

## **Mesure de la planéité d'une culasse**

|                     |                                                |
|---------------------|------------------------------------------------|
| Élèves :            | Pfiffer Christophe - Schielin Cyril            |
| Partenaire :        | Holo 3                                         |
| Adresse :           | 7 rue du Général Cassagnou - 68300 Saint-Louis |
| Parrain du projet : | M. Chambard                                    |
| Tél :               | 03 89 69 82 08                                 |
| Fax :               | 03 89 67 74 06                                 |
| E-mail:             | jp.chambard@holo3.com                          |
| Financement :       | Aucun                                          |

### **A. Définition du cahier des charges**

L'objectif de ce chapitre est de saisir et d'énoncer le besoin, c'est-à-dire l'exigence fondamentale nécessitant la mise en œuvre du système.

#### **A.1. Analyse du besoin**

##### **A.1.1. Saisie du besoin**

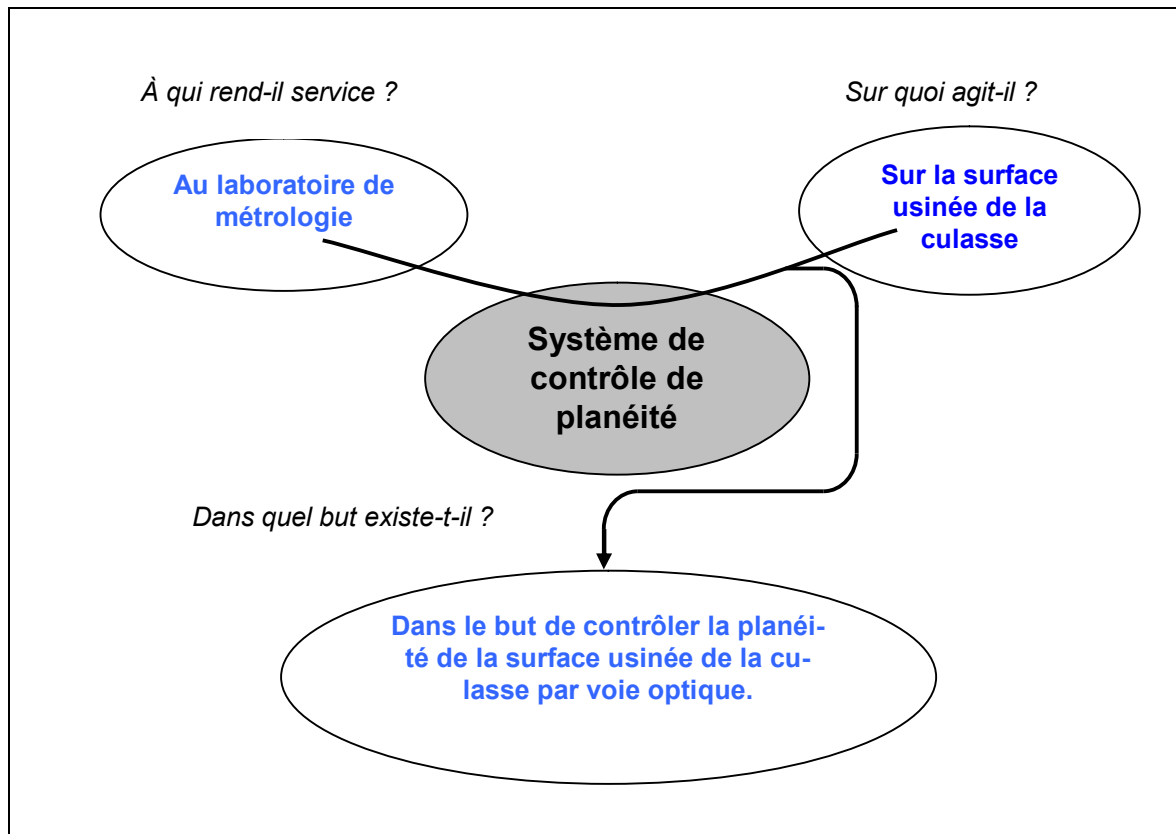
***Projet à contenu technique affirmé et en collaboration avec une entreprise.***

On nous demande de faire une étude de faisabilité pour voir s'il est possible de contrôler la planéité de la face d'une culasse d'automobile, celle sur laquelle sera monté le joint de culasse. La mesure doit être faite sur l'ensemble de la surface, d'environ 400 mm de longueur sur 160 mm de largeur.

Ce type de mesure se fait par palpage ponctuel à l'aide d'une MMT (machine à Mesurer Tri-dimensionnelle). Il dure plusieurs dizaines de minutes et est effectué sur des échantillons prélevés en fin de chaîne de production.

Contrôler la planéité de toute la surface d'une culasse de moteur par voie optique présente un grand intérêt : c'est une méthode globale (sur toute la surface et non ponctuelle), sans contact (pas de risque de rayures), rapide (réalisable en moins d'une minute) qui permet un gain de temps considérable donc une plus grande fréquence de contrôle des pièces.

Dans le cadre du projet de BTS de Génie Optique Photonique, on sera amené à utiliser un système de métrologie dimensionnelle sans contact ; le système basé sur le principe de projection de lumière structurée que nous avons étudié en TP semble bien adapté. Il s'agit donc d'étudier la faisabilité et les performances d'un tel système et de déterminer tout particulièrement la limite de résolution du système de mesure et d'étudier de quels paramètres dépend cette limite.



### A.1.2. Énoncé du besoin

cadre 1 : Diagramme bête à cornes.

### A.1.3. Validation du besoin

*Pourquoi ce besoin existe-t-il ?*

- Afin de contrôler une grande surface
- Afin de gagner du temps sur les mesures.

*Qu'est-ce qui peut le faire disparaître ? Le faire évoluer ?*

- Évolution technologique.
- Techniques concurrentes.

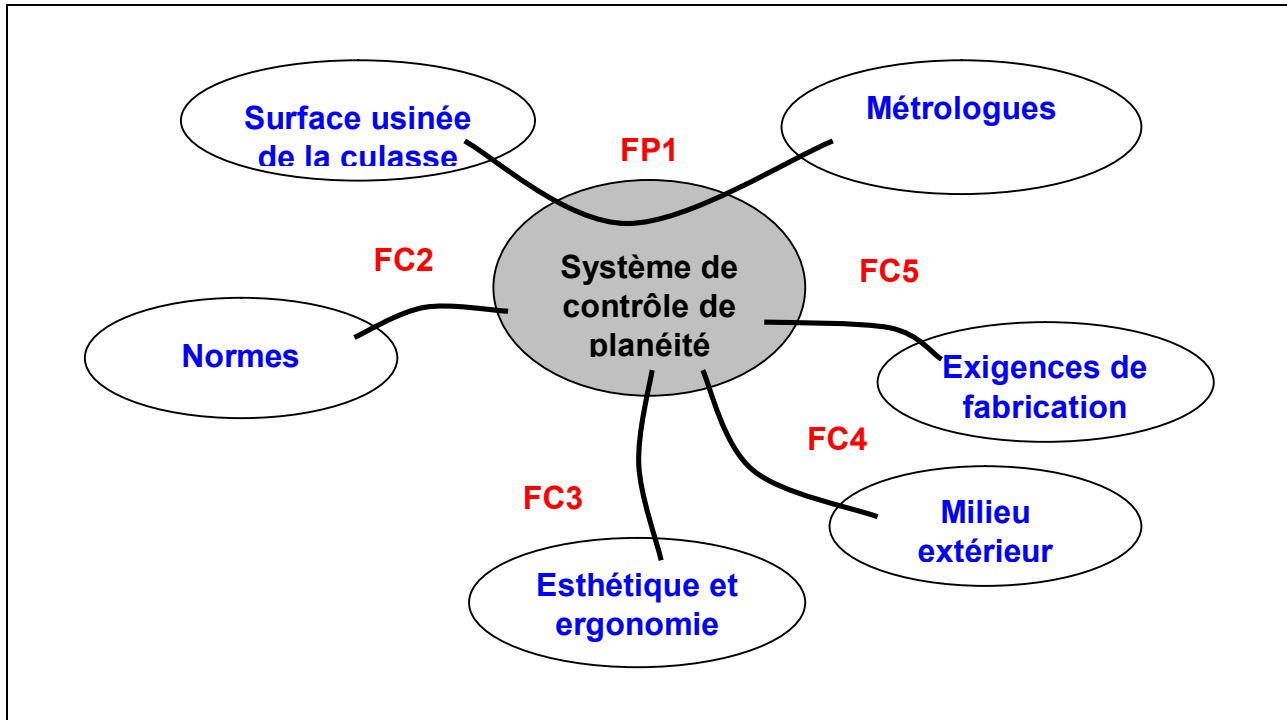
**Conclusion :**

- Ce besoin est bien réel, donc validé.

## A.2. Étude de faisabilité

Le besoin étant validé, il s'agit de recenser et d'expliquer dans ce chapitre les satisfactions et performances attendues du système.

### A.2.1. Identification des fonctions



cadre 2 : Diagramme pieuvre.

#### Fonction principale

|     |                                                                                                  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FP1 | Contrôler la planéité de la surface usinée de culasse et tester les limites du système de mesure |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Fonctions contraintes

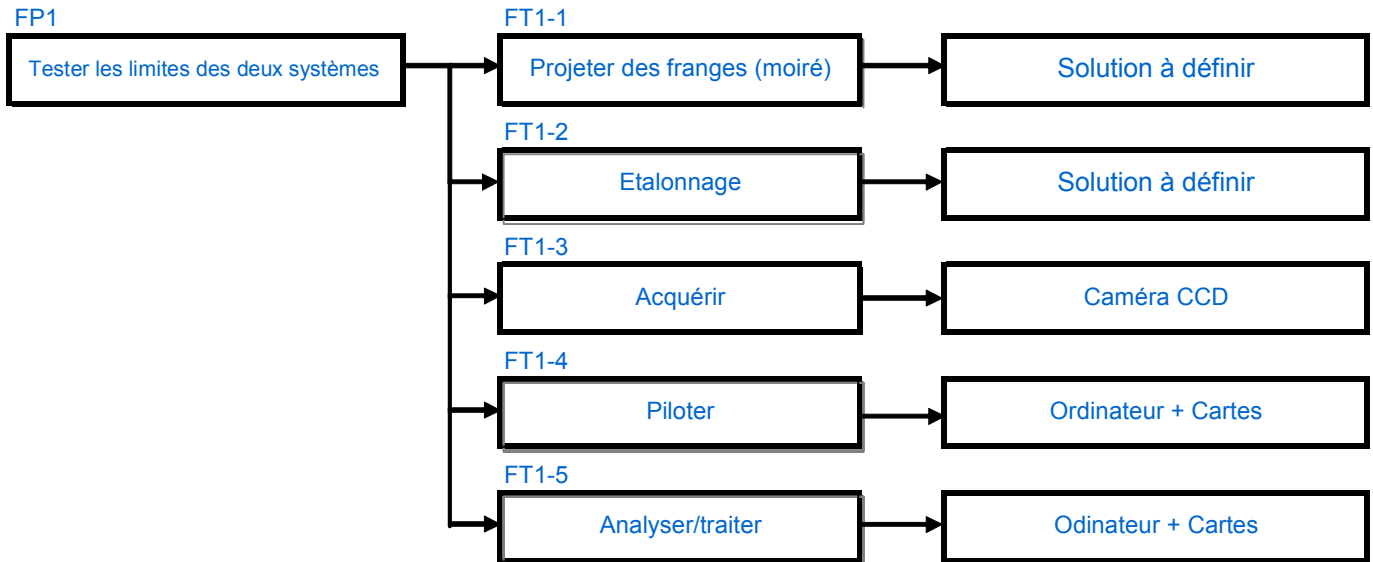
|     |                                                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|
| FC2 | Assurer la sécurité de l'utilisateur d'un point de vue électrique, mécanique et optique. |
| FC3 | Être facile d'utilisation.                                                               |
| FC4 | Fonctionner dans le milieu ambiant (laboratoire de mise en œuvre).                       |
| FC5 | Respecter les exigences de fabrication.                                                  |

### A.2.2. Critères à respecter

| Fonctions de service                                                                                   | Critères                                                                                                                                                                                                                               | Niveaux - Limites                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FP1 : Contrôler la planéité de la surface usinée de culasse et tester les limites du système de mesure | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projeter des franges d'interférences (lumière structurée)</li> <li>• Déphaser les franges</li> <li>• Définir un plan de référence</li> <li>• Définir les limites de cette méthode.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Surface d'analyse : 400 mm*160 mm</li> <li>• Pas des franges</li> <li>• Résolution du système de déphasage</li> <li>• Position de l'objet à analyser par rapport aux franges</li> <li>• Etat de surface de l'objet et luminosité des franges</li> <li>• Visualisation à l'aide d'une caméra</li> <li>• Traitement des images</li> </ul>                                              |
| FC2 : Assurer la sécurité                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sécurité optique</li> <li>• Sécurité électrique</li> </ul>                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respect des normes</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| FC3 : Être facile d'utilisation.                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Logiciel d'acquisition des mesures et de calcul de la topographie</li> </ul>                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prise en compte des numériseurs définis dans le logiciel (cartes d'imagerie, caméras USB, ...)</li> <li>• Prise en compte des déphaseurs définis dans le logiciel (piézo, axes motorisés, ...)</li> <li>• Démodulation des images phasées</li> <li>• Visualisation 3D de la topographie.</li> <li>• Approche pédagogique pour la compréhension des principes mis en œuvre</li> </ul> |
| FC4 : S'affranchir des perturbations                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vibrations</li> </ul>                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• s'affranchir des vibrations, positionner l'échantillon de manière isostatique : marbre anti vibratoire.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| FC5 : Respecter les exigences de fabrication.                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser le système :</li> </ul>                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avec le meilleur rapport qualité/prix</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

### A.3. Recherche des solutions

Pour les solutions constructives non précisées, il s'agit de faire un inventaire des solutions et de choisir la plus appropriée.



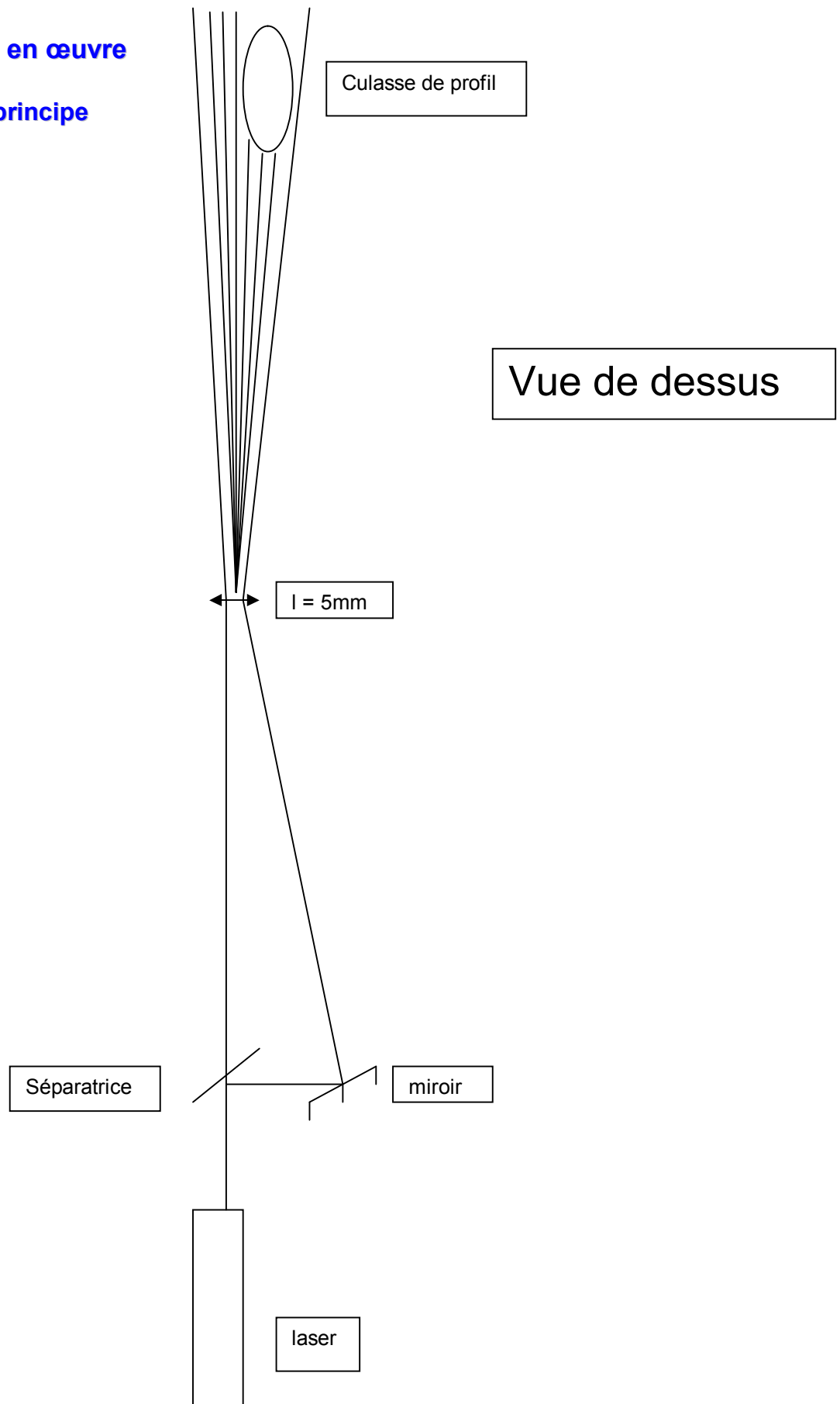
Légende :

FP : Fonction principale, FT : Fonction technique, FC : Fonction contrainte, SC : Solution constructive.

( ) : Coefficient de difficulté de mise en œuvre de la fonction (1 : facile et/ou rapide, ..., 4 : long et/ou difficile).

## B. Principes mis en œuvre

### B.1. Schéma de principe



## B.2. Explications fondamentales

Une étude de principe a été réalisée.

Comme dans le TP vélocimétrie (<http://sti.mermoz.free.fr/mo/velocimetre.htm>), le faisceau laser est divisé en deux faisceaux par une lame séparatrice 50/50. On fait interférer ces deux faisceaux. On obtient dans un petit volume des franges dont l'espacement dépend de l'angle entre les faisceaux. Puis on projette les franges sur l'objet à travers une lentille de très courte focale, par exemple 5 mm.

Comme dans le TP de Moiré (<http://sti.mermoz.free.fr/mo/moire.htm>), on doit pouvoir étudier la topographie de la pièce. Il faut travailler avec des images phasées et posséder une surface de référence.



## Démarche du projet

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Travail demandé  |                              |   |      |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------|---|------|
|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Séances<br>(4 H) | Élèves                       |   |      |
| <b>A1</b>                                                            | <b>Analyse du besoin</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2                | 1, 2                         |   |      |
| A.1.1                                                                | Saisie du besoin :<br>Compléter le cas échéant le paragraphe A.2.1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |                              |   |      |
| A.1.2                                                                | Énoncé du besoin :<br>Compléter le cas échéant le paragraphe A.2.2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |                              |   |      |
| A.1.3                                                                | Validation du besoin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |                              |   |      |
| <b>A2</b>                                                            | <b>Étude de faisabilité</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2                | 1, 2                         |   |      |
| A.2.1                                                                | Identification des fonctions : <ul style="list-style-type: none"><li>• Mettre les éléments ext. en relation avec le produit.</li><li>• Formuler le but visé pour chacune des relations.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |                              |   |      |
| A.2.2                                                                | Caractérisation des fonctions :<br>Compléter les colonnes <i>caractéristiques</i> et <i>critères</i> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  |                              |   |      |
| <b>A3</b>                                                            | <b>Caractérisation des fonctions</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2                | 1, 2                         |   |      |
| A.3.1                                                                | Recherche de solutions : <ul style="list-style-type: none"><li>• Compléter le FAST. Proposer un maximum de solutions, ne pas en éliminer à priori.</li><li>• Rechercher des solutions existantes ou similaires.</li><li>• Consulter publications, articles, anciens rapports...</li><li>• Approfondir les connaissances sur le sujet en optique, électronique, mécanique, informatique...</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |                              |   |      |
| A.3.2                                                                | Évaluation des solutions : <ul style="list-style-type: none"><li>• Critique des différentes solutions issues du FAST.</li><li>• Choix de la solution retenue.</li><li>• Montage simple avec du matériel disponible au laboratoire ou mis à disposition par l'entreprise permettant de démontrer la faisabilité du projet.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2                | 1, 2                         |   |      |
| REVUE CRITIQUE N°1 : DEMONSTRATION DE FAISABILITÉ (31 janvier)       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |                              |   |      |
| <b>A4</b>                                                            | <b>Définition du projet</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7                | 1<br>2<br>1<br>2<br>2<br>1,2 |   |      |
|                                                                      | Définition exacte de la solution finale : <ul style="list-style-type: none"><li>• Choix des composants.</li><li>• Réalisation dessins d'ensemble et de définition.</li><li>• Schémas structurels.</li><li>• Programme informatique.</li></ul> <u>Répartition du travail</u> (voir A.3.) : <ul style="list-style-type: none"><li>• _Réalisation du montage optique et positionnement de l'objet</li><li>• _Réalisation du système de déphasage</li><li>• _Visualisation à l'aide d'une caméra et optimisation de l'éclairement de l'objet</li><li>• _Traitement des images</li><li>• _Etude des paramètres qui limitent la performance du système</li></ul> |                  |                              |   |      |
| REVUE CRITIQUE N°2 : VALIDATION DE LA DÉFINITION DU PROJET (3 avril) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |                              |   |      |
| <b>A5</b>                                                            | <b>Mise en œuvre</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |                              | 7 | 1, 2 |
|                                                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Montage, assemblage, ...</li><li>• Réalisation, réglages, ...</li><li>• Après la mise en œuvre de la partie réalisée par chaque étudiant, intégration finale et mise au point.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                              |   |      |
| <b>A6</b>                                                            | <b>Homologation et conclusions</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 8                | 1, 2                         |   |      |
|                                                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Faire les mesures demandées dans le cadre du projet.</li><li>• Analyser les performances du système.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  |                              |   |      |