

B.T.S. PHOTOGRAPHIE

Session 2002

Epreuve E3

Physique–Chimie–Génie électrique

DUREE : 5 HEURES

COEFFICIENT : 3

CODE : PHPCGE

Les calculatrices de poche sont autorisées conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999. La clarté du raisonnement et la qualité de la rédaction interviennent pour une part importante dans l'appréciation des copies.

AUCUN DOCUMENT AUTORISE.

CE DOSSIER SE COMPOSE DE 3 PARTIES :

Les 3 parties sont indépendantes et doivent être traitées sur des copies distinctes qui seront relevées séparément.

PARTIE A : *Physique* :

Durée conseillée : 2 h

Nombre de points : 20

PARTIE B : *Chimie*:

Durée conseillée : 1 h

Nombre de points : 10

ANNEXES DES PARTIES A et B : 3 PAGES

PARTIE C : *Génie Electrique* :

Durée conseillée : 2 h

Nombre de points : 20

ANNEXES DE LA PARTIE C : 3 PAGES

BTS PHOTOGRAPHIE		SESSION 2002
CODE : PHPCGE	DUREE : 5 H	COEFFICIENT : 3
EPREUVE : PHYSIQUE- CHIMIE- GENIE ELECTRIQUE		Page 1 sur 12

Partie A : Physique (durée indicative : 2 h) (20 points).

Le barème est donné à titre indicatif et est susceptible d'être modifié.

Le but de ce problème est d'étudier trois manières de mettre en valeur lors d'une prise de vue, deux personnages identiques sur une même image : en jouant sur la perspective (partie I), sur la profondeur de champ (partie II) ou sur l'éclairage (partie III).

On photographie deux personnages de même taille $h = 1,7$ m distants de 5 m, avec un boîtier 24×36 muni de ses trois objectifs de focale $f = 28, 50$ et 200 mm. On assimile les objectifs à des lentilles minces.

I. Etude de la perspective.

On note g le grandissement, f' la distance focale image, p la distance objectif-objet, p' le tirage optique (voir annexe 1, figure 1).

1. Etablir, à l'aide de la formule de Descartes, la relation donnant p en fonction de f et g .

On effectue 3 prises de vue, une avec chaque objectif, de telle sorte que le personnage n°1, sur lequel la mise au point est faite, soit toujours plein cadre, le boîtier étant en position portrait (la plus grande dimension du format étant verticale).

2. Calculer le grandissement g .

3. Calculer, pour chaque objectif, la valeur de p correspondante.

4. Calculer, pour chaque objectif, la valeur de p' correspondante. Conclusion.

5. Que peut-on dire de l'image du personnage n°2 ? Moyennant quelques hypothèses qui sont à préciser, déterminer la taille i_2 de l'image du personnage n°2 pour chaque objectif.

6. Décrire les différents effets de perspective sur les images en indiquant, parmi les deux paramètres de la prise de vue : p et f , lequel conditionne la perspective sur l'image n°2.

II. Etude de la profondeur de champ.

On rappelle que la mise au point s'effectue sur le personnage n°1. Le diamètre de la tache de confusion acceptable (ou tolérance de netteté) en 24×36 est de $\varepsilon = 33 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 10^{-6}$ m).

1. Calculer la distance hyperfocale H de chaque objectif pour une ouverture de $f/22$ ($n = 22$).

2. Calculer, pour chaque valeur de p de la question I.3., la distance du dernier plan net. En déduire, dans chaque cas, si le personnage n°2 apparaît flou ou non sur l'image

3. Quel est le paramètre qui conditionne la profondeur de champ dans ce cas précis ?

On donne les formules suivantes : $H = \frac{f^2}{n\varepsilon}$ $\frac{1}{\text{dernier plan net}} = \frac{1}{p} - \frac{1}{H}$.

BTS PHOTOGRAPHIE		SESSION 2002
CODE : PHPCGE	DUREE : 5 H	COEFFICIENT : 3
EPREUVE : PHYSIQUE- CHIMIE- GENIE ELECTRIQUE - U3		Page 2 sur 12

III. Etude de l'éclairage.

Les deux personnages sont éclairés de manière identique par la lumière naturelle : le luxmètre indique un éclairement de $E_n = 1000$ lux. Pour faire ressortir le personnage n°2, on décide de lui ajouter un éclairage avec deux sources à 45° : un spot halogène de température de couleur $TC_{\text{halo}} = 3200\text{K}$ et un éclairage fluorescent de $TC_{\text{fluo}} = 5500\text{K}$ (voir annexe 1, figure 2).

1. Nommer et décrire brièvement le mode de production de lumière de chacun des deux éclairages artificiels. Dessiner l'allure de leur spectre dans le domaine s'étendant du proche infrarouge jusqu'au proche ultraviolet.
2. On utilise un film inversible équilibré "lumière du jour". Quelle est la valeur théorique, en MégaKelvinInverse, du filtre à utiliser ? Grâce au tableau donné en annexe 2, donner le code du filtre gélatine Wratten à utiliser en pratique. Quelle est sa couleur ? Où doit-on le placer ? Quel est l'inconvénient d'un tel filtre ?

On s'intéresse maintenant à l'aspect photométrique de la prise de vue. On se place dans le cas où l'on utilise l'objectif de focale 50 mm ouvert à $f/8$. Son facteur de vignettage est $V = 1$ et son facteur de transmission est $T = 0,92$.

On considère les sources comme ponctuelles et toutes les réflexions comme parfaitement diffusantes (obéissant à la loi de Lambert). Le coefficient de réflexion moyen des personnages est $\rho = 0,2$. La densité du filtre Wratten est $d = 0,6$.

3. Calculer la luminance L_1 produite par le personnage n°1 et en déduire son éclairement moyen sur le film E_{f1} .
4. Calculer la luminance L_2 du personnage n°2 sachant que l'on souhaite un contraste de 2 entre les deux personnages.
5. En déduire l'intensité de chaque source, I_{halo} et I_{fluo} , sachant que l'on souhaite un éclairage uniforme sur le sujet. Est-ce réalisable ?

Partie B : Chimie (durée indicative : 1 h) (10 points).

I. L'émulsion photographique.

1. Expliquer les raisons de la présence d'un numéro de lot sur l'emballage de toute surface sensible.
2. Quelles sont les principales propriétés de la gélatine qui font d'elle le support idéal des halogénures d'argent ?
3. A quel(s) domaine(s) de longueurs d'onde une couche sensible (constituée seulement de gélatine et d'halogénure d'argent) est-elle sensible naturellement ? Par quel(s) moyen(s) la rend-t-on sensible aux autres domaines ?
4. Légender les différentes couches sur le schéma en annexe 3 en indiquant à quelle(s) couleur(s) les couches colorées sont sensibles.
5. Vers le milieu des années 80 est apparue une nouvelle technologie de cristallographie que l'on retrouve dans la gamme de film noir et blanc Kodak T_{Max} . Que signifie cette lettre T et en quoi la forme des cristaux joue sur les particularités de ce film ?

BTS PHOTOGRAPHIE		SESSION 2002
CODE : PHPCGE	DUREE : 5 H	COEFFICIENT : 3
EPREUVE : PHYSIQUE- CHIMIE- GENIE ELECTRIQUE		Page 3 sur 12

II. Traitement négatif couleur.

1. Indiquer le nom du traitement standard.
2. Donner la séquence de ce traitement en indiquant le nom, le rôle (de manière succincte), la température et le temps de passage de chaque bain.

BTS PHOTOGRAPHIE		SESSION 2002
CODE : PHPCGE	DUREE : 5 H	COEFFICIENT : 3
EPREUVE : PHYSIQUE- CHIMIE- GENIE ELECTRIQUE		Page 4 sur 12

ANNEXE 1

figure 1 (vue en coupe)

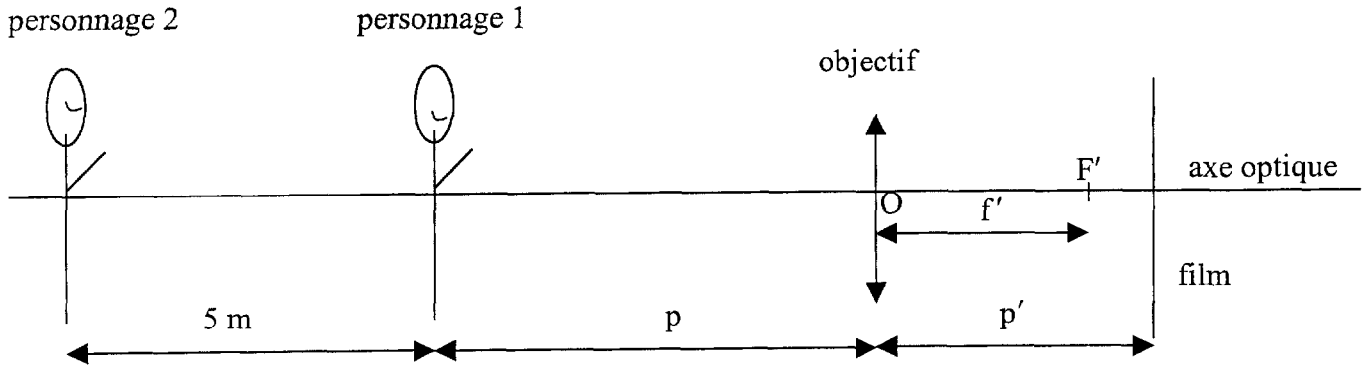
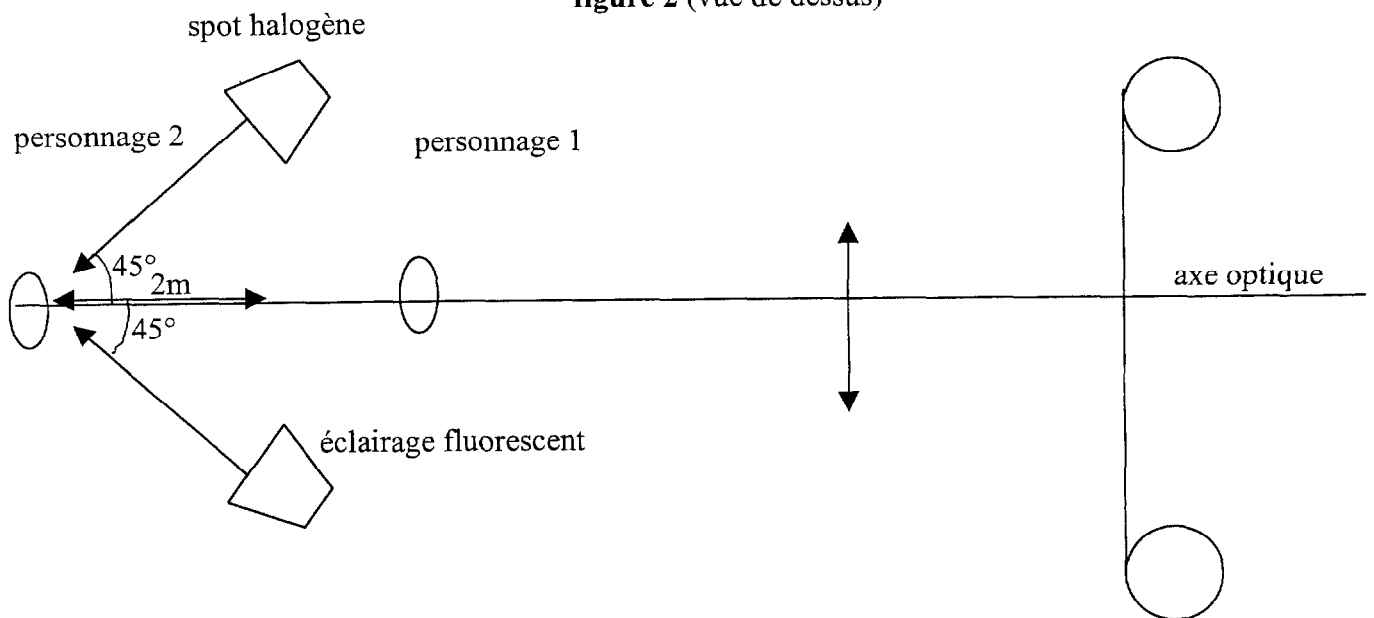


figure 2 (vue de dessus)



BTS PHOTOGRAPHIE		SESSION 2002
CODE : PHPCGE	DUREE : 5 H	COEFFICIENT : 3
EPREUVE : PHYSIQUE- CHIMIE- GENIE ELECTRIQUE - U3		Page 5 sur 12

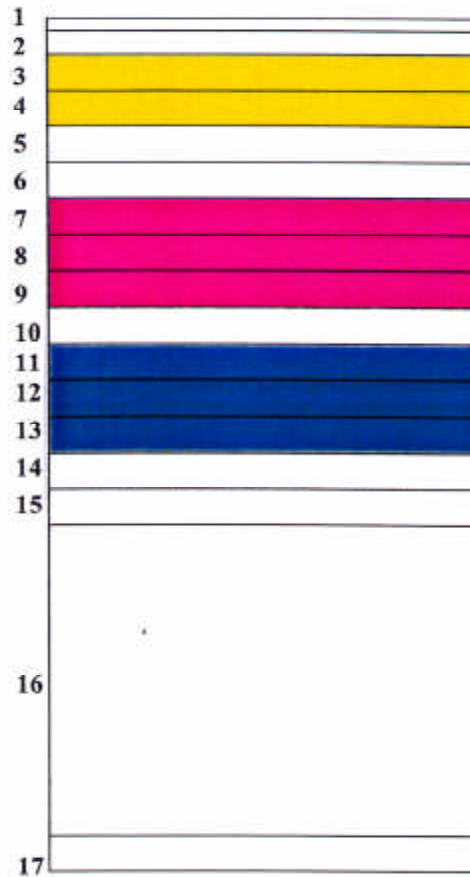
ANNEXE 2

Tableau des filtres KODAK WRATTEN

Numéro du filtre	Ecart en MK^{-1}
80A	-131
80B	-112
80C	-81
80D	-56
85C	81
85	112
85B	131

ANNEXE 3

Coupe schématique d'un film négatif développé



Partie C : Génie électrique (durée conseillée : 2 h 00).

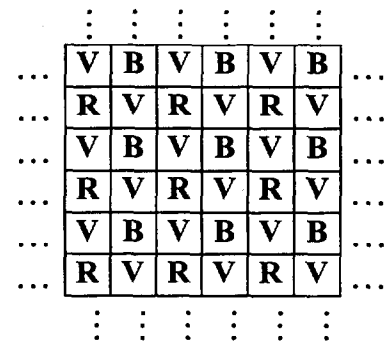
NB : Les trois parties I, II, III sont indépendantes et peuvent donc être traitées séparément.

L'objet technique étudié est un appareil photo numérique de type compact. Les caractéristiques de cet appareil sont données en annexe (annexe GE_1, annexe GE_2).

I. Etude du capteur CCD.

1. Quelle est la fonction remplie par un élément photosensible d'un capteur CCD ?
2. Les éléments photosensibles d'un capteur CCD sont généralement des photodiodes. En s'appuyant sur les caractéristiques principales (linéarité, courbe de sensibilité spectrale,...) des photodiodes, donner les avantages et les inconvénients de ces composants électroniques.

3. Les photodiodes, dans un capteur CCD d'appareil photo numérique, sont recouvertes d'une mosaïque de filtres Rouge (R), Vert (V), Bleu (B) représentée en partie ci-contre :



- 3.1. Pourquoi place-t-on un filtre au-dessus de chaque photodiode ?
- 3.2. Que peut-on dire du nombre de filtres verts (V) par rapport au nombre de filtres rouges (R) et bleus (B) ?
Quelle en est la raison ?

4. On donne le schéma de principe du capteur CCD utilisé dans cet appareil photo numérique (voir annexe GE_2).
Décrire le chemin suivi par les charges électriques issues des éléments photosensibles du capteur CCD lors de leur transfert des photosites vers la broche de sortie V_{OUT} .
On expliquera notamment le rôle des registres verticaux et du registre horizontal.

II. Etude des fichiers images obtenues.

Cet appareil permet d'obtenir des fichiers images de différentes résolutions.

1. Indiquer, à l'aide de l'annexe GE_1,
 - la résolution Standard ;
 - le taux de compression Standard et Fin ;
 - la capacité de la mémoire en standard.
2. En déduire le poids d'une image couleur de résolution standard.
3. Calculer alors le nombre théorique d'images à la résolution Standard que l'appareil peut stocker dans sa mémoire standard.

BTS PHOTOGRAPHIE		SESSION 2002
CODE : PHPCGE	DUREE : 5 H	COEFFICIENT : 3
EPREUVE : PHYSIQUE- CHIMIE- GENIE ELECTRIQUE – U3		Page 8 sur 12

III. Etude de l'alimentation.

Les caractéristiques techniques de l'appareil précisent (annexe GE_1) son mode d'alimentation, notamment soit par l'intermédiaire de piles ou d'accumulateurs.

1. Préciser les avantages et les inconvénients de ces 2 types d'alimentation.
2. On se place dans le cas d'une alimentation de l'appareil photo numérique avec les 4 accumulateurs fournis. La connexion entre ces 4 accumulateurs dans l'appareil permet d'obtenir un générateur **G** de force électromotrice (f.e.m.) totale $E = 5V$.

On suppose que :

- d'une part, l'appareil photo numérique est équivalent à une résistance moyenne R_{moy} qui charge le générateur **G** de f.e.m. totale E ,
- d'autre part, le courant moyen, absorbé par cette résistance moyenne, est $I_{\text{moy}} = 800 \text{ mA}$.

2.1. Indiquer le mode de connexion des 4 accumulateurs.

2.2. Faire un schéma en faisant apparaître :

- les 4 accumulateurs ;
- la résistance moyenne R_{moy} ;
- la f.e.m. de chaque accumulateur ;
- la f.e.m. totale E du générateur **G** ;
- le courant moyen I_{moy} .

3. Pour déterminer la capacité équivalente du générateur **G**, une méthode consiste à s'intéresser à l'énergie qu'il peut fournir.

On donne les 2 propriétés suivantes :

- ① L'énergie w (en **Wh**) que peut fournir un accumulateur est égale au produit de sa capacité (en **Ah**) par sa f.e.m. (en **v**) ;
- ② Si on dispose de plusieurs accumulateurs connectés entre eux, l'énergie totale est la somme des énergies de chaque accumulateur.

3.1. En utilisant les propriétés ci-dessus, calculer l'énergie w_1 d'un accumulateur.

3.2. En déduire l'énergie totale **W** du générateur **G**.

3.3. Soit **C** la capacité équivalente (en **Ah**) du générateur **G**.

Exprimer **C** en fonction de **W** et **E**. Faire l'application numérique.

3.4. A l'aide des réponses précédentes (questions 3.2. et 3.3.), calculer la durée de fonctionnement théorique **d** de l'appareil ?

BTS PHOTOGRAPHIE		SESSION 2002
CODE : PHPCGE	DURÉE : 5 H	COEFFICIENT : 3
EPREUVE : PHYSIQUE- CHIMIE- GENIE ELECTRIQUE		Page 9 sur 12

Annexe GE_1

Caractéristiques techniques de l'appareil photo numérique

Type

- Appareil photo numérique à capteur CCD couleur, 1,3 millions de pixels (taille réelle : 3,6 mm × 4,8 mm).
- Visée par viseur optique et/ou écran LCD couleur.

Caractéristiques des images

- Trois résolutions : 640×480 (Standard) ; 1280×480 (Panoramique) ; 1280×960 (Fin et Super Fin).
- 24 bits.
- Compression JPEG moyen, taux 1/16 (Standard et Fin), 1/8 (mode Super Fin).

Mémoire

- 4 Mo en standard.
- Extension mémoire amovible Compact Flash™ 8 Mo et 15 Mo, maximum 48 Mo acceptés.

Modes de prise de vue

- Macro.
- Zoom numérique, facteur : x2.0, VGA.
- Noir et Blanc.
- Rafale : cadence 2 images/secondes, maximum 10 images à la suite en VGA.
- Economie d'énergie avec coupure automatique du LCD après la prise de vue.

Caractéristiques photographiques

- Autofocus de 50 cm à l'infini et de 10 cm à 50 cm en mode macro.
- Distance focale 5 mm.
- Obturateur électronique automatique, vitesse 1/4 - 1/500 sec. sans flash et 1/3 - 1/500 sec. avec flash.
- Sensibilité équivalente ISO 60 (Standard) et ISO 120 (Haute).
- Balance des blancs automatique ou fixe.
- Réglage de l'exposition manuel (+2 à -2) ou automatique.
- Ouverture avec commutation automatique f/2,8 - f/5,6 - f/11.
- Retardateur de 10 sec., indicateur par LED.

Flash intégré

- 2 modes : Automatique, Forcé.
- Portée : de 0,2 m à 2,4 m.
- Nombre guide : 7,3.

Contrôle

- LCD indicateur d'état sur le dessus.
- Boutons de contrôle : mise en marche, prise de vue, retardateur, effacement photo, flash.
- Accès direct au réglage de l'exposition et à l'effacement de la photo via le bouton de Fonction.
- Réglage de l'appareil par menu sur l'écran LCD couleur 2".

Ecran LCD couleur

- 3 modes : viseur, play back, slide show.
- LCD couleur polysilicon TFT de 2 pouces.

Environnement minimum requis

- PC : Pentium, 32 Mo de RAM, 50 Mo de libres sur disque dur, moniteur VGA ou plus, Windows® 3.11 ou Windows® 95 ou Windows® 98 ou Windows® NT3.51-4 ou sup.
- Macintosh™ : Système 7.5 et PowerMac™, 32 Mo de RAM, 50 Mo de libres sur disque dur, moniteur 600×800 ou plus, millier de couleurs.

Communication

- Interface série RS-232C, Mini din 8 points, vitesse 19,2 Kbps ou 230,4 Kbps (avec carte accélératrice sur UC).
- Sortie vidéo PAL.
- Impression directe sur Stylus Photo, Photo 700, Photo EX, Color 600, 800, 850.
- Câbles Mac, PC (9 points) et vidéo fournis en standard.

Alimentation

- avec 4 piles LR6 Alcaline fournies en standard.
- Chargeur de batteries et 4 accumulateurs Ni-Cd (1,25v et 1Ah chacun) en standard.
- Adaptateur secteur en option.

BTS PHOTOGRAPHIE		SESSION 2002
CODE : PHPCGE	DUREE : 5 H	COEFFICIENT : 3
EPREUVE : PHYSIQUE- CHIMIE- GENIE ELECTRIQUE – U3		Page 10 sur 12

Annexe GE_2

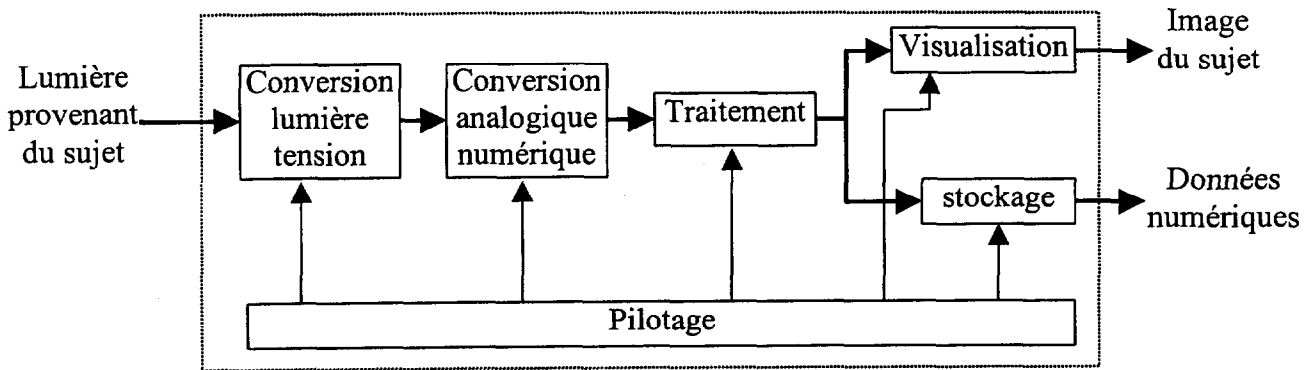


Figure 1 : Schéma fonctionnel simplifié de l'appareil photo numérique

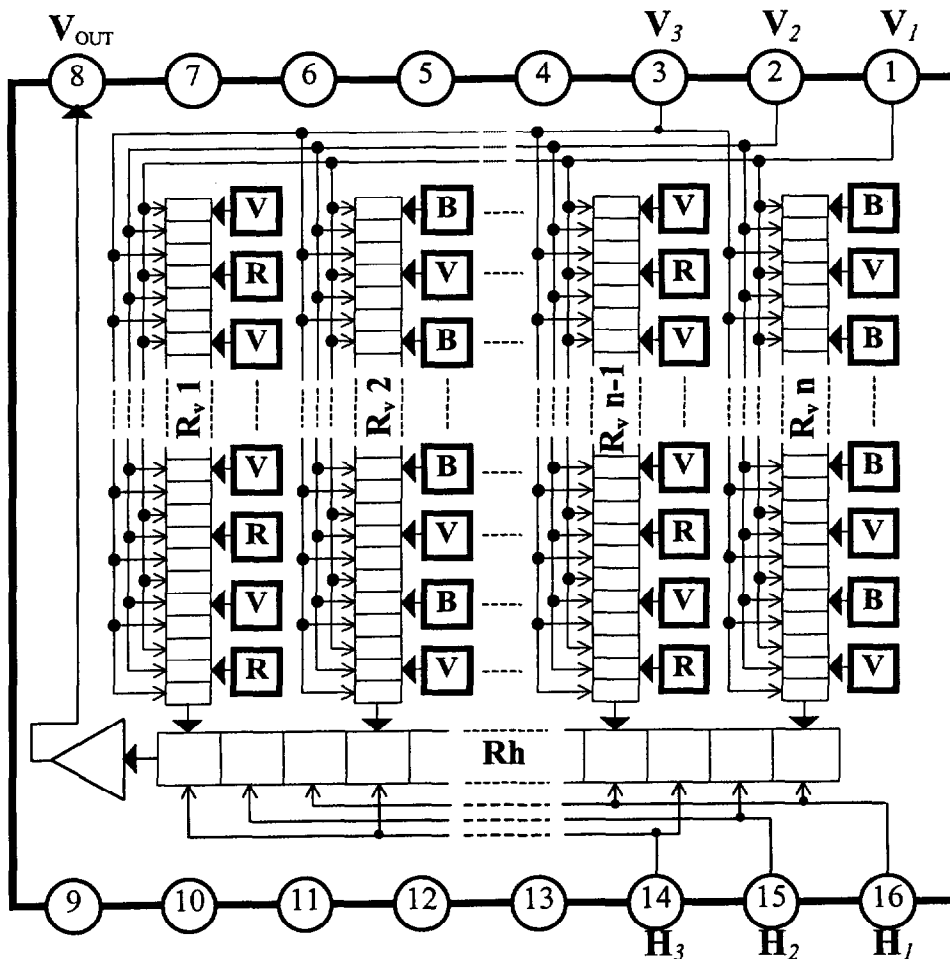


Figure 2 : Schéma de principe du capteur CCD

NB : Pour des raisons de lisibilité du schéma, tous les signaux présents sur les broches du composant n'ont pas été nommés.

BTS PHOTOGRAPHIE		SESSION 2002
CODE : PHPCGE	DUREE : 5 H	COEFFICIENT : 3
EPREUVE : PHYSIQUE- CHIMIE- GENIE ELECTRIQUE		Page 11 sur 12

Compléments à la Figure 2 :

Les éléments ci-dessous servent de légende à la **Figure 2**, précisant le schéma de principe du capteur CCD de l'appareil photo numérique étudié.



: Photosite (élément photosensible) recouvert du filtre Rouge (V : Vert ; B : Bleu).

V_{OUT} (broche 8) : signal de sortie du composant.

$R_v 1, R_v 2, \dots, R_v n-1, R_v n$: Les n Registres verticaux à transfert de charges numérotés de 1 à n .

R_h : Le Registre horizontal à transfert de charges.

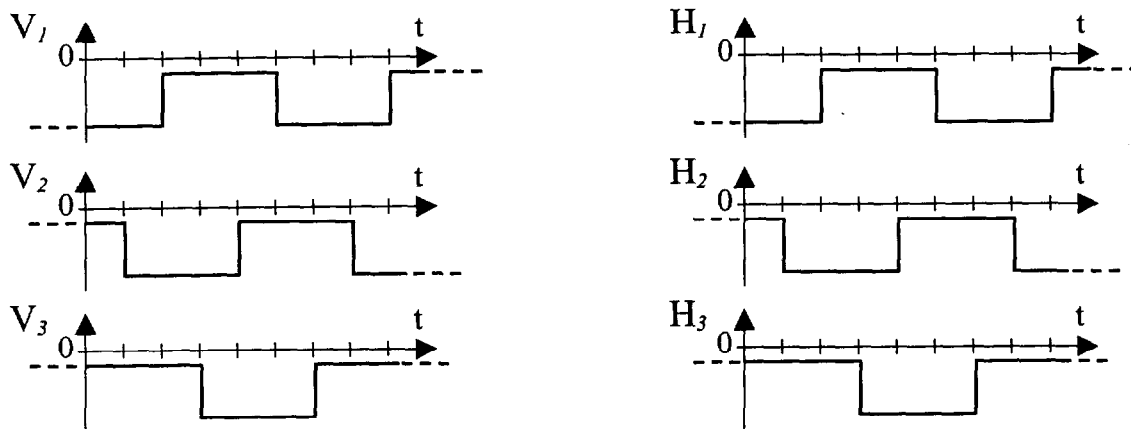
Les flèches "creuses" (\leftarrow) sur les registres verticaux et sur le registre horizontal indiquent qu'on applique une tension (signal de commande) à la "case" correspondante du registre.

Les flèches "pleines" (\rightarrow) en fin des registres verticaux et en fin du registre horizontal symbolisent le transfert du signal utile (issu des photosites).

V_1 (broche 1), V_2 (broche 2), V_3 (broche 3): Signaux de commande des Registres verticaux. On remarquera que le même signal (par exemple V_1) est appliqué toutes les 3 « cases ».

H_1 (broche 16), H_2 (broche 15), H_3 (broche 14): Signaux de commande du Registre horizontal. On remarquera que le même signal (par exemple H_1) est appliqué toutes les 3 « cases ».

L'allure de ces signaux est donnée ci-dessous.



BTS PHOTOGRAPHIE		SESSION 2002
CODE : PHPCGE	DUREE : 5 H	COEFFICIENT : 3
EPREUVE : PHYSIQUE- CHIMIE- GENIE ELECTRIQUE		Page 12 sur 12