Etude du laser LIBS sur le robot Curiosity

Comment peut-on grâce à un laser, déterminer la composition d'une roche martienne ?

I. Le rover Curiosity

1. Présentation de la mission du rover
2. Les différents instruments à bord du robot

II. Fonctionnement du LIBS

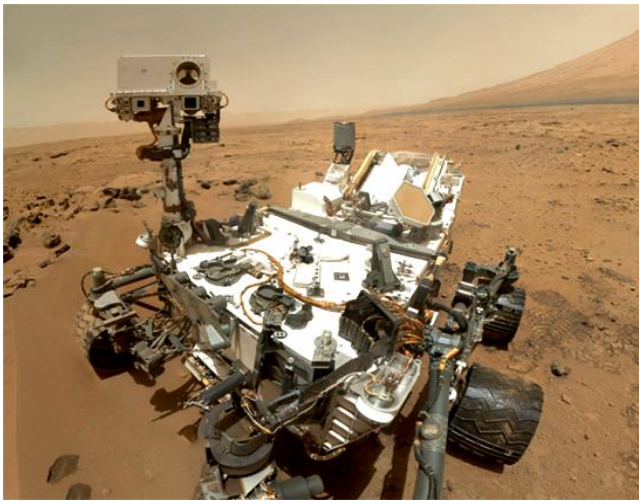
1. Technique du LIBS
2. Cheminement de la lumière

III. Analyse des résultats

1. Lecture des spectres
2. Expérimentation : analyse d'une cible

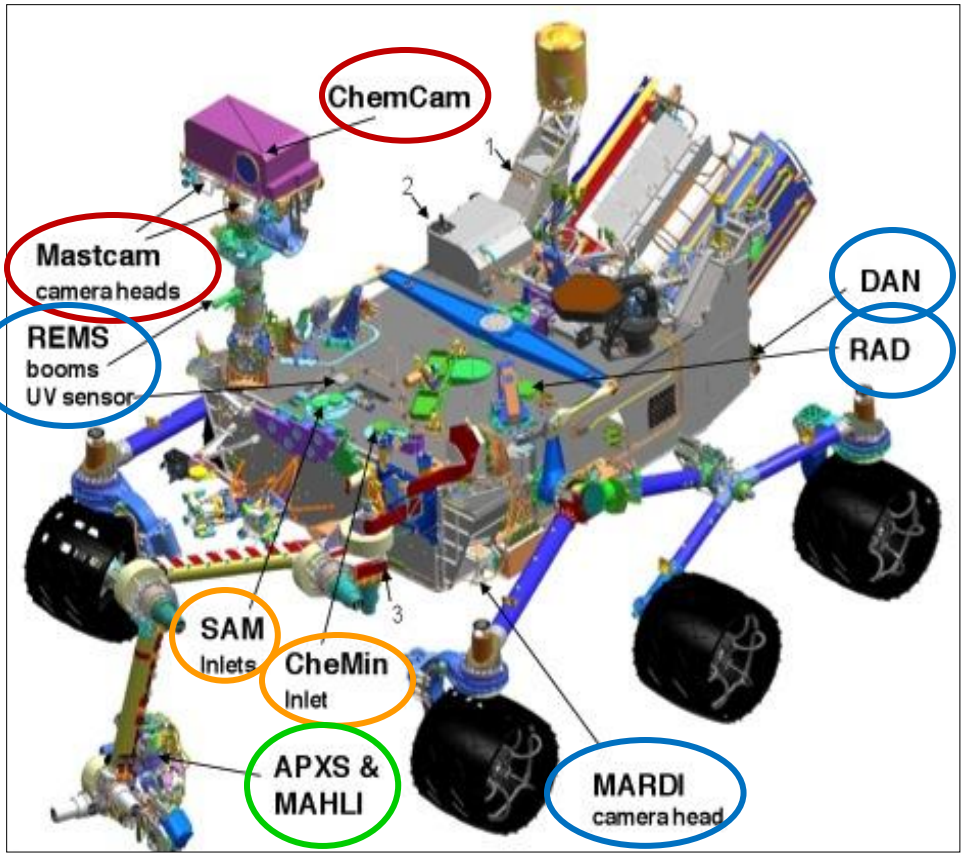
Le rover Curiosity

Projet de la **NASA** en collaboration avec le **CNES** et l'**IRAP**



Envol : 26 Novembre 2011
Atterrissage : 6 Aout 2012

10 instruments :



Télédétection (français)

Laboratoire d'analyse

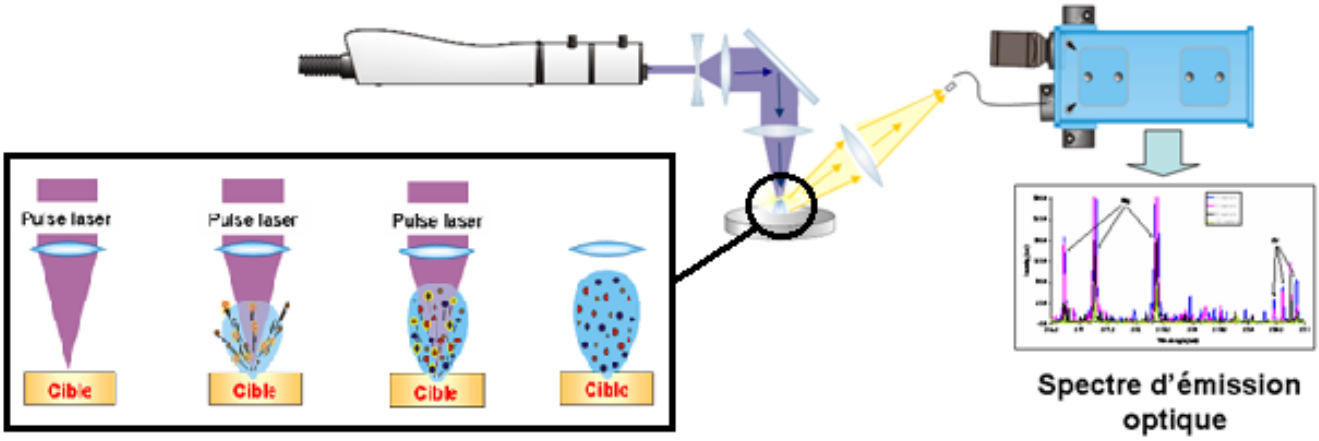
Environnement

Contact

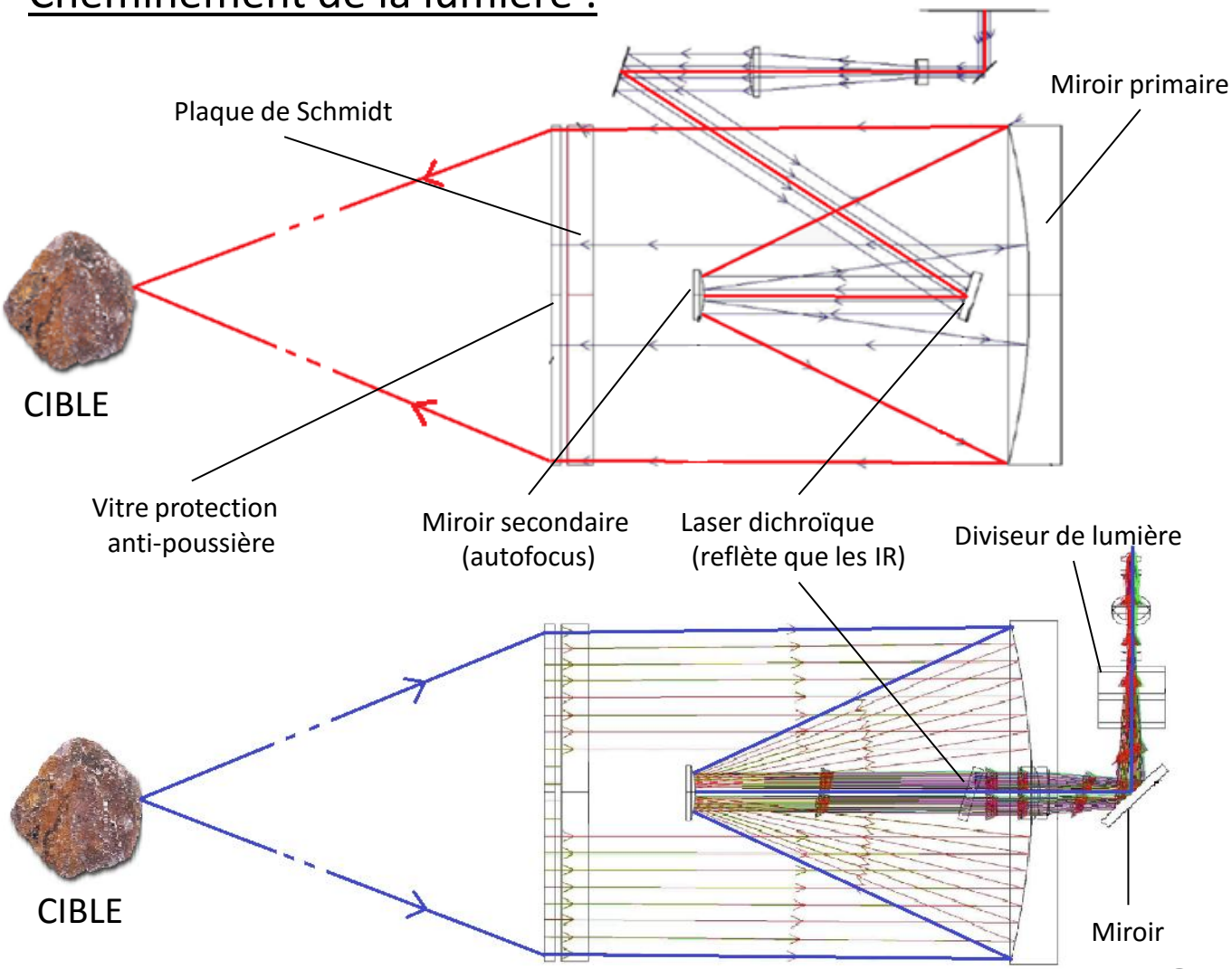
ChemCam : laser, télescope, caméra, boite électronique et 3 spectromètres (Ultraviolet, visible et Visible proche Infrarouge)

Le fonctionnement du LIBS

Technique du LIBS :

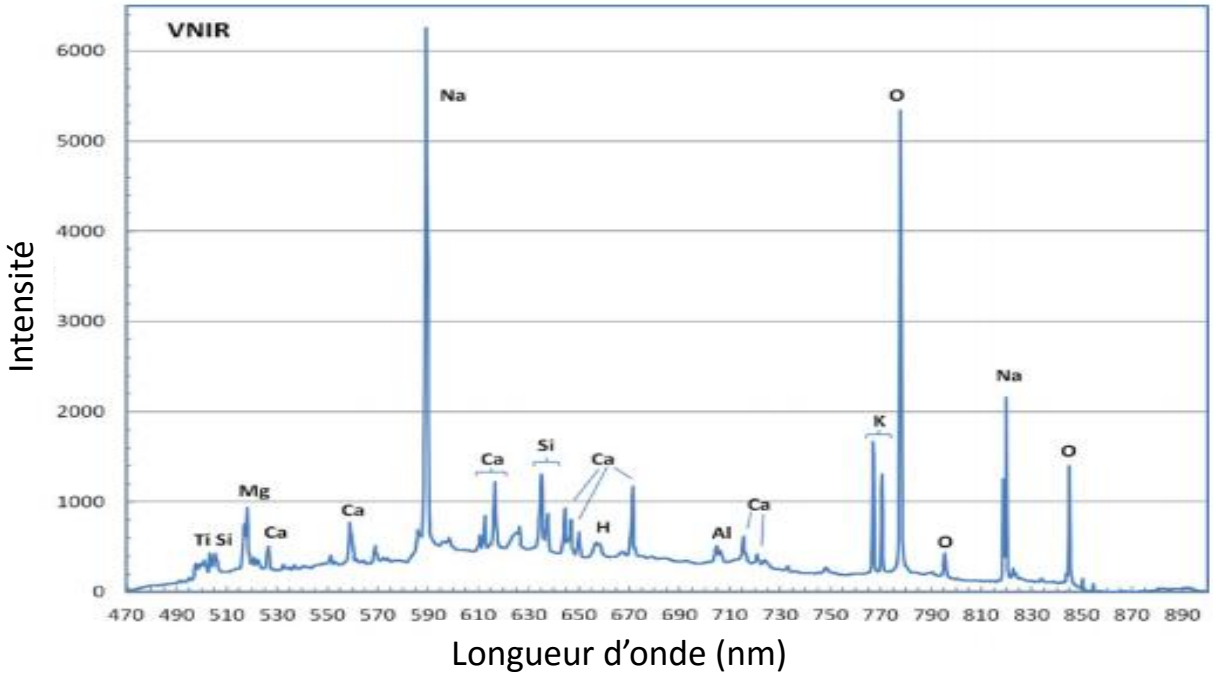


Cheminement de la lumière :

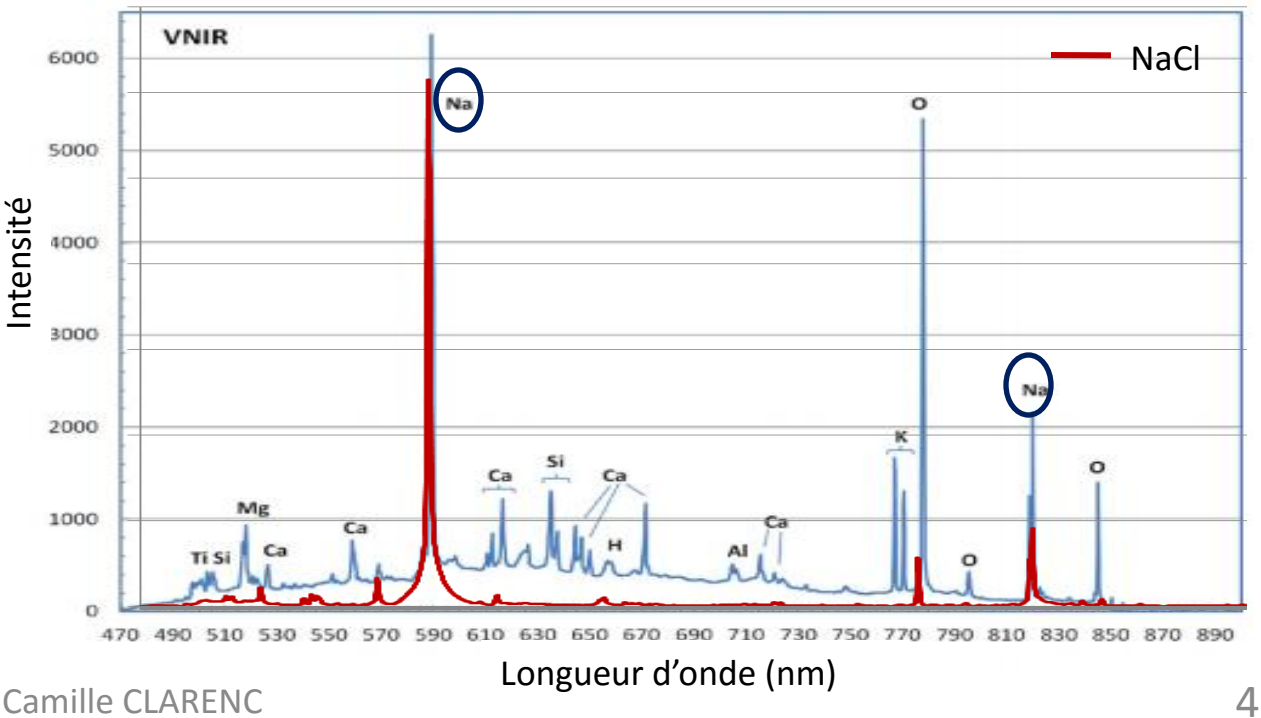


Lecture des spectres

Spectre de référence (Visible Proche InfraRouge):

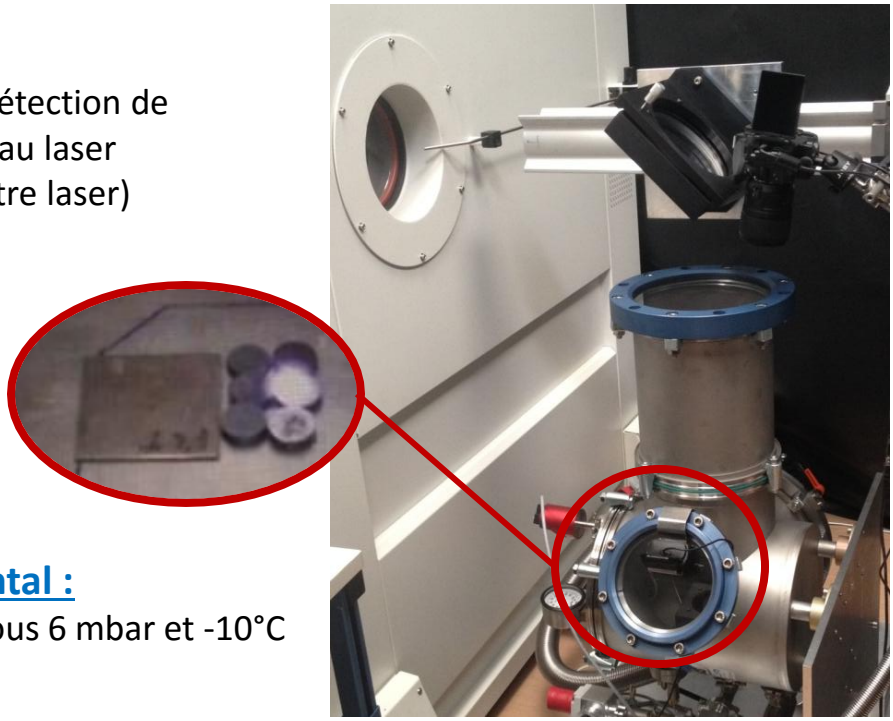


Spectre moyen de NaCl : détection du sodium



Expérimentation : analyse d'une cible (Ferrosilite)

Objectif : Tester la détection de certains minéraux au laser (particules < diamètre laser)



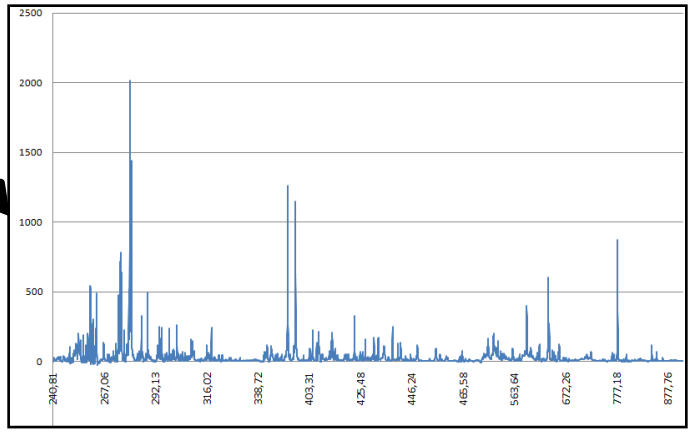
Protocole expérimental :

- mettre le système sous 6 mbar et -10°C
- allumer le laser
- autofocus
- tirs
- enregistrement des données

Exploitation des résultats :

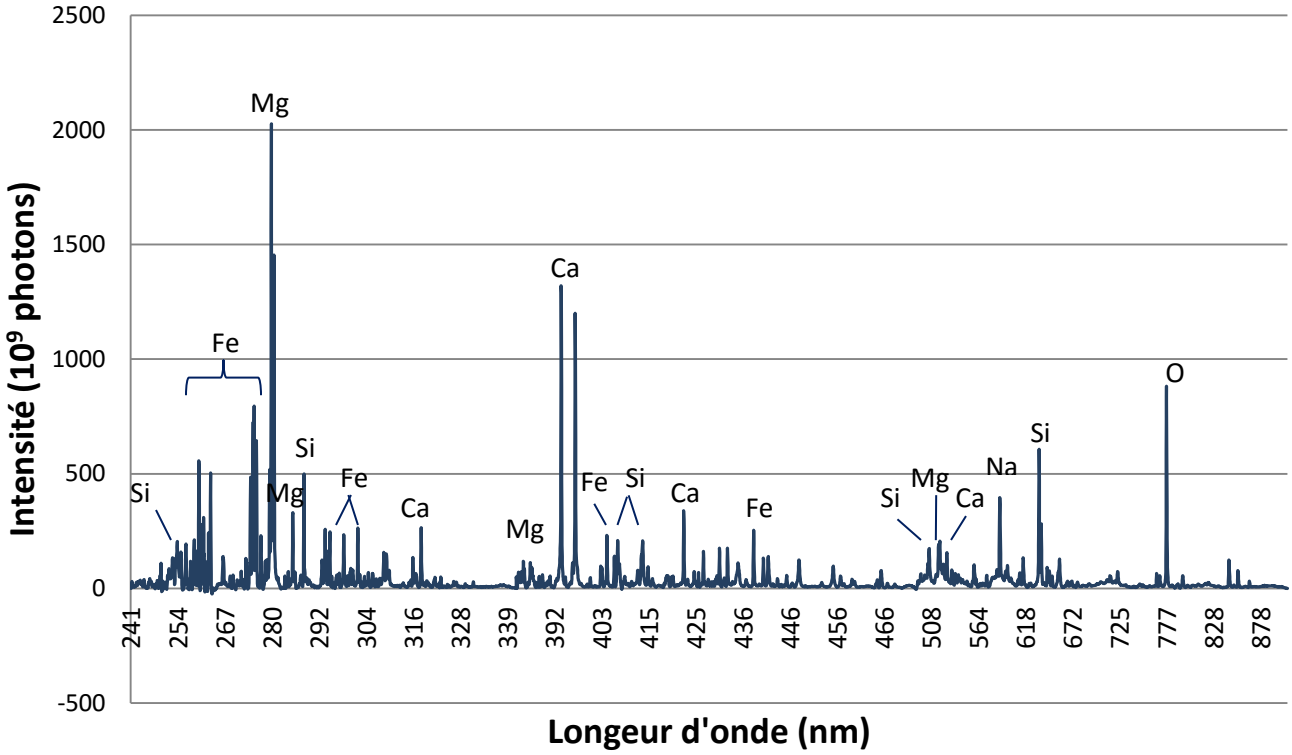
- moyenne des données
- création du spectre caractéristique
- analyse des éléments

	A	B	C	D
1	**Wave**	**Ferrosilite 1**	**Ferrosilite 2**	**Moyenne**
2	**240,811**	3,8570457	3,8978373	3,8774415
3	**240,865**	0,2638939	0,2833109	0,27360239
4	**240,918**	0,7397891	0,839565	0,789677055
5	**240,972**	5,9663697	6,08743	6,026899833
6	**241,027**	14,99694	15,210929	15,1039345
7	**241,079**	24,67803	25,220017	24,94902333
8	**241,133**	29,706373	30,112347	29,90936
9	**241,188**	26,945673	26,5763	26,76098667
10	**241,24**	19,80198	18,90808	19,35503
11	**241,294**	14,728807	13,941622	14,3352145
12	**241,348**	13,789963	13,405219	13,59759083
13	**241,401**	13,682422	13,490235	13,58632833



Résultats :

Spectre moyen expérimental du Ferrosilite ($FeSiO_3$)

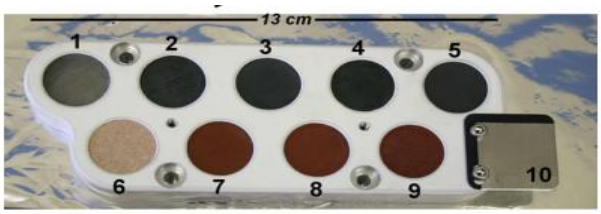


Observation : Fer (Fe), Silicium(Si), Oxygène(O) ⟶ "normal"
+ Magnésium (Mg), Calcium(Ca), Sodium (Na)

Réduction des imprécisions de mesure

Prise en compte des écarts de température :

- Refroidissement des spectromètres
- Calibration



Tablette de Calibration

Prise en compte du bruit:

- Spectre « sans laser » ⟶ soustraction

CONCLUSION

Bilan Laser :

- Puissant et adapté au cahier des charges
- Mises en place de correction ⟶ extrêmement précis

Améliorations prévues :

- SuperCam (2020)

Applications à d'autres domaines :

- Arts : informations peintures/sculptures
- BTP : détection de l'amiante

Je remercie :

Jean-Baptiste SIRVEN, ingénieur au CEA (Commissariat aux Energies Atomiques et Alternatives) et coordonnateur du réseau LIBS France

Sylvestre MAURICE, docteur en astrophysique, planétologue et responsable de la partie française de l'élaboration du ChemCam

Agnès COUSIN, astronome adjoint à l'IRAP (Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie)

Valérie MOUSSET et **Karine MATHIEU**, ingénieurs au CNES