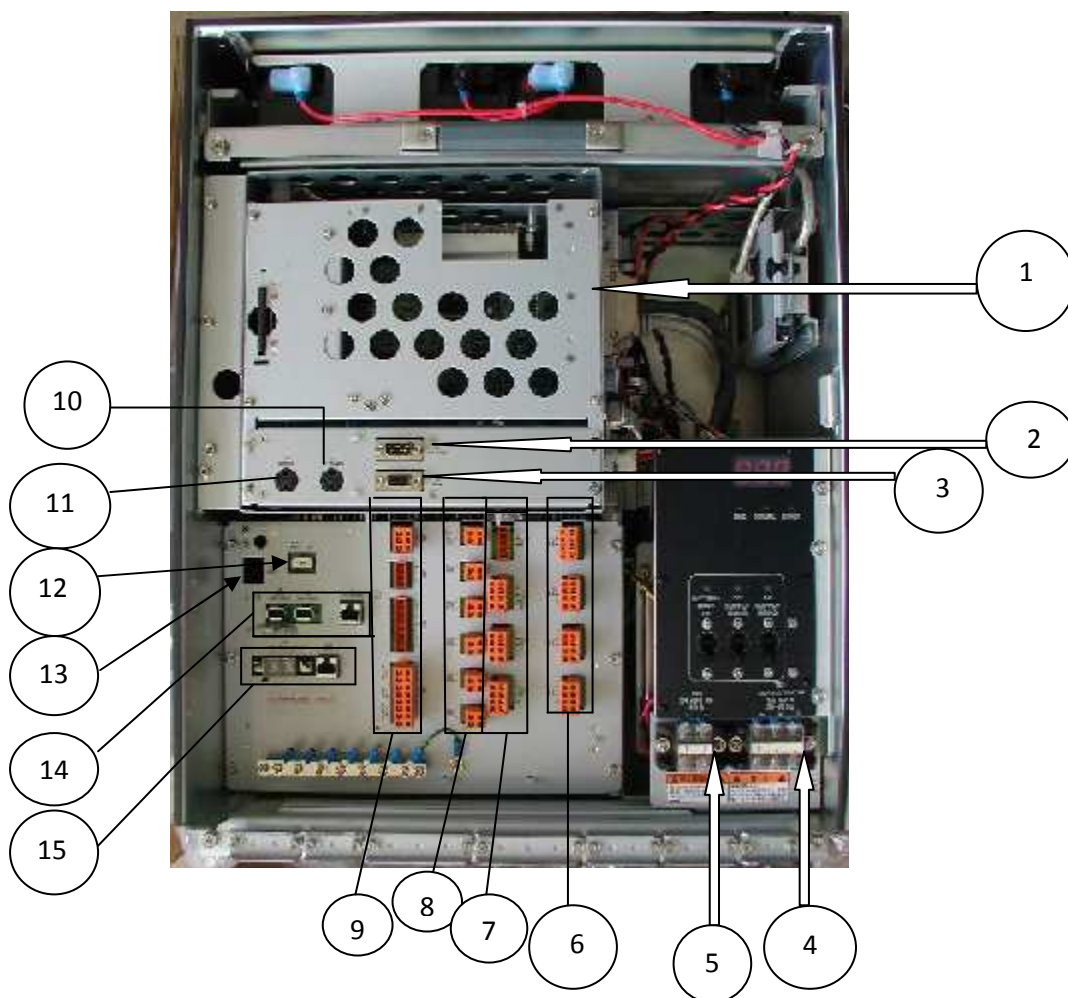


Figure IV.8 : Connecteurs, bornes, etc. à l'intérieur de la DCU.

- 1) 4 connecteurs Vidéo radar sous la plaque.
- 2) **J5** (RS232C)
- 3) **J4** (VGA)
- 4) **TB1**(100-230 VAC IN)
- 5) **TB2** (24 VDC IN)
- 6) Du haut vers le bas :
TB10 (MIC5), **TB11** (MIC6) , **TB12** (VHF1) et **TB13** (VHF2);
- 7) Du haut vers le bas:
TB6 (MIC1), **TB7** (MIC2), **TB8** (MIC3) et **TB9** (MIC4);
- 8) du haut vers le bas :
TB16 (CH3), **TB17** (CH4), **TB18** (CH5), **TB19** (CH6), **TB20** (CH7) et **TB21** (CH8);
- 9) Du haut vers le bas:
TB14 (CH1), **TB15** (CH2), **TB4** (RAP) et **TB5** (AMS);
- 10) **J3** (Clavier);
- 11) **J2** (Souris);
- 12) **Playback/CPU**;
- 13) DRU (Réserver pour future usage) ;
- 14) Du gauche vers la droite:
J8 (DRU), **J6** (Unité de lecture PC) et **J14** (Données) ;
- 15) De gauche vers la droite:
TB3 (24VDC OUT) et **J10** (JB).

Connecteurs/ bornes(TB)	Signal/Unités à relier
TB1 (100-230 VAC IN)	100-230 VAC
TB2 (24 VDC IN)	24 VDC
TB3 (24 VDC OUT)	24 VDC pour la Boite de jonction
TB4 (RAP)	Panneau d'alarmes à distance
TB5 (AMS)	Système de surveillance d'alarme
TB6-TB11 (MIC1-MIC6)	Audio passerelle, 6 channels
TB12-TB-13 (VHF1-VHF2)	VHF audio, 2 canaux
TB14-TB21 (CH1-CH8)	Données séries, 8 canaux
J2	Souris
J3	Clavier
J4 (VGA)	Écran
J5 (RS232C)	PC
J6	Lecture de données /PC
J8	DRU
J10	Boite de jonction
J14(Données)	Traitement de phases
DRU	Réserver pour des futures utilisations

Tableau IV.2 : Bornes et connecteurs dans l'DAU.

IV.6 Raccordement de l' DRU à l'DAU

DRU est reliée à DAU avec un seul câble IEEE1394 de 20 m ou de 30 m. Les connecteurs sont marqués « DCU » et « DRU » ; ne pas confondre les connecteurs.

Sur les deux extrémités du câble IEEE1394 s'est indiquer la borne qui doit être connectée à l'DRU et celle qui doit être connectée à l'DAU. L'extrémité du câble IEEE1394 qui doit être connectée à DRU reste couverte avec une couche imperméable à l'eau jusqu'à ce qu'il soit temps de relier le câble à DRU.



Figure IV.9 :Partie du cable IEEE1394 reliée à DRU.

Il n'y a aucune couche de protection sur l'autre extrémité du câble IEEE1394 qui doit être connectée à l'DAU comme indique la photo suivante :

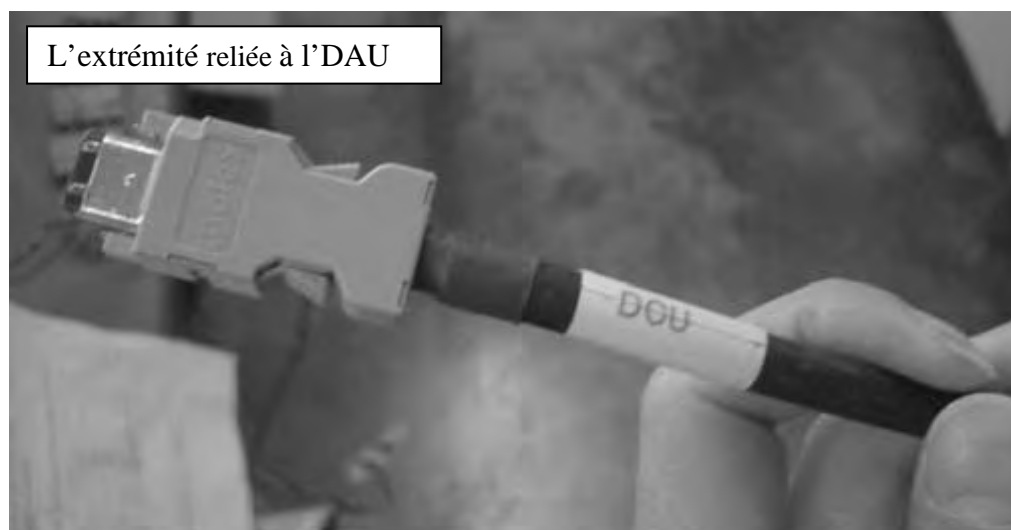


Figure IV.10 :Partie du cable IEEE1394 reliée à DAU.

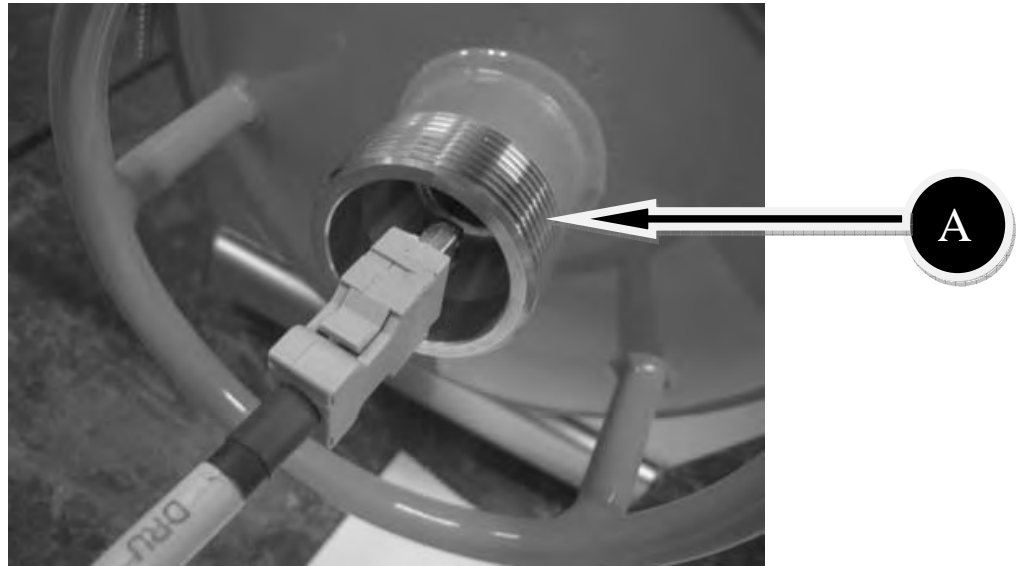


Figure IV.11 : Connecteur du câble IEEE1394 sur l'DRU.

Relier l'extrémité du câble à son connecteur dans l' DRU. Enfoncer la douille en caoutchouc avec la main.



Pour l'étanchéité faire une couche avec mastic silicone.



Relier le câble IEEE1394 au connecteur de DRU (J8) dans la DAU et le fixer avec un serre-câble.



Figure IV.12 : Raccordement de DRU à DAU.

IV.7 Données de sondes

IV.7.1 Données séries du CEI 61162-1

12 canaux sont fournis pour recevoir des données périodiques du CEI 61162-1, six dans la DAU et six dans le JB.

Les données binaires recevables sont toutes les phrases du CEI 61162, mais au moins ZDA est nécessaire pour marquer la date et l'heure.

IV.7.2 Données séries du CEI 61162-2

4 canaux sont fournis pour recevoir des données séries du CEI 61162-2, deux dans la DCU et deux dans le JB.

IV.7.3 Signaux Non-CEI 61162

IV.7.3.1 Analogique

4 à 20 mA, 0 à 10 V et - 10 à +10 signaux de V (maximum 16 canaux) peuvent être reliés aux bornes ANALOGUES dans le JB. La gamme (courante) de tension d'entrée est placée par des interrupteurs à positions multiples dans la boîte de jonction.

- **Signal de tension**

La tension entre deux bornes entrées est 0 à +10V ou - 10 à +10 V.

- **Signal de courant**

Pour 4 au 20 mA réglé le signal courant de 20 mA entre I et V.

IV.7.3.2 Digitaux (tension et fermeture-contact)

Les bornes pour l'entrée numérique dans la JB relient des signaux de tension et fermeture contact. La gamme de la tension d'entrée est de 10 à 32 V.

IV.8 Comment extraire les données enregistrées

La fonction rejouer est particulièrement conçue pour l'analyse de données après un incident.

Accéder aux données enregistrées dans l'DRU n'est pas permis tandis que le VDR est en fonction, selon des règlements du CEI, le traitement de données est seulement possible par la liaison directe avec l'DRU ou le disque dur amovible, après avoir arrêté l'unité principale du VDR.

Il y a trois manières de rejouer les données enregistrées :

- 1) Lisant les données enregistrées dans l' DRU (capsule) en accédant aux données stockées dans DRU directement sans recherche.
- 2) Lisant les données enregistrées dans le disque dur amovible en accédant aux données stockées dans le HDD directement sans recherche.
- 3) Lisant les données recherchées à partir du DRU ou du disque dur amovible.

- **Lecture de données enregistrées dans DRU (capsule)**

Cela prend plus d'une heure pour extraire les données enregistrées de l'DRU au PC. Live Player Pro software c'est l'un des logiciels utilisé pour extraire les informations, cependant, les données enregistrées dans l'DRU peuvent être lues.

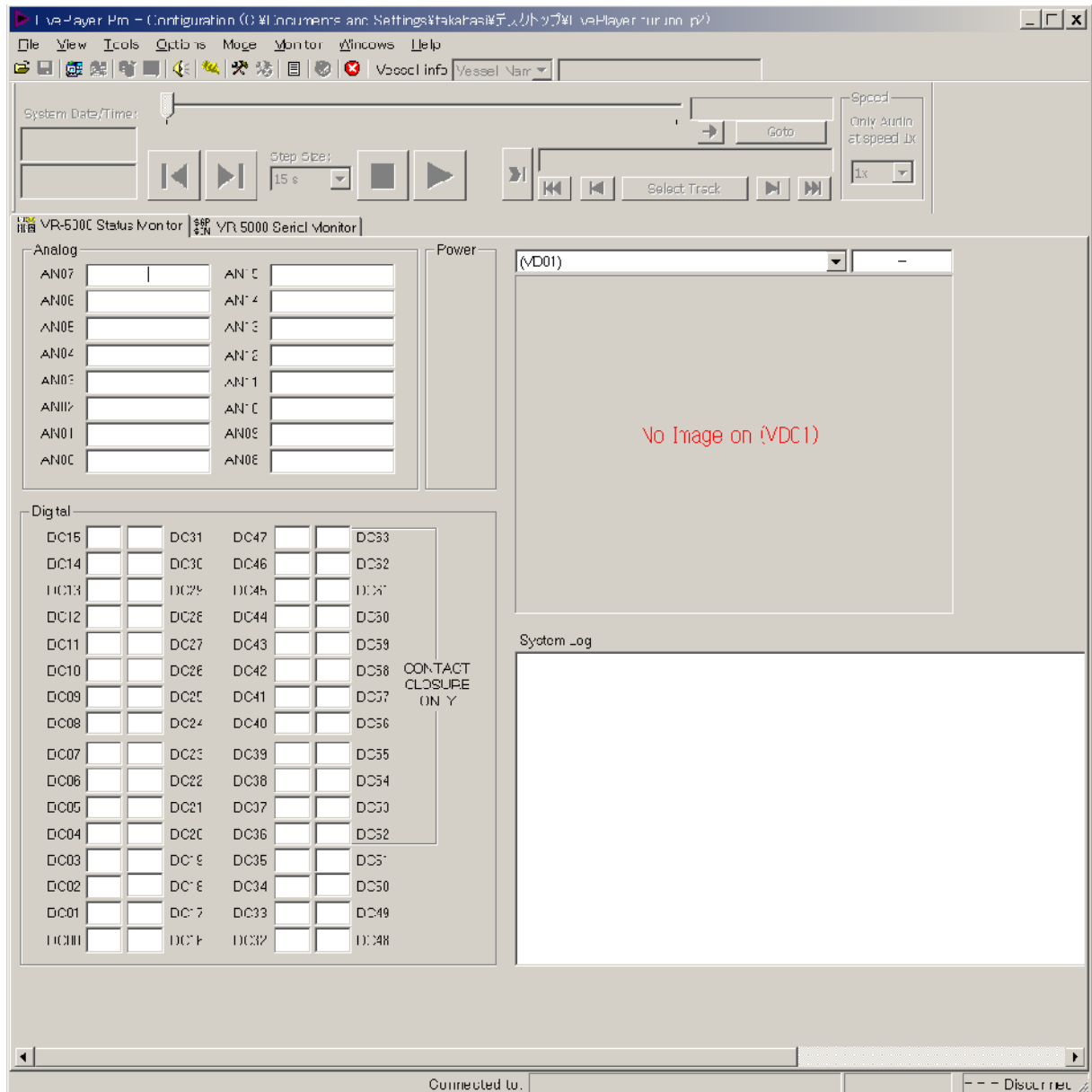


Figure IV.13 : Lecture de données enregistrées dans l'DRU sur un PC.

- **Comment extraire les données**

Pour télécharger des données enregistrées dans la capsule, pousser le bouton marche de la source de données choisie.

1. Lancer le logiciel de téléchargement de phases. La fenêtre de données apparaît.



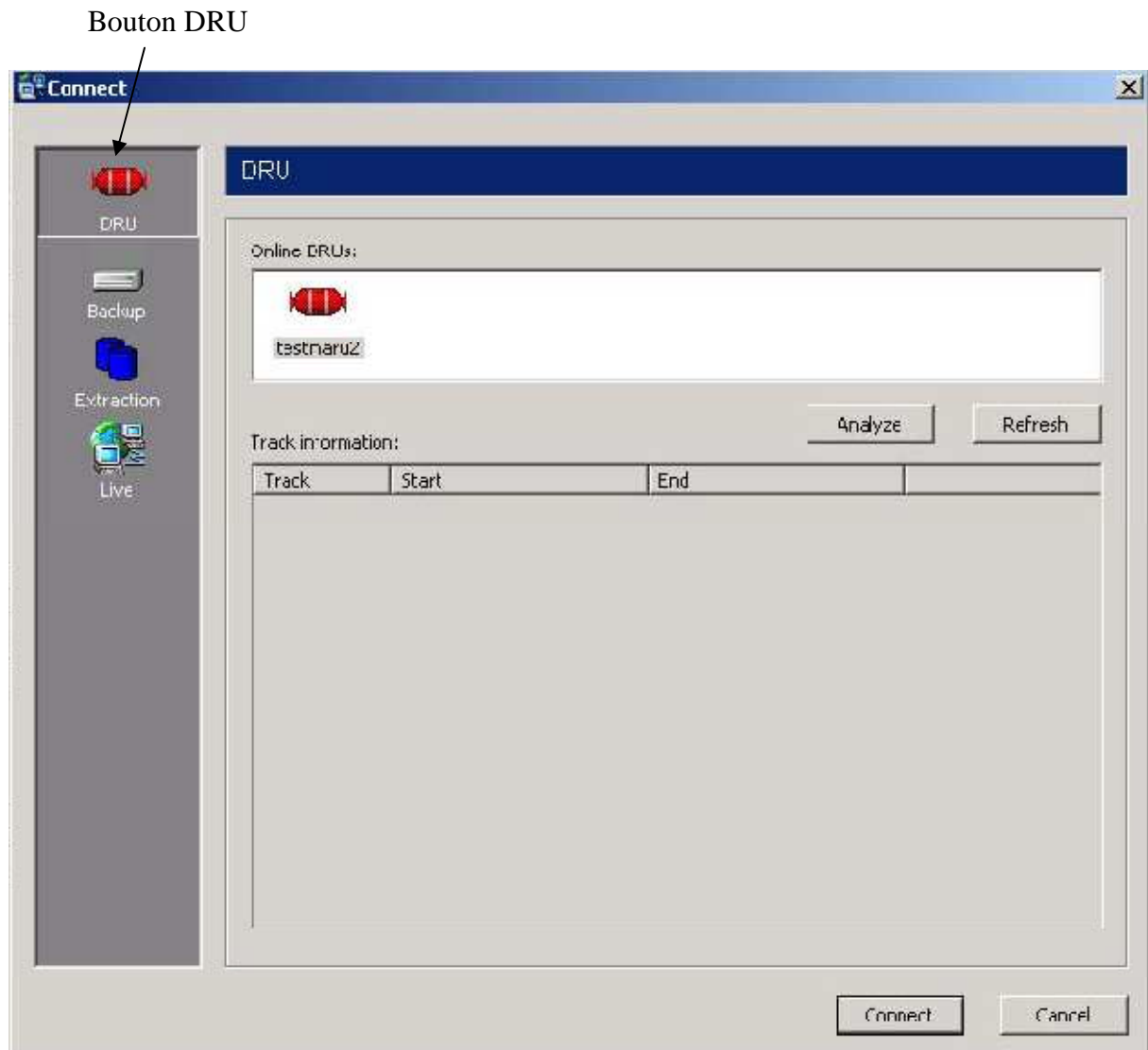
1. Cliquer sur le bouton **Connect** dans la barre d'outils.



Bouton **Connect**

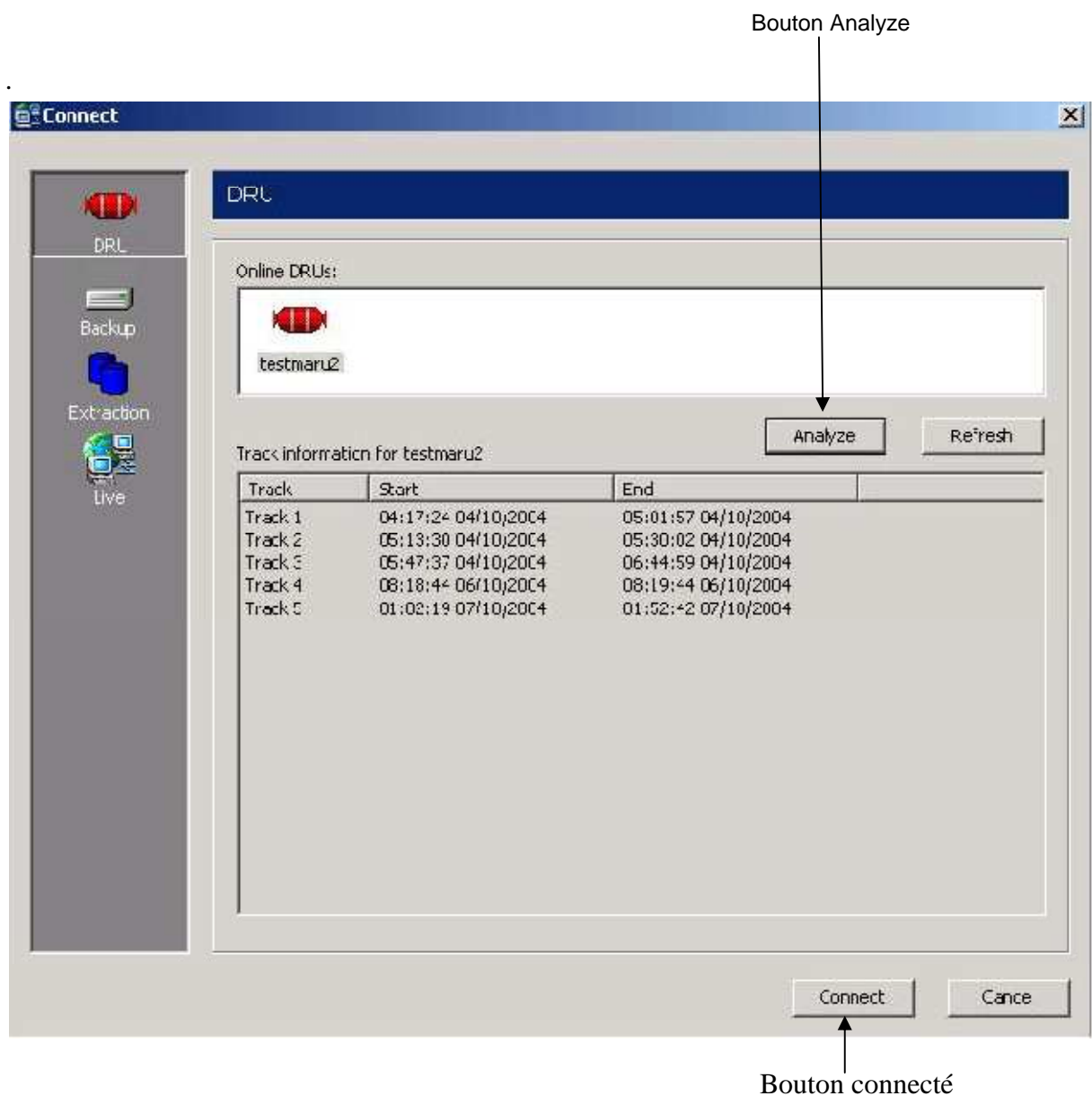
La zone de dialogue **Connect** apparaît suivant les indications de la figure de la page suivante.

2. Si le bouton **DRU** n'est pas sélectionné, cliquer dessus.



3. Pour voir le suivi de l'information mémorisé dans l'DRU, cliquer sur le bouton **Analyze**.

Le suivi de l'information apparaît dans la zone de dialogue connecté.



4. Cliquer sur le bouton **Connect** dans la zone de dialogue connecté.

À la fin de l'exécution avec l'DRU, la zone de dialogue connecté disparaît.

Pour charger les données de configuration de l'DRU, cliquer sur **Tools** -> **Player configuration management** -> **Load Player-Configuration from Source**.

5. Cliquer sur le bouton **Start Playing** pour afficher les données enregistrées dans l'DRU.



Bouton Stop playing

bouton Start Playing

Par exemple, de diverses données sont affichées suivant les indications de la fenêtre de données. Cliquer sur un onglet pour changer la page de données affichées, et pour voir diverses données.

7. Pour cesser de montrer les données, cliquer sur le bouton **Stop Playing**.

8. Pour déconnecter la ligne, cliquer sur le bouton **Disconnect** dans la barre d'outils (voir la figure qui suit l'étape 2). Le message de confirmation apparaît. Cliquer sur le bouton **OK** pour déconnecter.

La figure ci-dessous montre un exemple de fenêtre de données.

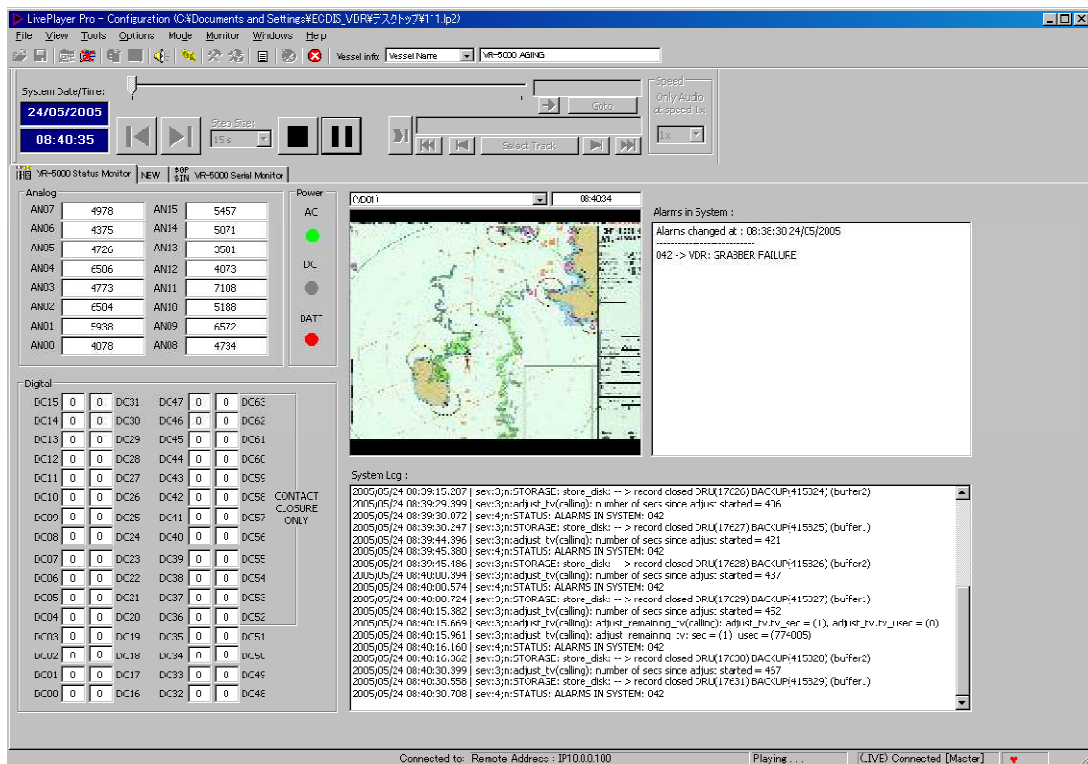


Figure IV.14 : Exemple (1) de fenêtre de données téléchargées de DRU.

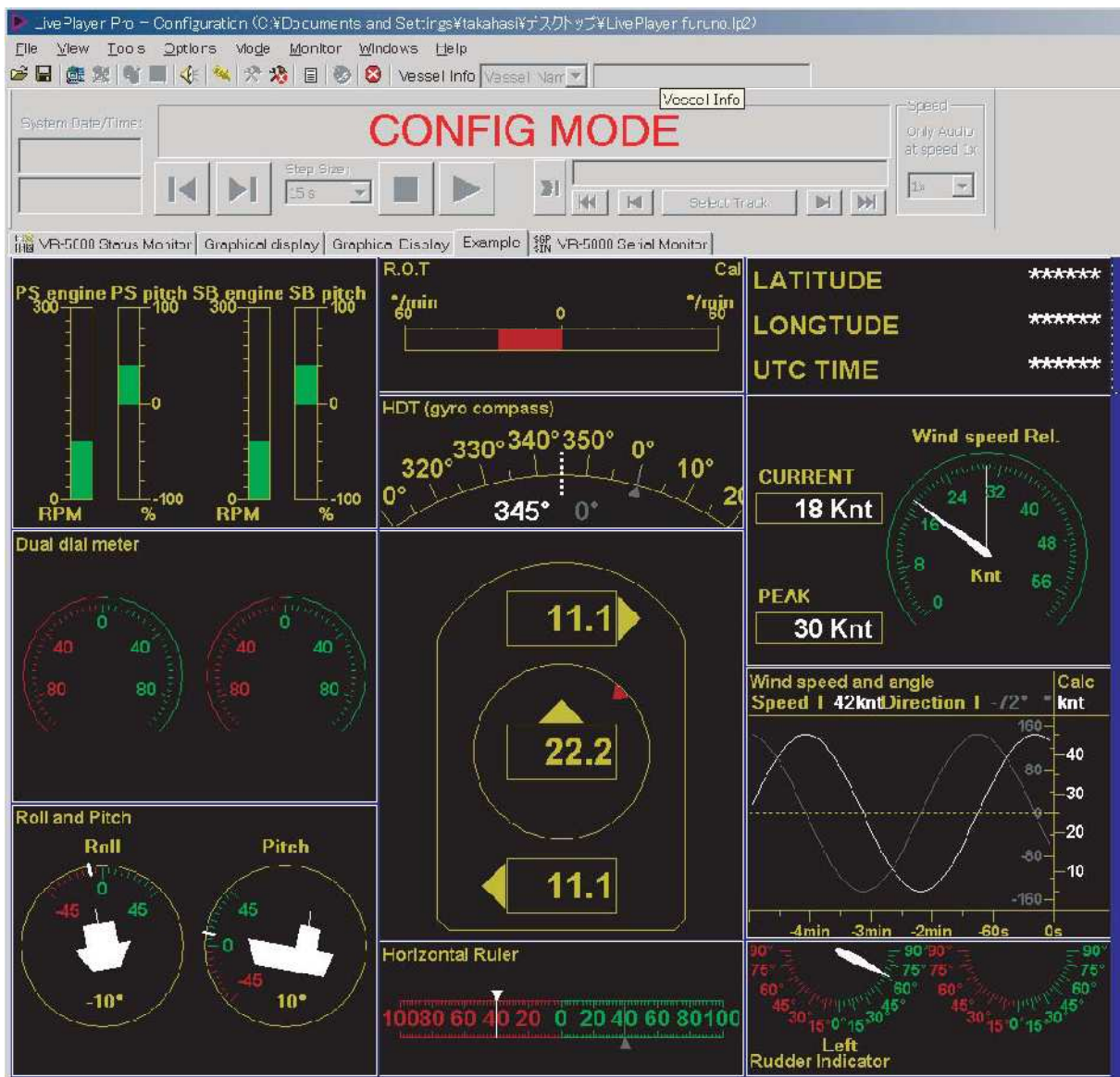


Figure IV.15 : Exemple (2) de fenêtre de données téléchargées de DRU.

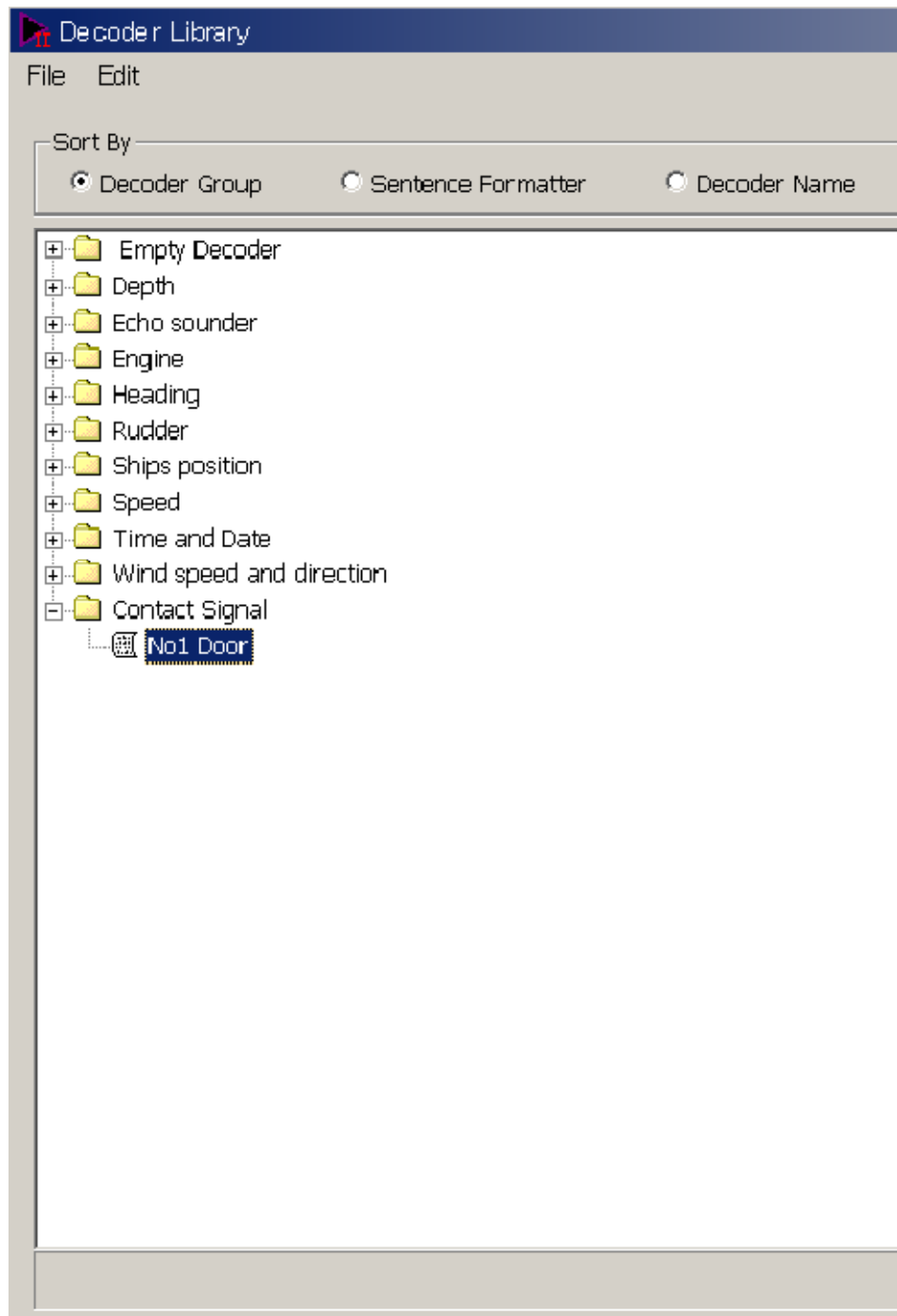
IV.9: Les phrases NMEA

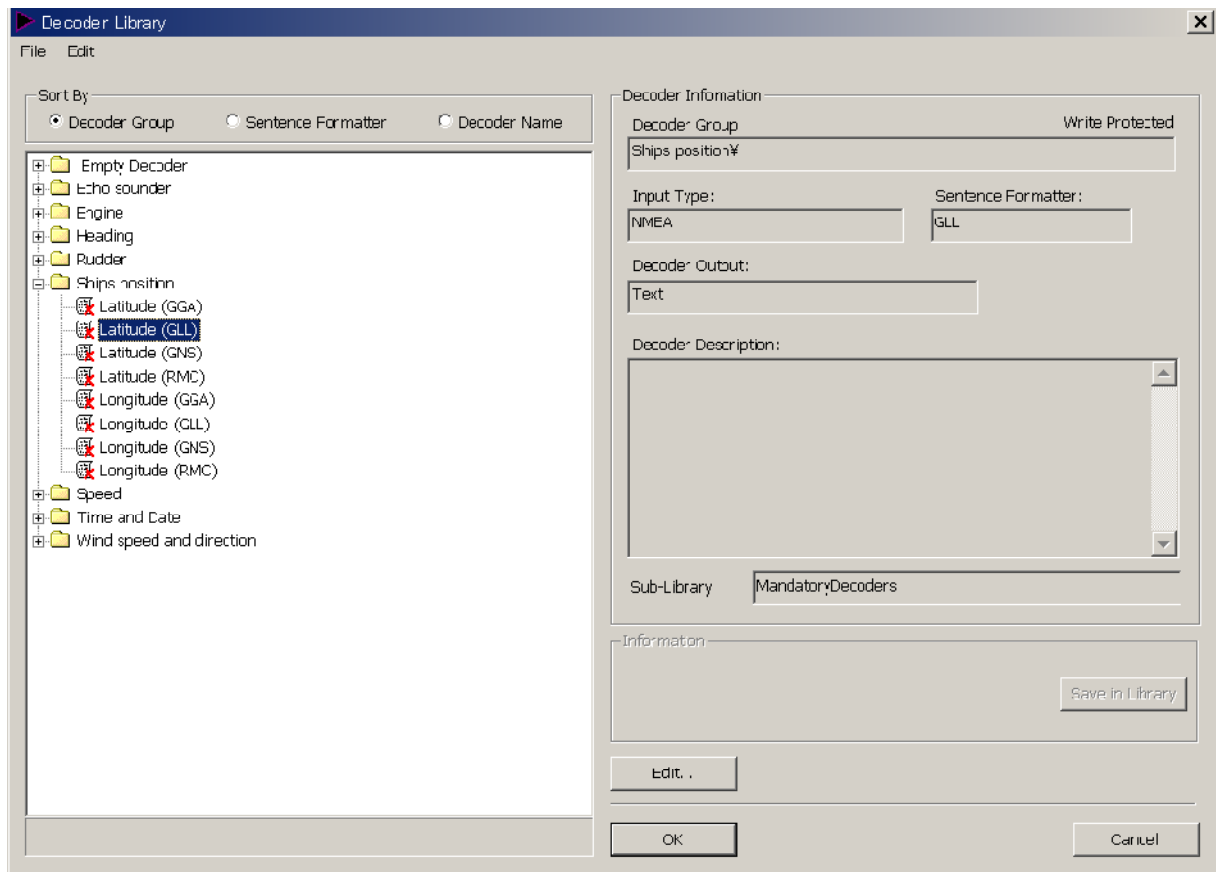
La norme NMEA 0183 est une spécification pour la communication entre équipements marins. Elle est définie et contrôlée par la National Marine Electronics Association (NMEA), association américaine de fabricants d'appareils électroniques maritimes.

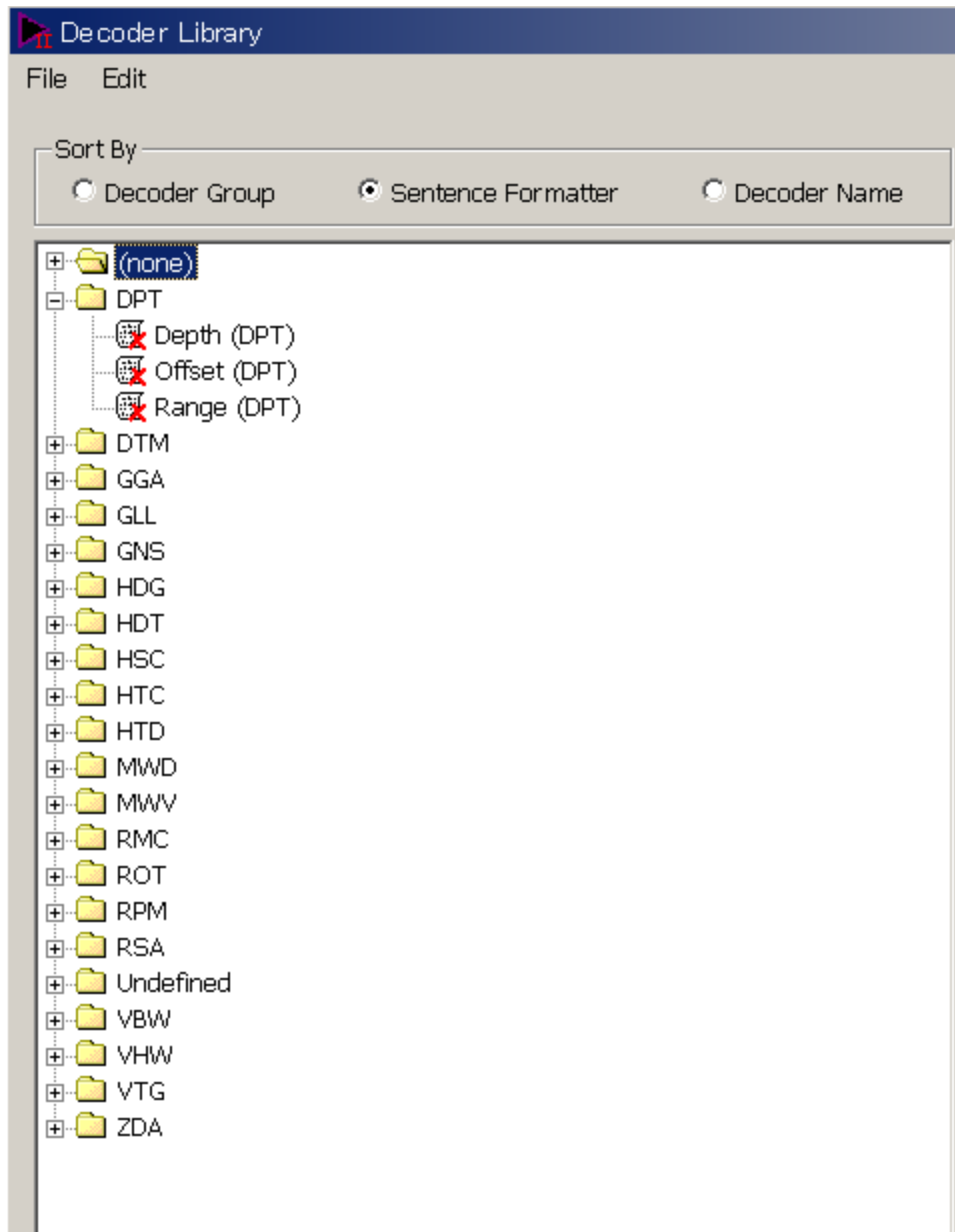
La norme 0183 utilise une simple communication série pour transmettre une "phrase" à un ou plusieurs écoutants.

Un décodeur est un petit manuscript qui décrit comment l'information est décodée et recherchée d'une phrase spécifique de NMEA. Ceci signifie que n'importe quelle phrase peut être décodée et montrée dans la forme personnalisée par l'utilisateur avec ce logiciel si la phrase répond entièrement aux normes de NMEA.

Les phrases NMEA commencent toujours par le symbole \$.

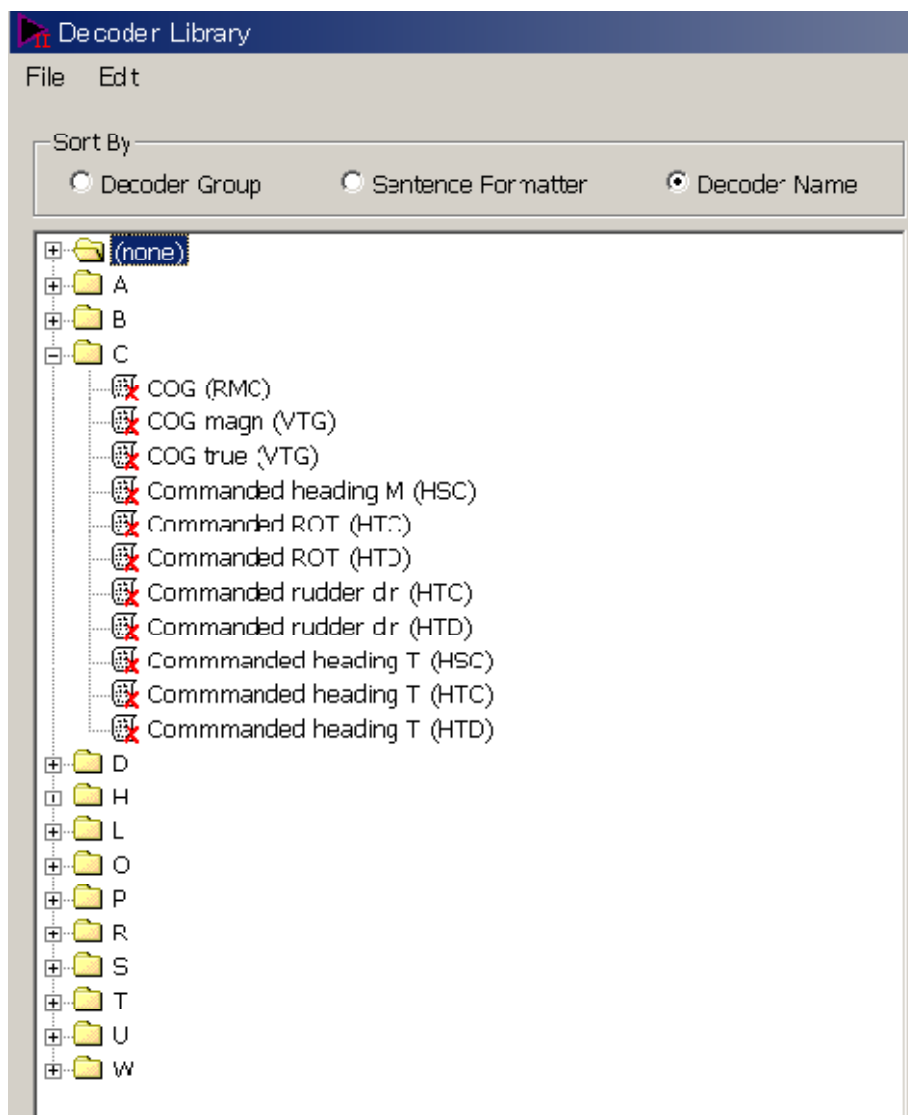






Un décodeur doit être assigné un nom, et le nom doit être unique dans le groupe de décodeur.

Ces décodeurs sont protégés en écriture et ne peuvent pas être changés ou supprimés par l'utilisateur. Ceux-ci sont indiqués avec une marque rouge de « X » comme montré dans la page suivante.



Exemple : Une alarme d'arrivée au point de changement de route a la forme :

```
$GPAAM,A,A,0.10,N,WPTNME*32
```

Où:

AAM: Arrival alarm

A: Arrival circle entered

A: Perpendicular passed

0.10: Circle radius

N: Nautical miles

WPTNME: Waypoint name

*32: Checksum data

IV.10: Les logiciels utilisés pour le traitement de données stockées dans l'DRU

1. VDR data download

Utilisé pour extraire toutes les informations de l'unité de stockage de données DRU.

2. VDR Setup

Utilisé pour la configuration des informations (image Radar...)

3. VDR Control

Permet d'enregistrer tout les informations dans le disque dur de l'unité de stockage de données (DRU) ainsi dans le disque dur de l'unité d'acquisition de données (DAU).

4. VDR Report

Utilisé pour l'analyse des informations enregistrées dans l'unité de stockage de données DRU.

Conclusion

Générale

Conclusion générale

Au cours de notre travail, nous nous sommes intéressés à l'étude d'un VDR maritime, et pour ce faire nous avons consacré quatre chapitres dans lesquels nous avons étudiés les différents blocs constituant le système VDR, les installations reliés à celui-ci, les informations qui doit les enregistrées ainsi que son fonctionnement.

Notre travail était limité par le manque de la documentation à la bibliothèque, pour cette raison et afin d'enrichir ce modeste travail nous avons utilisés la documentation concernant le VDR du navire à passagers Tariq Ibn Ziyad ainsi celles du navire à passagers Tassili II (Manuels du VDR).

La partie expérimentale de notre travail est dirigée et suivi par un spécialiste dans le domaine.

En ce qui nous concerne et pour résumer, nous avons pu, au cours de cette période (stage) d'approfondir nos connaissances dans le domaine d'utilisation des VDR maritime.

Ce domaine s'avère secret et confidentiel, nous souhaitons que d'autres études prennent en considération d'autres paramètres.

Enfin, espérant que ce travail servira de base d'étude pour les systèmes plus performants d'une part et de servir de moyen didactique pour les promotions à venir.

Annexes

Formats de phrases CEI 61162

Parameter to be recorder	Sentence format
Date and time	ZDA
Ship's position and Datum used	GNS,DTM,GGA,GLL
Speed(water and ground)	VBW,VHW,VTG
Heading(true)	HDT,VHW
Heading(magnetic)	HDG
Depth (echo sounder)	DPT
Alarms	ALR
Rudder order/response manual	RSA
Rudder order/response auto	HTC and HTD
Engine order/response	RPM and XDR
Hull openings, watertight doors	XDR
Accelerations and Hull stress	XDR,ALR
Wind speed and direction	MWV
VDR alarm output	\$VRALR

Tableau 1: Formats de phrases CEI 61162.

Règle 20 de la convention SOLAS

1 Afin de faciliter les enquêtes sur les accidents, les navires des catégories ci-dessous doivent être pourvus d'un Enregistreur des données du voyage(VDR) conforme aux normes de fonctionnement de la résolution A.861 (20) de l'OMI, ainsi qu'aux normes d'essai définies par la norme n° 61996 de la Commission électronique internationale (CEI), lorsqu'ils effectuent des voyages internationaux :

- .1 les navires à passagers construits le 1^{er} juillet 2002 ou après cette date ;
- .2 les navires rouliers à passagers construits avant le 1^{er} juillet 2002, ou plus tard lors de la première visite effectuée le 1^{er} juillet 2002 ou après cette date ;

.3 les navires à passagers, autre que les navires rouliers à passagers construits avant le 1^{er} juillet 2002, ou plus tard le 1^{er} janvier 2004 ; et

.4 les navires, autre que les navires à passagers, d'une jauge brute égale ou supérieure à 3000 construits le 1^{er} juillet 2002 ou après cette date

2 En vue de faciliter les enquêtes sur les accidents, les navires de charge qui effectuent voyages internationaux doivent être pourvus d'un VDR qui peut être un enregistreur des données du voyage simplifié(S-VDR) comme suit :

.1 dans le cas des navires de charge d'une jauge brute égale ou supérieure à 20 000 construits avant le 1^{er} juillet 2002,lors du premier passage en cale sèche prévu après le 1^{er} juillet 2006,mais au plus tard le 1^{er} juillet 2009 ;

.2 dans le cas des navires de charge d'une jauge brute égale ou supérieure à 3 000,mais inférieure à 20 000 construits avant le 1^{er} juillet 2002,lors du premier passage en cale sèche prévu après le 1^{er} juillet 2007,mais au plus tard le 1^{er} juillet 2010 et ;

.3 les administrations peuvent exempter de l'application des prescriptions des alinéas .1 et .2 les navires de charge qui seront mis définitivement hors service dans les deux ans qui suivent la date d'application spécifiée aux alinéas .1 et .2 ci-dessus.

3 Les administrations peuvent dispenser les navires, autre que les navires rouliers à passagers, qui ont été construits avant le 1^{er} juillet 2002 de l'installation d'un VDR lorsqu'il peut être démontré qu'il n'est ni raisonnable ni possible dans la pratique de connecter un VDR au matériel existant installé à bord.

Bibliographie

Références bibliographiques

- **Documentation interne des navires à passagers Tariq Ibn Ziyad et Tassili II**

[1] Navire Tariq Ibn Ziyad « Manuel du VDR » ;

[2] Navire Tassili II « Plan VDR » ;

[3] Convention SOLAS (édition 2009).

- **Revus en PDF**

[4] FURUNO ELECTRIC CO., LTD, Installation Manual, VDR VR-3000/ S-VDR VR3000S.

[5] FURUNO ELECTRIC CO., LTD, Instruction Manual, VDR maintenance viewer model VR-3000 /VR3000S.

[6] FURUNO ELECTRIC CO., LTD, Operator's Manual, (Nishinomiya Japan).

[7] FURUNO ELECTRIC CO., LTD, Service Manual VDR/S-VDR model VR-3000 /VR3000S, (Nishinomiya Japan).

- **Sites internet et liens**

- ❖ www.Kelvinhughes.com

- ❖ <http://www.Shipserv.com/category/vdr-inspection-services/168>

- ❖ <http://www.maritimeaccident.org/2008/12/vdr-failures/>

- ❖ <http://www.elcom.com/partners/northrop-grumman-sperry-marine/voyage>

- ❖ http://www.furuno.com/en/business_product/merchant/product/vdr/outline

- ❖ http://www.amimaritime.com/pro_vdr.htm

- ❖ <http://www.assemblee-nationale.fr>

- ❖ <http://www.sailing.org>

- ❖ Organisation Maritime Internationale site web : <http://www.imo.org>

- ❖ Centre d'études maritimes et fluviales web site :

 - <http://www.cetmef.equipement.gouv.fr>

- ❖ Institut français de la mer web site : <http://www.ifm.free.fr>

- ❖ Union Professionnelle des Experts Maritimes web site : <http://www.upem.org>

Résumé :

Cette thèse présente l'étude d'un enregistreur de données du voyage, appelé « VDR » dans le domaine maritime et « boîte noire » dans l'aviation. Dans cette fin, on a commencé par présenter la boîte noire d'un avion, ensuite on a entamé notre VDR par une représentation des différents instruments et installations de navigation qui sont reliés à celui-ci, les Données concernant ces divers équipements de bord qui doivent être obligatoirement enregistrées sur le VDR. Dans la seconde étape, nous avons procédé à la représentation des unités principales ainsi que les unités facultatives d'un VDR. Enfin, la dernière partie est consacrée pour l'étude des différents blocs du VDR ainsi que les logiciels utilisés pour accéder aux informations enregistrées et stockées par l'enregistreur de données du voyage(VDR).

Mots clés : Voyage data Recorder, VDR, S-VDR, CSM, DRU, boîte blanche, SOLAS, NMEA (0183), CEI (61162), boîte noire, FDAU, CVR, FDR.