



INSTITUT  
NATIONAL  
des SCIENCES  
APPLIQUÉES



Projet de Physique P6-3  
STPI/P6-3/2008 – 015



Nom des étudiants

Charlie BOULO

Camille SAILLARD

Antoine TONNOIR

Erwann TRAOUROUDER

Claudia MURAR

Guillaume BENOIST

Enseignant(s)-responsable(s) du projet

Jean-Noël LE TOULOUZAN



**Analyseur d'images : Adaptation  
détecteur et chaîne de  
traitement sur instruments  
spectroscopiques**



À TAILLE  
HUMAINE  
À L'ECHELLE  
DU MONDE



Date de remise du rapport : 19/06/08

Référence du projet : STPI/P6-3/2008 – 015

Intitulé du projet

***Analyseur d'images : Adaptation détecteur et chaîne de traitement sur instruments spectroscopiques***

Type de projet :

***Technique***

Objectifs du projet (10 lignes maxi) :

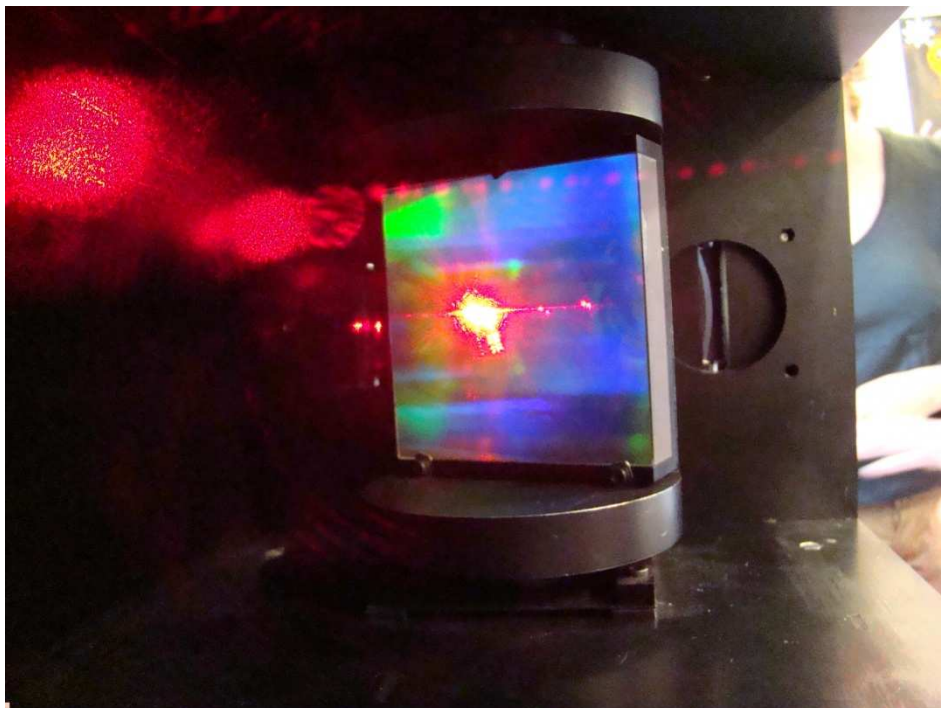
***Réactiver la chaîne de mesure analyse d'Image ORIEL (carte actuelle)***

***Adapter le détecteur d'image sur le spectromètre HUET F1250***

***Régler le spectromètre SOPRA F700***

***Réadapter le capot du spectromètre UMR 6614***

N° cahier de laboratoire associé : **A30238**



## TABLE DES MATIERES

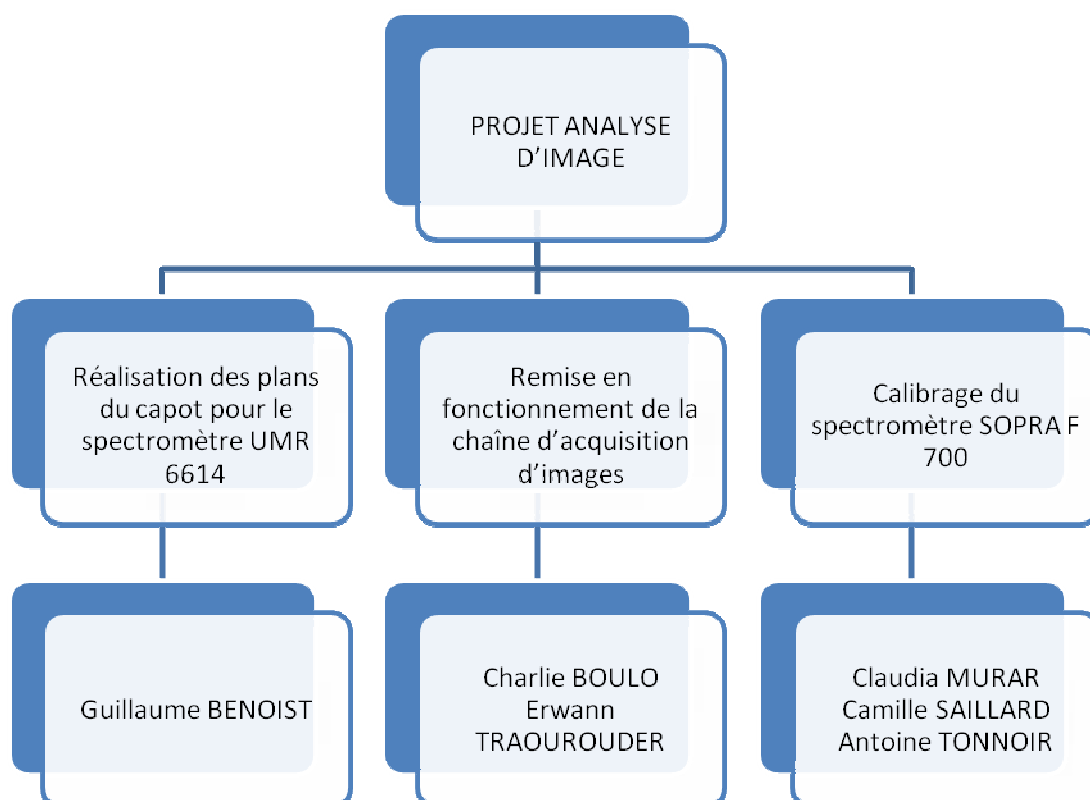
1. Introduction .....	5
2. Méthodologie / Organisation du travail .....	5
3. Travail réalisé et résultats .....	6
3.1. Réparation du spectromètre UMR 6614 .....	6
3.2. Travail sur la chaîne d'acquisition.....	7
3.2.1. Objectifs.....	7
3.2.2. Devis pour remplacer les pièces non réutilisables: .....	8
3.3. Travail sur le réglage du spectromètre .....	9
3.3.1. Objectif :.....	9
3.3.2. Premier réglage : Alignement du laser He Ne avec l'axe optique de l'appareil	11
3.3.3. Deuxième réglage : Orientation du miroir M .....	13
3.3.4. Problèmes.....	13
4. Conclusions et perspectives.....	15
4.1. Conclusions sur le travail réalisé .....	15
4.2. Conclusions sur l'apport personnel de cette U.V. projet .....	15
4.3. Perspectives pour la poursuite de ce projet.....	16
5. Bibliographie .....	17
6. Annexes.....	18
6.1. Schémas de montages, plans de conception.....	18
6.1.1. Plans du nouveau capot pour le spectromètre UMR 6614.....	18
6.1.2. Plan de la nouvelle carte adaptatrice.....	20
6.2. Correspondance avec un ingénieur technico-commercial .....	20
6.3. Propositions de sujets de projets (en lien ou pas avec le projet réalisé) .....	21

## 1. INTRODUCTION

Notre projet était dans un premier temps d'assurer la remise en marche d'une chaîne d'acquisition déjà existante et d'adapter les différents spectromètres pour qu'ils puissent se connecter facilement au détecteur. Dans un second temps, nous devions refaire les réglages des différents spectromètres qui s'étaient légèrement modifiés avec le temps. Nous devions aussi concevoir un système permettant de fermer un spectromètre dont le capot avait un défaut de conception.

## 2. METHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

Notre projet était constitué de trois parties distinctes, nous nous sommes donc répartis les différentes sous parties du projet en plusieurs groupes, suivant les compétences et motivations de chacun(e) :



### 3. TRAVAIL REALISE ET RESULTATS

#### 3.1. Réparation du spectromètre UMR 6614

Cette partie de notre projet de P6 consistait à remettre en état de fonctionnement un spectromètre dont le capot de protection, empêchant la lumière parasite de rentrer, n'était pas adapté. En effet, celui-ci gênait la course d'un des miroirs pivotant du système. On s'est aperçu de ce problème car l'intérieur du précédent capot présentait des rayures à cet endroit et le feutre recouvrant la partie intérieure de la pièce était arraché.

figure 1 : Photo du capot de protection



Il fallait donc changer le système de fermeture du capot pour que celui-ci ne gêne pas la course du miroir. C'est la raison pour laquelle nous avons d'abord pensé faire une seule et unique pièce, un capot qui serait plus large pour permettre la rotation du bloc du miroir. Nous avons donc fait les plans de cette pièce ; seulement, lorsque ceux-ci ont été finis nous nous sommes aperçus que cette solution posait problème. En effet, le fait de rajouter 1cm au capot changeait sa forme de manière non négligeable ce qui n'était pas très pratique pour une utilisation répétitive. En effet, il fallait rajouter au capot des barres pour empêcher la lumière de passer sur le côté et le bas du système. Plier une plaque de manière à boucher ces orifices devenait non seulement beaucoup plus complexe à réaliser et le capot aurait de plus était beaucoup plus dur à mettre en place sur le spectromètre. Nous avons donc pensé faire un capot plus large et fixer les pièces supplémentaires sur le bâti du montage pour pouvoir boucher les orifices créés par l'élargissement du capot en conservant la forme géométrique du premier modèle. Les plans, joints en annexe, montrent la forme finale des pièces nécessaires à la réparation. Cependant, elles n'ont actuellement pas encore pu être réalisés d'une part à cause de la date tardive où les plans ont finis d'être dessinés et d'autre part parce que nous n'avons pas encore trouvé la personne à qui les faire faire. En effet, nous nous sommes adressés au département Méca par le biais d'un de notre professeur de DAT-4, mais du fait des projets des étudiants de Méca, le département ne dispose pas du temps nécessaire. Nous sommes actuellement mis en contact avec le CORIA par l'intermédiaire de Monsieur Quevieux pour éventuellement voir s'il ne serait pas en mesure

de réaliser les pièces et attendons une réponse qui devrait vraisemblablement parvenir à monsieur le Toulousan prochainement.

D'autre part, nous devons également essayer d'adapter la chaîne d'acquisition Oriel sur le spectromètre Huet F1280. Nous avons déjà quelques ébauches du type de pièce nécessaire seulement la chaîne d'acquisition ne fonctionnant pas cette partie du projet a été mise de côté pour la fin s'il nous restait du temps. Le manque de temps et le fait que la chaîne d'acquisition n'ait put être remis en état ont fait que ce projet à été abandonné.

## 3.2. Travail sur la chaîne d'acquisition

### 3.2.1. Objectifs

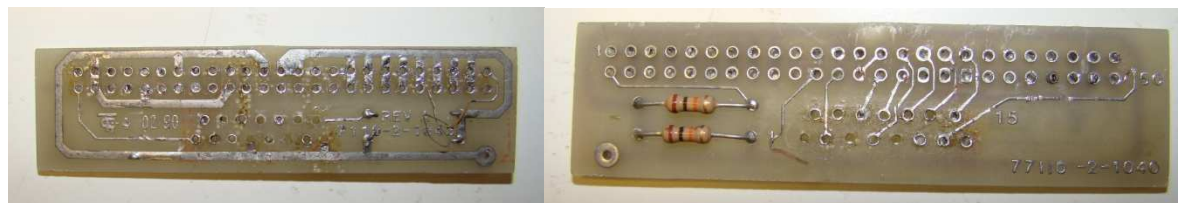
L'objectif principal de cette partie était de remettre en état de fonctionnement la chaîne d'acquisition ORIEL InstaSpec® déjà existante dans le laboratoire de spectrophotométrie du D1 en vue d'une utilisation ultérieure par différents départements. Cette remise en route du matériel devait s'effectuer en plusieurs phases :

- Réinstallation de la carte d'acquisition pour le détecteur
- Réinstallation du logiciel permettant de piloter cette carte
- Adaptation des connectiques aux différents périphériques matériels

Dans un premier temps, nous avons du chercher dans le laboratoire la carte d'acquisition et la disquette d'installation, ensuite, nous dûmes rechercher un ordinateur disponible comportant un slot de type ISA pour pouvoir brancher la carte d'acquisition. Une fois celle-ci connectée à l'ordinateur, nous avons réussi à installer le logiciel de traitement des données.

Nous nous sommes ensuite rendu compte du fait que le capteur d'image avait en fait une sortie de type VGA pour la connecter à la carte d'acquisition, mais que celle-ci nécessitait une entrée en port parallèle. Après nous être renseigné sur l'existence d'un dispositif nous permettant d'adapter ces deux ports, M. Le Toulousan nous a indiqué qu'une carte adaptatrice avait été créée pour cette utilisation. Nous avons donc demandé aux techniciens de nous fournir cette carte mais ils nous ont répondu que cette dernière était défectueuse et qu'il fallait la remplacer.

Précisons que cette carte adaptatrice était un circuit imprimé double couche qui permettait la connexion de la sortie VGA en port parallèle.

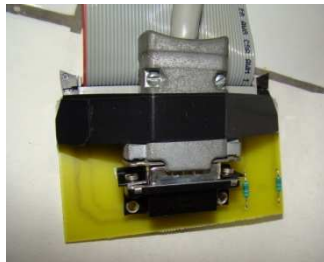


Cette carte étant défectueuse, nous avons demandé à M. Le Toulousan s'il était possible d'emprunter du matériel pour refaire le circuit imprimé, ce dernier nous a indiqué qu'il était préférable de le faire faire par les techniciens.

Nous avons donc demandé aux techniciens M. Clevers et M. William s'il leur était possible de refaire cette carte, ils nous ont répondu qu'il leur fallait des plans précis du circuit imprimé. M. Le Toulousan nous a donc conseillé d'aller voir M. François BELLET, un

technicien de l'IUT qui avait du créé la carte alors qu'il était en poste à l'INSA. Nous avons donc pris rendez-vous avec lui et il nous a précisé que la carte avait en réalité été créée par ORIEL, la société qui avait fabriqué le matériel de détection lumineuse, et qu'il fallait leur demander les plans.

Nous avons donc relevé sur le site Internet d'ORIEL le mail du service après-vente et leur avons demandé en précisant les références des différents produits s'il leur était possible de nous fournir des plans. Leur ingénieure technico-commerciale nous a répondu qu'il leur était impossible de nous aider car la pièce dont nous voulions les plans avait été créée 18 ans auparavant.



Pendant ce temps, les techniciens que nous avons préalablement prévenus de nos problèmes de connectiques ont réussi à refaire une carte simple couche en superposant les deux circuits. (plan de la nouvelle carte en annexe)

Nous avons donc pu tenter un test avec l'ordinateur mais quand nous avons lancé une capture de spectre avec le logiciel (préalablement paramétré pour notre capteur) nous avons rencontré l'erreur POWER FAILURE IN DIODE ARRAY CONTROLER. La documentation du logiciel nous indique que ce message s'inscrit après un problème de communication entre la carte et le capteur. Nous avons donc testé avec un multimètre si du courant arrivait à passer au travers de l'adaptateur et il s'est avéré que oui. Nous avons ensuite tenté de vérifier si le circuit imprimé était identique à l'ancien mais nous nous sommes trouvés dans l'incapacité de savoir si certains plots étaient connectés entre eux ou non. En effet, certains plots avaient dû être reliés entre eux par des fils passant à côté du circuit.

Devant cet échec, nous avons renvoyé un mail à l'ingénieure de chez ORIEL pour qu'elle nous envoie un catalogue des dispositifs d'acquisition en vue de la création d'un devis.

### **3.2.2. Devis pour remplacer les pièces non réutilisables:**

Devis spectromètres :

- Pour le grand spectrographe de laboratoire : un équivalent est le spectromètre Sciencetech 9150, qui actuellement constitue le monochromateur ayant la plus grande résolution. Effectivement, on peut obtenir une résolution de 0.004 nm en une seule passe, grâce à sa distance focale de 1.5 m. Son prix actuel est de \$ 28254 CAD, soit 17835 €.
- L'ensemble capteur CCD et boîtier d'analyse a 2 équivalents :



Modèle	MS257	MS260i
Différences	4 réseaux max	3 réseaux max
	Seulement interface RS-232 et IEEE-488	Choix interface USB 2.0 ou RS-232 et IEEE-488
Prix	6069 €	6165 €

Il faut y ajouter 2 réseaux, dont les prix sont compris entre 664 et 730 €, selon les résolutions, et le logiciel d'acquisition, l'Oriel TRACQ, à 239 € en version Basic, et à 1899 € en version Pro (la version Basic ne comporte que les fonctions arithmétiques de base et la calibration spectrale, contrairement à la Pro, qui assure de multiples autres fonctions, décrites sur le catalogue général Newport).

- Concernant le module Instaspec, l'équivalent actuel porte le même nom : l'Oriel CCD Instaspec IR, d'ailleurs inclus dans l'ensemble précédemment cité. Malheureusement il nous est impossible d'obtenir le prix, dans la mesure où seul, il ne peut être exporté hors des États-Unis, sauf cas spécial, et le prix est donc indisponible sauf dans ce cas précis.

### 3.3. Travail sur le réglage du spectromètre

#### 3.3.1. Objectif :

Sur le spectromètre SOPRA F 700 le problème est le suivant : le rayon incident, qui arrive parallèlement à l'axe optique se réfléchit sur le miroir concave mais ne retourne pas au centre du réseau :

figure 2 : Schéma

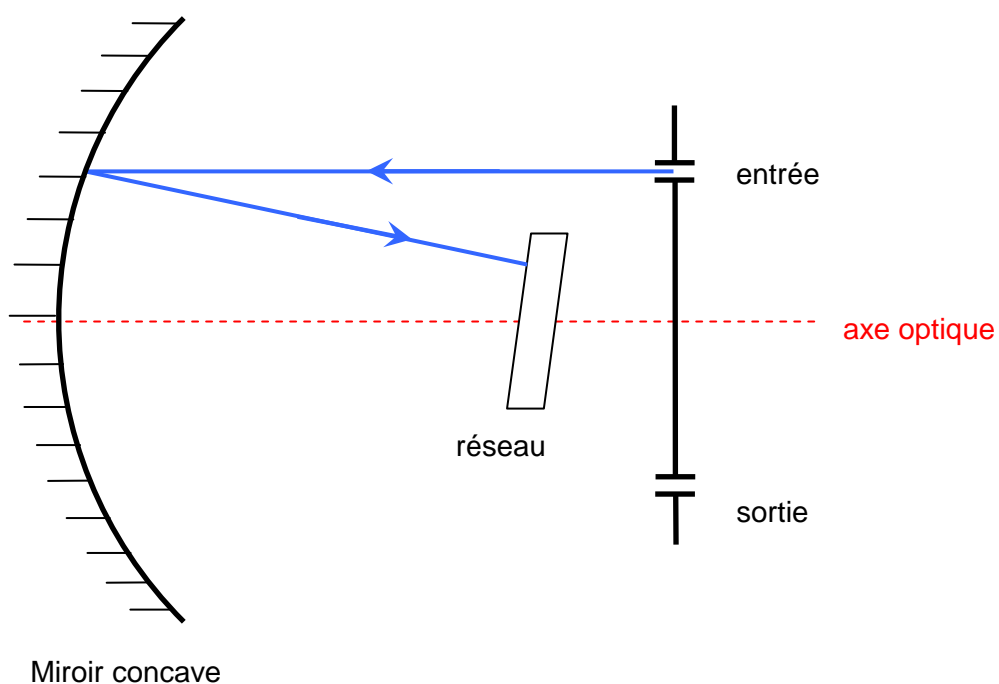
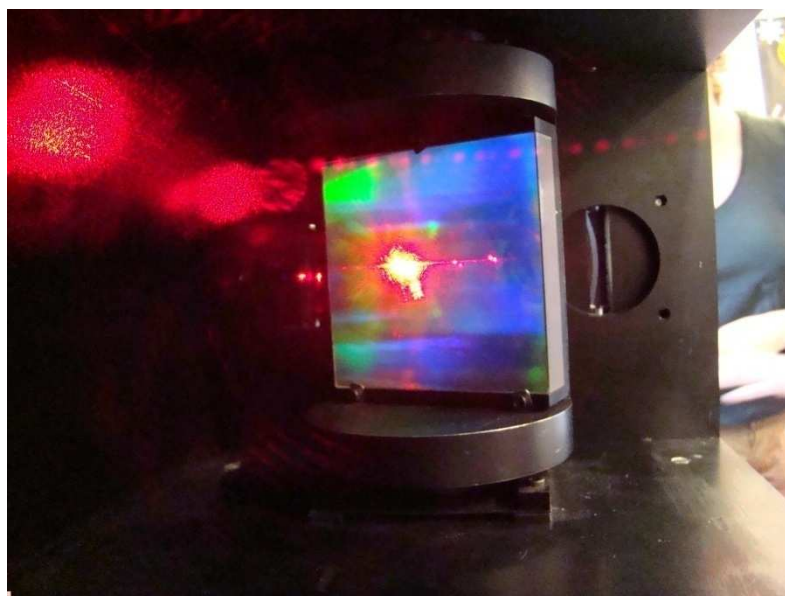


figure 3 : Photo laser sur réseau



Ce décalage engendre par conséquent des problèmes sur l'image obtenue en sortie.

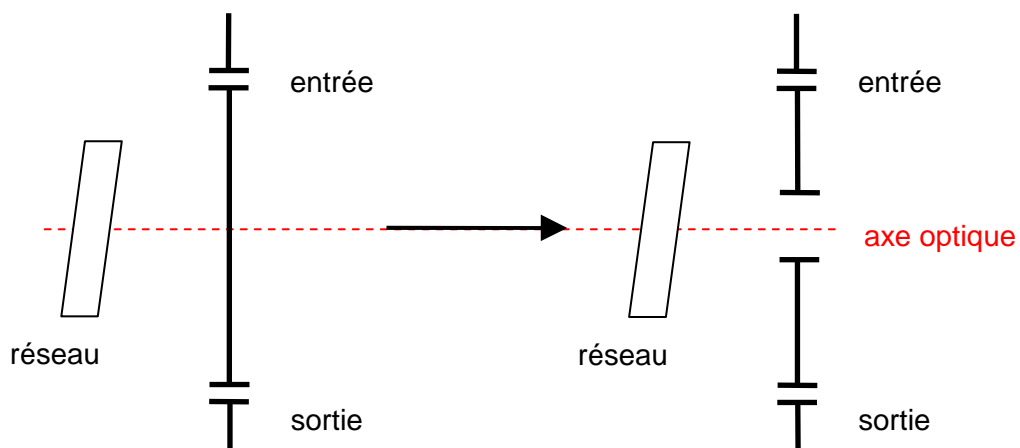
Notre objectif a donc été d'essayer de régler ce spectromètre afin qu'il soit pleinement opérationnel et nous avons pour cela suivi le protocole de M. LE TOULOUZAN.

### 3.3.2. Premier réglage : Alignement du laser He Ne avec l'axe optique de l'appareil

Nous avons dans un premier temps installé un laser dans l'axe optique de l'appareil afin de pouvoir réorienter le miroir du fond dans un second temps. En effet, nous pensions que cela était la cause du problème.

Nous avons donc démonté la face avant du spectromètre et ainsi découvert un trou dans le plan des fentes.

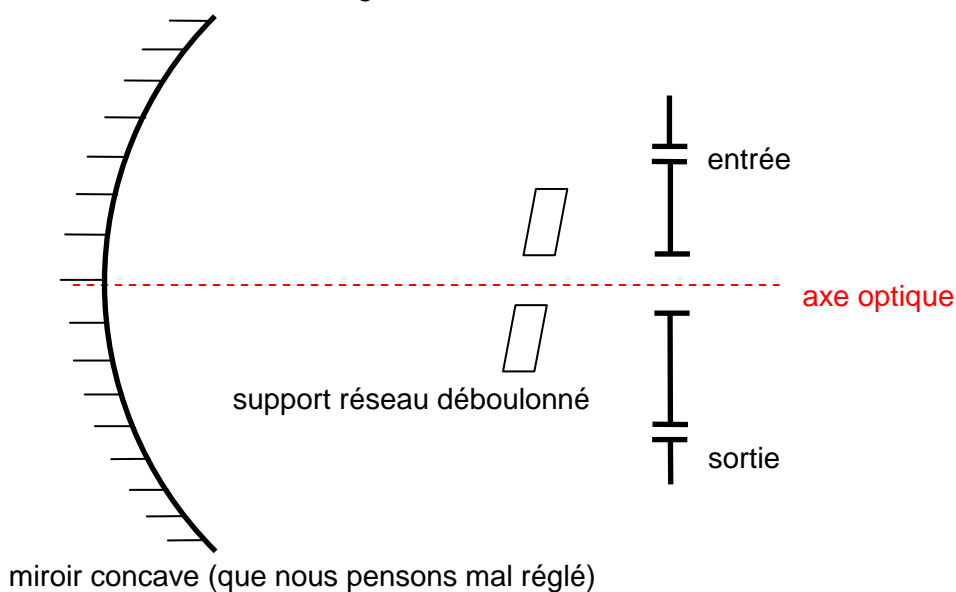
figure 4 : Schéma et photo



Il nous restait donc à démonter le réseau afin de pouvoir faire passer un rayon par l'axe optique directement sur le miroir concave.

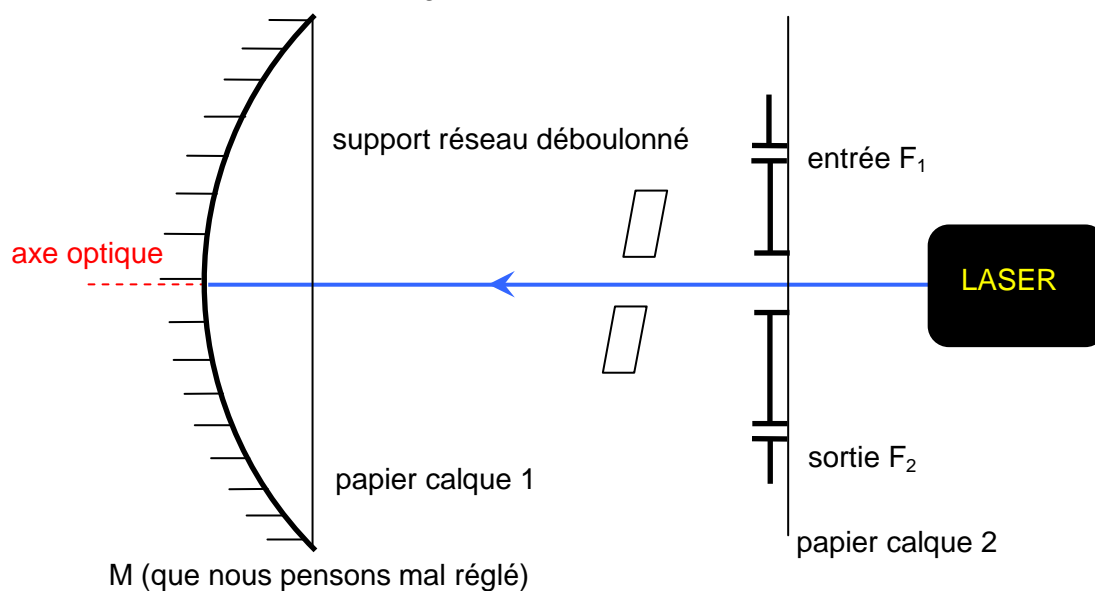
Le réseau était maintenu en son centre sur son support par un boulon. Ainsi, une fois retiré nous avons obtenu le trou désiré dans le support réseau pour laisser passer le laser.

figure 5 : Schéma



Avec ce montage, nous avons pu véritablement commencer le réglage. Pour pouvoir observer l'alignement, nous avons placé un papier calque millimétré de la taille du miroir M et nous avons percé un trou en son centre. A l'aide d'un niveau, nous avons positionné correctement le laser.

figure 6 : Schéma



Ensuite, nous avons placé un deuxième calque millimétré à l'entrée des fentes avec également un trou en son centre. Ainsi, en déplaçant le laser, nous avons pu effectuer notre alignement avec pour critère d'observation l'arrivée du rayon laser au centre du calque 1.

### 3.3.3. Deuxième réglage : Orientation du miroir M

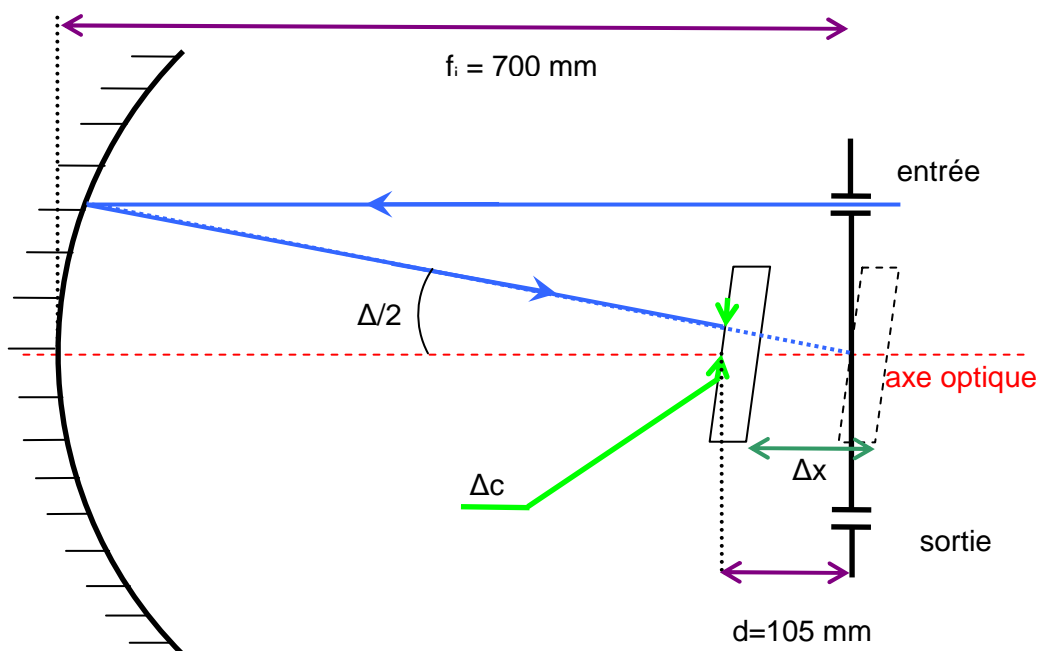
Nous avons ôté le papier calque du miroir M mais conservé celui sur le plan des fentes (calque 2). Notre critère d'observation était le point de retour du laser sur le calque restant. Pour orienter le miroir, nous avons modifié les trois vis de réglage. Nous avons donc réajusté l'orientation du miroir afin que le point d'arrivée et de retour coïncident sur le calque. Le miroir était en effet dérégulé. Nous avons marqué à l'aide d'un Blanco la position sur les écrous/boulons une fois que le réglage avait été effectué.

Par conséquent, dans une seconde partie pour le réglage de la profondeur, nous avons pensé utiliser ces marques pour déplacer de manière parallèle le miroir M.

### 3.3.4. Problèmes

A la suite de ces deux réglages, nous avons remonté le réseau. Il nous restait la profondeur à ajuster, le problème est que le rayon réfléchi n'arrive toujours pas au centre du réseau.

figure 7 : Schéma



Nous avons essayé de calculer la distance  $\Delta x$  de laquelle on doit éloigner le réseau du miroir. En supposant l'angle entre le rayon réfléchi et le miroir droit, on obtient :

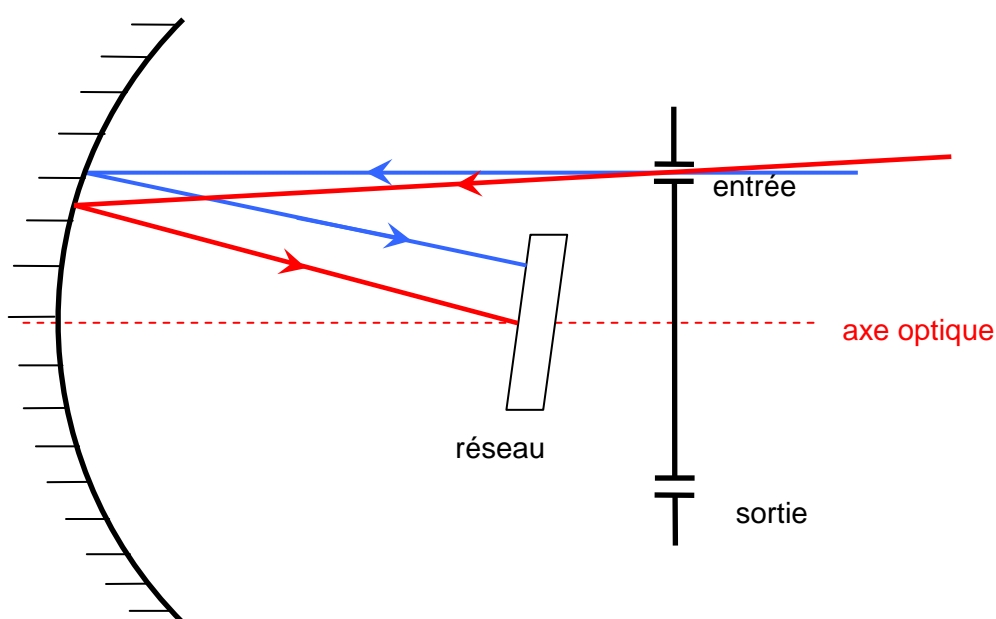
eq 1. 
$$\tan \frac{\Delta}{2} = \frac{F_1 F_2}{2 f_i} = \frac{70}{700} = 0,1$$

or,  $\Delta c = 11 \text{ mm}$  expérimentalement

**eq 2.** 
$$\tan \frac{\Delta}{2} = \frac{\Delta c}{\Delta x} \Leftrightarrow \Delta x = \frac{\Delta c}{0,1} = 110 \text{ mm}$$

Le problème est que ce résultat est bien trop grand : en effet, on ne peut pas déplacer le réseau ou le miroir d'une telle distance. Cette distance coïncide avec la distance  $d$  qui sépare le plan des fentes et le support réseau. Au résultat, nous supposons que le miroir doit être éloigné afin que sa distance focale coïncide avec le réseau, ou changer sa distance focale. Une autre solution consisterait à placer le réseau dans le plan des fentes. Enfin, une autre proposition pour rendre le spectromètre opérationnel serait peut-être de modifier l'angle d'incidence du rayon dans la fente  $F_1$ .

figure 8 : Schéma



Cependant, il faut régler d'une manière différente le réseau (orientation), pour que le rayon puisse ressortir en  $F_2$ .

## 4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

### 4.1. Conclusions sur le travail réalisé

Le travail réalisé, bien que conséquent, fut malheureusement pauvre en résultats... Cependant, notre investissement à quand même porté quelque fruits avec la réalisation de plans pour le nouveau capot ainsi que les différentes études préliminaires qui, nous l'espérons, pourront être réutilisées pour concrétiser la réhabilitation des machines. En effet, il est à noter que malgré notre motivation pour ce projet, qui par ailleurs nous avait quelque peu surpris par rapport à son intitulé, nous n'avons pas vraiment senti de réel désir de l'administration pour remettre en marche ces appareils. En effet, l'argent pour la réalisation de l'adaptateur de connexion pour la chaîne d'acquisition a tardé à être débloqué, de plus, on nous a refusé la réalisation matérielle du capot.

### 4.2. Conclusions sur l'apport personnel de cette U.V. projet

Charlie BOULO : Apport intéressant de la communication entre plusieurs administrations, groupes ou affiliés.

Camille SAILLARD : Cette UV m'a permis d'avoir une nouvelle approche du travail en groupe en essayant de mener à bien ce projet. Nous avons ainsi du nous répartir les tâches et gérer l'avancée des différents aspects de ce projet.

Antoine TONNOIR : Ce projet m'a permis d'acquérir des connaissances en optique. De plus, le travail en groupe est une expérience enrichissante.

Claudia MURAR : Ce projet est un peu différent de ce dont je m'attendais. Même si au lieu de faire de l'analyse d'image nous avons fait de l'analyse des spectromètres, je crois que ça aussi fait partie du métier d'ingénieur. De plus, le travail en équipe m'a permis de connaître des gens très intelligents et intéressants.

Guillaume BENOIST : Ce projet m'a montré la difficulté d'être dans le monde de la recherche car la mise en relation des différents acteurs de l'INSA a été assez difficile pour obtenir des informations des différents acteurs extérieurs de notre projet. Cependant, je me suis aussi aperçu de la difficulté de concevoir des pièces en réponse à un problème particulier.

Erwann TRAOUROUDER : Bien que très différent de ce à quoi je m'attendais en lisant l'intitulé du projet, et malgré une certaine réticence au départ, ce projet m'a à moi aussi permis d'appréhender le travail de groupe, et les différentes difficultés des systèmes d'administration

### **4.3. Perspectives pour la poursuite de ce projet**

La poursuite de ce projet dépendra en majeure partie des décisions que prendra l'administration, en effet s'il existe une réelle nécessité d'utilisation de spectromètre, il serait préférable d'investir dans une nouvelle chaîne d'acquisition qui permettrait d'utiliser des machines existantes déjà performantes et ainsi de pouvoir économiser l'achat de nouveaux spectromètres..



## 5. BIBLIOGRAPHIE

P. Bousquet, "Spectroscopie instrumentale", Dunod Université

A. Moussa et P. Ponsonnet, « Physique optique tome 1 », Desvigne Lyon

M. Lachenaud, « Construction, réglages et essais des instruments d'optique », Beranger/Dunod

J. Surugue, « Techniques générales du laboratoire de physique 3<sup>ème</sup> édition », Centre National de la recherche scientifique

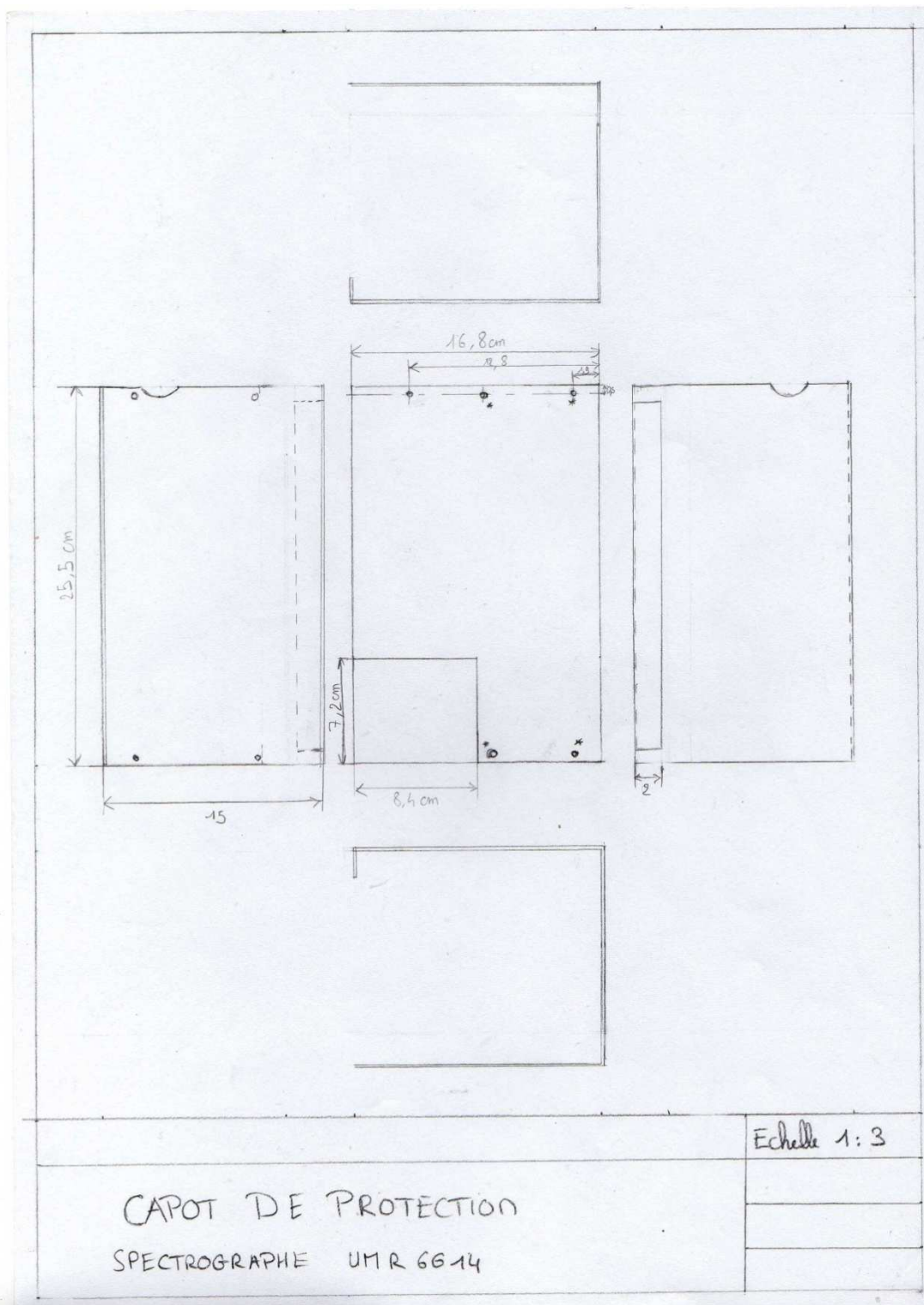
Luc Mettwiler, « Etude théorique, expérimentale et pratique », Ellipses

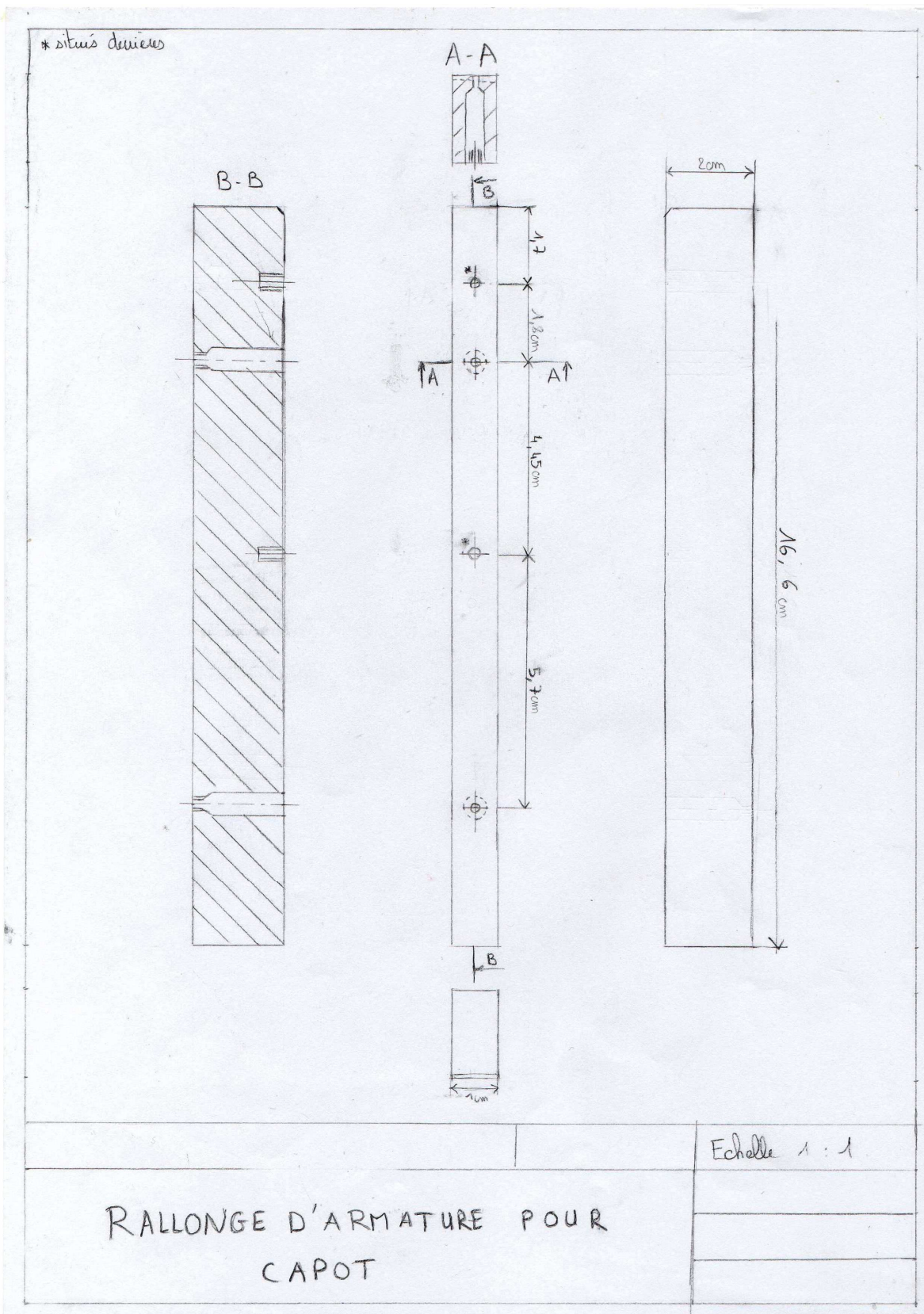
F. Mariot, « Travaux pratiques d'optique », Editions Scientifiques Riber

## 6. ANNEXES

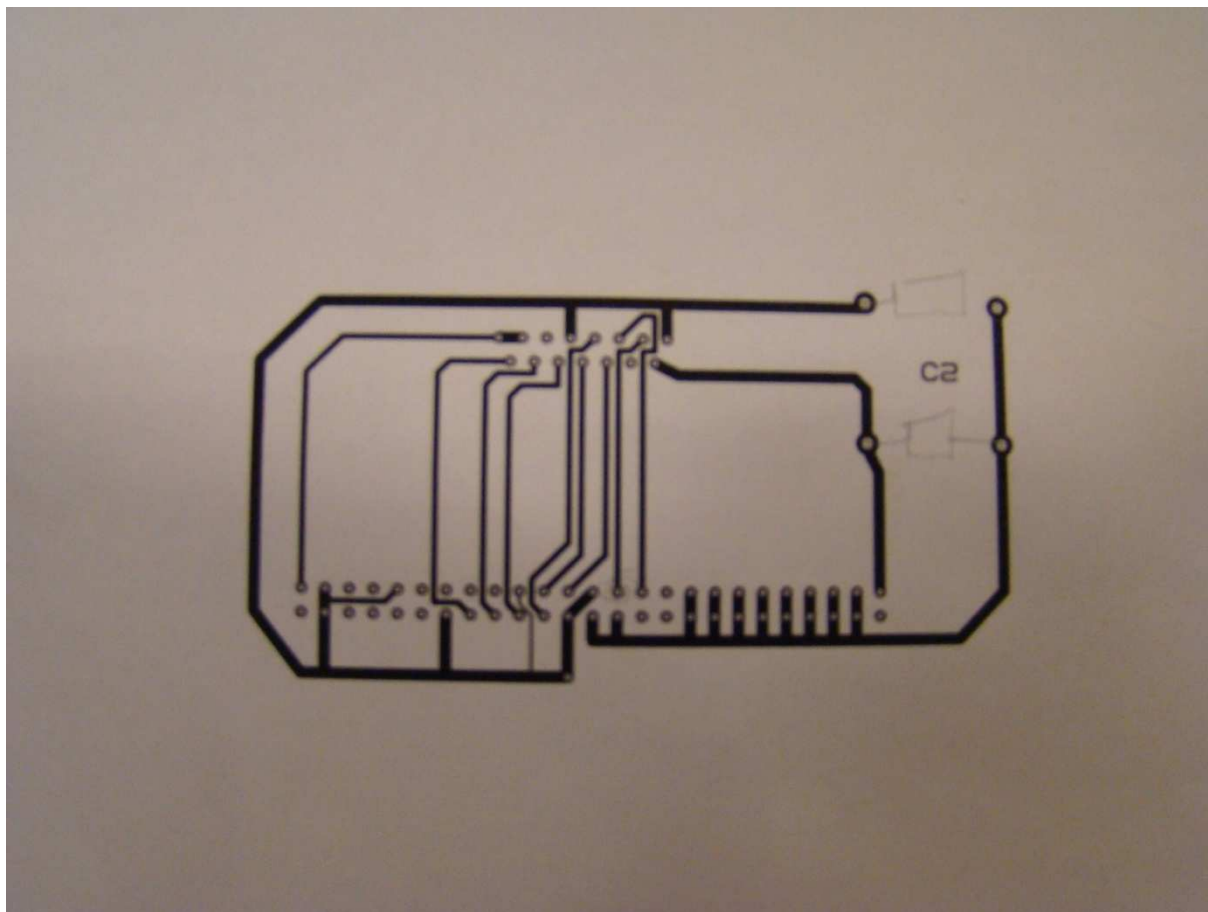
### 6.1. Schémas de montages, plans de conception...

#### 6.1.1. Plans du nouveau capot pour le spectromètre UMR 6614





### 6.1.2. Plan de la nouvelle carte adaptatrice



### 6.2. Correspondance avec un ingénieur technico-commercial

**From:** charlieboulo@gmail.com [mailto:charlieboulo@gmail.com] On Behalf Of Charlie BOULO

**Sent:** Friday, May 23, 2008 6:12 AM

**To:** MBX-STR-Oriel Tech

**Subject:** Technical Datasheet Request

Dear Sir / Madam,

We are a group of Engineering Students from the National Institute of Applied Sciences, (INSA Rouen FRANCE)

We are currently working with one of your Spectroscopy Instrument and we are facing a technical problem.

Actually, we need to plug a data-conversion board with a data-receiving machine which references are:

INSTASPEC

Model: 77110

Serial Number: RI-105-JU

MFD: 02/90

We had a socket convertor which reference is: REV A 7110-2-1043

but unfortunately, it doesn't work anymore.

Would you be kind enough to send us the technical data-sheet of this convertor?

Or, in the second case to send us a price estimation of one of your product which can match.

We can assure you the best regards of our school and we are looking forward to hearing from you.

-----  
The Spectro-Team

INSA Of Rouen  
-----

Bonjour,

Malheureusement, nous ne sommes plus en mesure de réparer ou de remplacer cette carte (qui a 18 ans !), mais nous pouvons vous proposer du matériel de remplacement,

je reste à votre disposition pour tout renseignement complémentaire,

très cordialement,

Dalila AIT AMIR

Ingénieur technico-commercial

MICRO-CONTROLE Spectra-Physics S.A

ZI du Bois de l'Épine

1, rue Jules Guesde - Bât. B

BP189 - 91006 Évry CEDEX

Tél. : +33 (0)1.60.91.68.45

Fax : +33 (0)1.60.91.68.69

As two companies our developments shaped the industry. Together we're announcing our biggest development yet. Newport and Spectra-Physics have joined to offer you more innovative products, more solutions and more expertise than ever before--now from a single source.

For more information visit [www.newport.com](http://www.newport.com)

### **6.3. Propositions de sujets de projets (en lien ou pas avec le projet réalisé)**

Si l'achat d'une nouvelle chaîne d'acquisition est décidé par l'administration, il serait possible de reprendre une partie de notre sujet que nous n'avions pas pu faire, c'est-à-dire adapter cette nouvelle chaîne d'acquisition sur le spectromètre HUET F1250. Ne sachant pas si notre chaîne d'acquisition allait être réparée nous n'avions pas conçu de pièce permettant d'adapter le détecteur sur la sortie du spectromètre.