

BACCALAURÉAT SÉRIE S**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE
Évaluation des Compétences Expérimentales****Sommaire**

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	4
1. Résolution spatiale de la caméra à l'altitude $h = 60$ cm (30 minutes conseillées).....	8
2. Résolution spatiale de la caméra à l'altitude H du satellite (20 minutes conseillées).....	10
3. Utilisation de la caméra dans un satellite (10 minutes conseillées).....	11

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • mettre en œuvre un protocole pour déterminer la résolution spatiale d'une caméra ; • estimer des incertitudes de mesure ; • interpréter les résultats obtenus.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> • Analyser (ANA) : coefficient 1 • Réaliser (RÉA) : coefficient 3 • Valider (VAL) : coefficient 2
Préparation du poste de travail	<p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • L'ordinateur doit être en service à l'arrivée du candidat. • Le logiciel GIMP, ou tout autre logiciel de traitement d'images, doit être facilement accessible sur le bureau de l'ordinateur. <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fermer et relancer le logiciel utilisé. • Supprimer d'éventuelles sauvegardes effectuées par le candidat. <p><u>Prévoir aussi :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • une clé USB comprenant des fichiers de secours.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Résolution spatiale de la caméra à l'altitude $h = 60$ cm (30 minutes) • Résolution spatiale de la caméra à l'altitude H du satellite (20 minutes) • Utilisation de la caméra dans un satellite (10 minutes) <p><u>Il est prévu 3 appels obligatoires et deux appels facultatifs de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lors de l'appel 1, l'évaluateur vérifie les résultats expérimentaux pour la résolution spatiale numérique $R_{num}(h)$ de la caméra. • Lors de l'appel 2, l'évaluateur vérifie les résultats expérimentaux pour la résolution spatiale $R(h)$ de la caméra. • Lors de l'appel 3, l'évaluateur vérifie la proposition du candidat permettant de déterminer la résolution spatiale de la caméra. <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p>
Remarques	<p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</p> <p><u>Autres remarques éventuelles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Un autre logiciel de traitement d'images peut être également utilisé. • La notice simplifiée de GIMP, ou de tout autre logiciel de traitement d'images, devra expliciter comment déterminer la définition d'une image ainsi que son incertitude.

II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation

Paillasse candidats :

- une potence haute (80 cm) munie d'une pince et d'une noix
- une règle graduée (100 cm) fixée à une seconde potence
- un dispositif relié à l'ordinateur, pouvant prendre des photos numériques
- une perche télescopique ou un dispositif permettant d'arrimer la caméra horizontalement à la potence
- un disque de papier (*celui utilisé lors du test est un disque de papier filtre qualitatif de diamètre 190 mm*)
- un fil à plomb
- une règle graduée
- un ordinateur muni du logiciel GIMP ou de tout autre logiciel de traitement d'images. Le logiciel GIMP peut être téléchargé au <https://www.gimp.org>.

Documents mis à disposition des candidats :

- une notice d'utilisation simplifiée du logiciel GIMP ou de tout autre logiciel de traitement d'images
- une notice d'utilisation simplifiée de la caméra

Paillasse professeur :

- une clé USB contenant une prise de vue du disque de papier à 60 cm
- un fichier GIMP contenant la prise de vue de l'image rognée ainsi qu'une prise de vue du document 4, à une hauteur de 60 cm.

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Ce sujet comporte **huit** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

CONTEXTE DU SUJET

Les images satellitaires permettent de cartographier précisément la surface du globe puisqu'elles atteignent une résolution au sol de l'ordre de 1,5 m.

Le satellite SPOT 7 dispose d'une caméra embarquée afin d'obtenir de telles images.

On cherche à comparer ce type de caméras avec les caméras classiques utilisées habituellement dans les laboratoires de physique des lycées.

Le but de cette épreuve est de comparer la résolution spatiale d'une caméra classique avec celle du dispositif embarqué sur le satellite SPOT.

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : Présentation du satellite SPOT 7**

Le satellite SPOT 7 forme, avec le satellite SPOT 6, un réseau satellitaire permettant l'observation et la cartographie de la surface terrestre. Les instruments embarqués permettent d'atteindre une résolution spatiale de 1,5 m. On donne ci-dessous quelques caractéristiques techniques :

Taille	Module de service : 1,55 x 1,75 x 2,7 m Envergure des panneaux solaires : 5,4 m ²
Altitude	694 km
Capacité de stockage de bord	1 Tbit
Caractéristiques de l'image	Résolution spatiale de 1,5 m et une définition de 28 000 x 28 000
Plage dynamique d'acquisition	12 bits par pixel
Débit de la liaison télémetrie	300 Mbits/s

D'après : « Fiche technique, SPOT 6 – SPOT 7, EADS »

Document 2 : Résolution spatiale d'une caméra

La résolution spatiale $R(h)$ d'une caméra est la dimension du plus petit détail observable.

Ainsi, lorsqu'on dit qu'une caméra a une résolution spatiale de dix mètres, cela signifie que l'image obtenue avec cette caméra permet de discerner deux objets s'ils sont distants au minimum de dix mètres.

À une altitude h donnée, la résolution spatiale $R(h)$ d'une caméra dépend de deux paramètres :

- Un paramètre numérique, appelé « résolution spatiale numérique $R_{num}(h)$ », égal à la longueur réelle au sol représentée par un pixel.
- Un paramètre optique, appelé « résolution spatiale optique $R_{op}(h)$ », qui varie selon les caractéristiques des lentilles qui composent la caméra. Un phénomène de diffraction des rayons lumineux ainsi que d'autres aberrations optiques peuvent augmenter le caractère flou d'une image.

Si $R_{num}(h) < R_{op}(h)$, la résolution spatiale $R(h)$ d'une caméra est égale à la résolution spatiale optique $R_{op}(h)$.

Si $R_{num}(h) \approx R_{op}(h)$, la résolution spatiale $R(h)$ d'une caméra est égale à $R_{num}(h) \approx R_{op}(h)$.

La résolution spatiale $R(h)$ d'une caméra varie aussi avec l'altitude.

*D'après : « Résolution spatiale, espacement des pixels et échelle »,
ressources éducatives, gouvernement du Canada.*

Document 3 : Définition d'une image

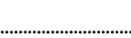
La définition d'une image numérique s'exprime par le nombre de pixels dans la largeur et par le nombre de pixels dans la hauteur.

Exemple : une image de définition 2500×1000 .

D'après : « Vocabulaire de la numérisation », portail des collections des musées de France.

Document 4 : Points étalons

On donne ci-dessous des alignements de points noirs. La distance séparant deux points voisins est égale à leur rayon.

Rayons	Lignes
2,0 mm	
1,5 mm	
1,0 mm	
900 μm	
800 μm	
700 μm	
600 μm	
500 μm	
450 μm	
400 μm	
350 μm	
300 μm	
250 μm	
200 μm	
150 μm	
100 μm	
50 μm	

On estime que la suite de points n'est plus discernable lorsqu'il n'est plus possible de compter les points.

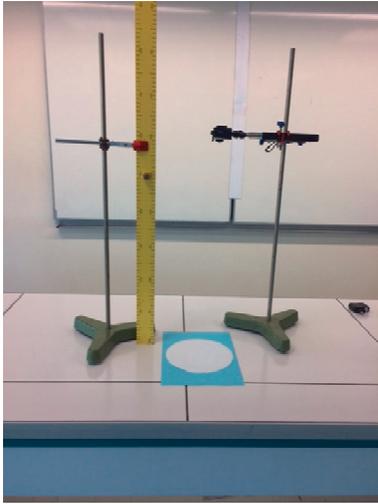
Points discernables :



Points non discernables :



La résolution spatiale optique R_{op} correspond à l'espacement minimal permettant d'observer une suite de points discernables.

Document 5 : Protocole expérimental permettant la mesure de la résolution spatiale numérique d'une caméra

1. Mettre en œuvre le montage ci-contre : placer la caméra horizontalement à 60 cm de la table. Mesurer la hauteur à partir d'une règle placée sur une potence.
2. Placer le disque de papier à la verticale de la lentille de la caméra.
3. Effectuer une prise de vue.
4. Ouvrir le cliché dans le logiciel GIMP, zoomer puis rogner l'image afin d'encadrer le disque de papier de la façon la plus précise possible.
5. Déterminer à l'aide du logiciel GIMP la définition de l'image rognée.
6. À l'aide d'un pied à coulisse ou d'une règle graduée, mesurer le diamètre D du disque de papier.
7. Calculer la résolution spatiale numérique $R_{num}(h)$ de la caméra.

Matériel mis à disposition du candidat :

- une potence haute (80 cm) munie d'une pince et d'une noix
- une règle graduée (100 cm) fixée à une seconde potence
- un dispositif relié à l'ordinateur, pouvant prendre des photos numériques
- une perche télescopique ou un dispositif permettant d'arrimer la caméra horizontalement à la potence
- un disque de papier
- un fil à plomb
- une règle graduée
- un ordinateur muni du logiciel GIMP

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Résolution spatiale de la caméra à l'altitude $h = 60$ cm (30 minutes conseillées)

1.1. Résolution spatiale numérique $R_{num}(h)$

On souhaite dans un premier temps calculer la résolution spatiale numérique $R_{num}(h)$ de la caméra. Pour cela, mettre en œuvre les étapes 1 à 5 du protocole décrit dans le document 5. Noter ci-dessous la définition de l'image rognée.

.....
.....

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

Mettre en œuvre la fin du protocole. Noter ci-dessous les calculs permettant d'aboutir à la valeur de la résolution spatiale numérique $R_{num}(h)$ de la caméra. Exprimer $R_{num}(h)$ en m puis en μm .

$R_{num}(h) = \frac{\text{diamètre en m du disque de papier}}{\text{nombre de pixels représentant le diamètre}} = \dots\dots\dots$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

On estime que l'incertitude sur $R_{num}(h)$ est de 5 %. En déduire son encadrement :
 $R_{num}(h) = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$ m soit $R_{num}(h) = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$ μm

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	

1.2. Résolution spatiale optique de la caméra $R_{op}(h)$

On souhaite maintenant déterminer la résolution spatiale optique de la caméra $R_{op}(h)$ à la hauteur h .
Pour cela reprendre le montage du document 5 en effectuant une prise de vue des points étalons du document 4.
Ouvrir l'image sur l'ordinateur et l'agrandir pour estimer la résolution spatiale optique $R_{op}(h)$.
Noter le résultat ci-dessous.

..... $\mu\text{m} \leq R_{op}(h) \leq$ μm

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

1.3. Résolution spatiale de la caméra $R(h)$

Comparer la résolution spatiale numérique $R_{num}(h)$ avec la résolution spatiale optique $R_{op}(h)$.
En déduire alors la résolution spatiale $R(h)$ de la caméra à la hauteur h . Justifier.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

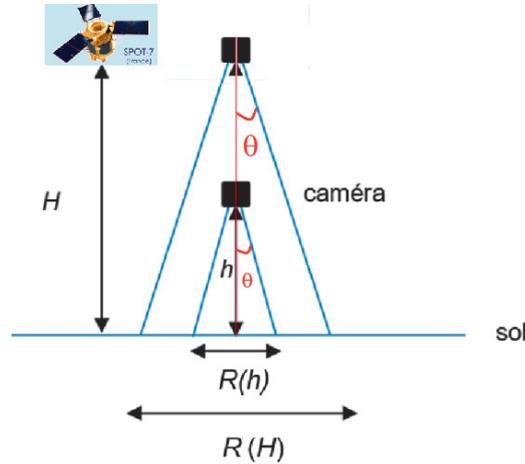
.....

.....

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	

2. Résolution spatiale de la caméra à l'altitude H du satellite (20 minutes conseillées)

Le schéma ci-dessous fait apparaître la résolution spatiale $R(h)$ d'une caméra située à l'altitude h du sol ; ainsi que la résolution spatiale $R(H)$ de la même caméra située à la même altitude H que le satellite.



Déterminer la relation littérale permettant d'exprimer la résolution spatiale $R(H)$ de la caméra en fonction de h , H et $R(h)$.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter la démarche ou en cas de difficulté	

Calculer la résolution spatiale $R(H)$ (en m) de la caméra à l'altitude H du satellite.

.....

.....

.....

.....

.....

3. Utilisation de la caméra dans un satellite (10 minutes conseillées)

Comparer la résolution spatiale des images obtenues avec la caméra du laboratoire placée à l'altitude H avec celle de la caméra du satellite SPOT 7.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Calculer la valeur de l'altitude z à laquelle il faudrait placer la caméra du laboratoire pour qu'elle possède la même résolution spatiale que le satellite SPOT 7. Est-ce envisageable de placer un satellite à une telle altitude ? Justifier.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Défaire le montage et ranger la pailasse avant de quitter la salle.