

1. Mise en situation

Le système de tri traite en continu un flux de sacs. Ce flux est amené à croître en raison de l'augmentation du nombre de communes souhaitant adhérer au tri sélectif. Le durcissement de la législation sur l'environnement constraint le concepteur à apporter des améliorations sur les colorants utilisés dans la confection des sacs.

Une chaîne de tri est équipée d'une caméra et de quatre trappes. La reconnaissance de la couleur du sac conditionne l'ouverture d'une des trois trappes. Cette action provoque l'évacuation du sac et son acheminement vers une nouvelle destination.

Un sac non reconnu sera évacué par une 4^{ème} trappe qui le redirige en début de tri. Un sac non reconnu peut être d'une couleur non conforme ou le résultat de deux sacs entremêlés.



Figure 1 : centre de tri multiflux

2. Partie A : quel est le temps mis pour trier un sac ?

Il s'agit de vérifier la capacité du système pour trier un sac toutes les 1,5 s (document technique DTS1 - diagramme d'exigence de tri). Dans le cas contraire, il y a bourrage sur la chaîne de tri, nécessitant l'arrêt de la chaîne et une intervention humaine afin de résoudre le problème.

Le diagramme d'état de tri de sac (document réponse DRS1) présente l'enchaînement des tâches et le temps mis pour chaque opération. Le système est autorisé à recommencer dix fois la prise de vue pour identifier un sac. Une prise de vue est une photographie du sac réalisée à l'aide d'une caméra.

Q1 : Sur le document réponse DRS1, tracer en vert le trajet effectué par l'information du début à la fin dans le cas du temps le plus court.

Q2 : Calculer le temps le plus court en ms nécessaire pour prendre en photo, traiter et évacuer un sac vert reconnu dès la première prise de vue du début à la fin.

Q3 : Sur le document réponse DRS1, déterminer le temps le plus long en ms nécessaire pour prendre en photo, traiter et évacuer un sac non reconnu au bout de 10 prises de vue.

Q4 : Conclure, le résultat obtenu est-il conforme à l'exigence « Trier les sacs » du document technique DTS1. Justifier votre réponse.

3. Partie B : comment reconnaître la couleur d'un sac ?

Il s'agit de vérifier la capacité du système pour reconnaître un sac vert. Le traitement d'images est composé de plusieurs étapes. Lorsqu'un sac passe devant la caméra, elle réalise une prise de vue et la transfère vers un système informatique équipé d'un logiciel de traitement d'images. Celui-ci réalise un tracé virtuel du contour du sac et crée ainsi une nouvelle image. Le logiciel compte le nombre de pixels obtenus par cette nouvelle image. Pour chacun des pixels, le logiciel reconnaît une couleur grâce au codage RVB (document technique DTS2 - codage RVB).

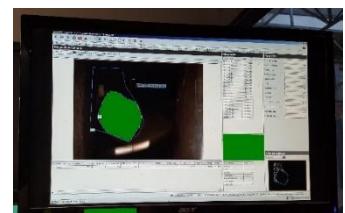


Figure 2 : système de traitement d'images

La qualité de la prise de vue du sac a une influence directe sur les performances de tri. Le diagramme d'exigence (document technique DTS1) présente les trois caractéristiques à respecter pour le choix d'une caméra.

Q5 : Sur le document réponse DRS1, **relever** le temps nécessaire pour réaliser une prise de vue. **En déduire** le nombre de prises de vue que la caméra peut prendre en 1 s.

Q6 : Vérifier que ce résultat est conforme à l'exigence « Vitesse de prise de vue » du document technique DTS1.

Q7 : À l'aide des documents techniques, **choisir** la caméra qui répond à l'exigence « Photographier le sac » et **justifier** les trois critères associés à cette l'exigence.

Le concepteur du système a paramétré le logiciel de reconnaissance de couleurs afin de minimiser les erreurs de tri car la couleur d'un sac peut être altérée par son contenu, l'éclairage ambiant, l'humidité ou son ancienneté. Pour qu'une couleur de sac soit reconnue, c'est-à-dire conforme aux exigences de tri, il faut deux conditions :

- 80 % des pixels de l'image doivent avoir la même couleur ;
- la couleur trouvée doit être orange, vert ou bleu.

Pour que le système identifie et valide un sac vert, le dosage des trois couleurs primaires RVB doit répondre à des critères précis (document technique DTS1 – diagramme d'exigence de tri de sac).

Le logiciel de traitement a analysé l'image d'un sac dont le contour représente une zone de 182 000 pixels et produisant un codage RVB moyen en hexadécimal suivant (\$1A, \$BE, \$2D).

Q8 : À l'aide du document technique DTS2, **convertir** le codage RVB de l'image en décimal.

Q9 : En déduire la couleur majoritaire du sac analysé.

Q10 : Vérifier l'exigence « Reconnaître la couleur vert » des documents techniques et **argumenter** votre réponse par l'analyse des trois couleurs primaires adossée à l'exigence.

Q11 : Conclure sur la capacité du système de reconnaissance optique à respecter le cahier des charges en temps de traitement et de détection de couleur.

4. Partie C : comment générer l'alarme d'une trappe bloquée ?

Il s'agit de vérifier la capacité du système pour signaler un blocage de trappe au technicien présent sur les lignes de tri.

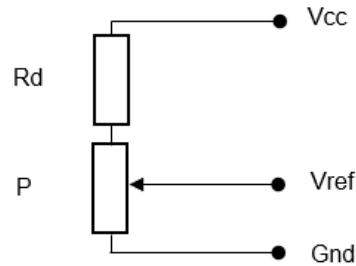
Q12 : À l'aide du diagramme de blocs internes du document réponse DRS2, **indiquer** la nature des informations (analogique ou logique) sur le document réponse DRS3.

Q13 : **Compléter** le document réponse DRS2 afin de faire apparaître le sens de circulation de ces informations (case rouge).

Le bloc « Détection courant » élabore le signal « courant moteur maxi dépassé », pour cette fonctionnalité, on compare la tension image du courant moteur « Vim », avec une tension de référence « Vref ».

La tension Vref est générée par le montage ci-dessous :

- $V_{CC} = 5 \text{ V}$
- $P = 33 \text{ k}\Omega$
- $V_{REF} = \frac{P}{P+R_D} \times V_{CC}$



Q14 : À l'aide de la relation ci-dessus, **déterminer** la valeur de Rd pour que Vref soit réglable entre 0 V et 3 V.

Q15 : **Compléter** le document réponse DRS4 pour vérifier la capacité du bloc interne « Détection courant » à signaler un « Courant moteur maxi dépassé ».

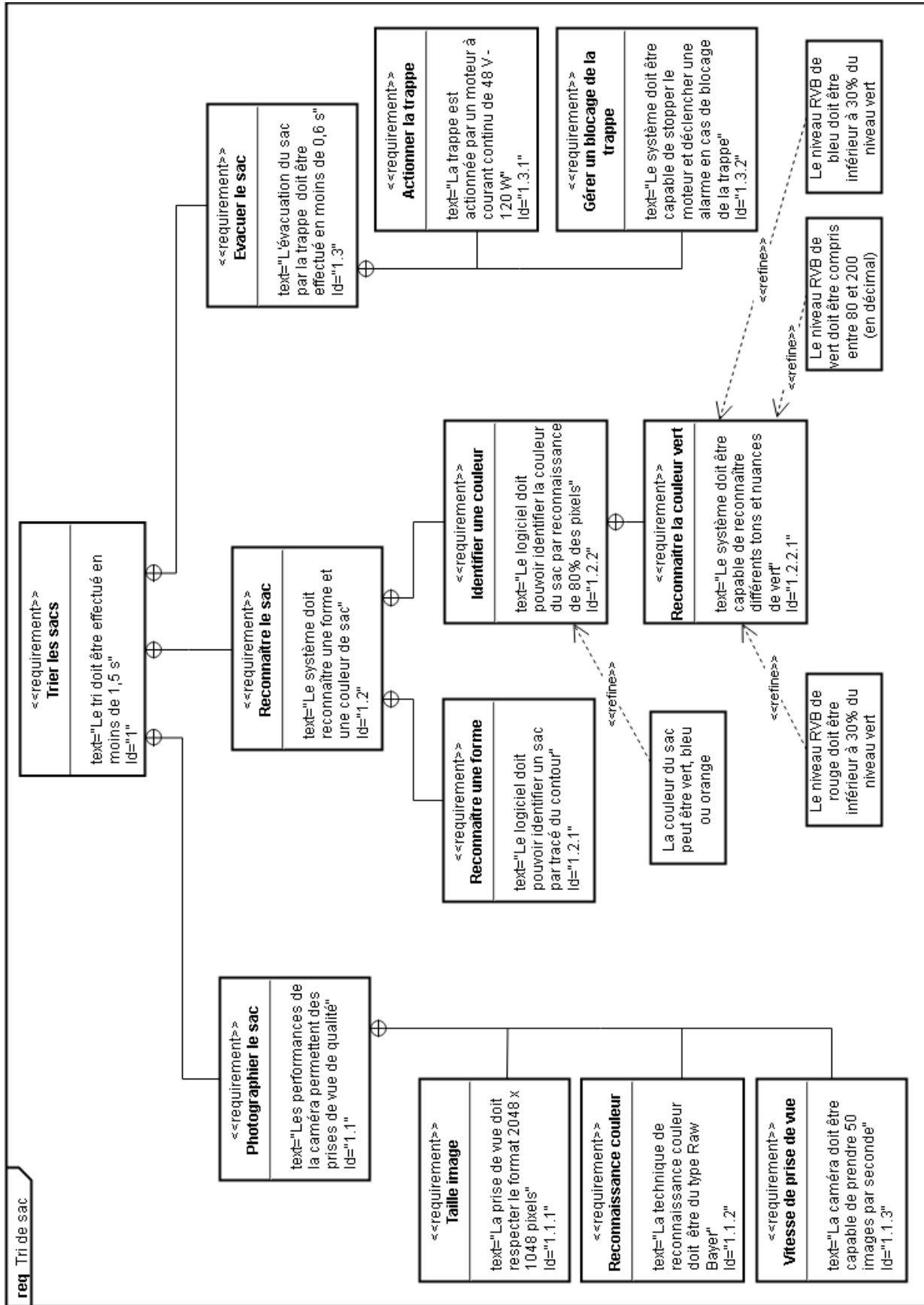
Le bloc « Traitement » génère un signal « Défaut trappe » en fonction de l'équation logique :

$$\text{Défaut trappe} = (\overline{T_o} + \overline{T_f}) \cdot I_{max}$$

Q16 : **En déduire** les états logiques « Défaut trappe » du document réponse DRSS5.

Q17 : **Conclure** sur la capacité du système à signaler un blocage de trappe à l'opérateur.

DTS1 – Diagramme d'exigences du tri de sac



DTS2 – Codage RVB & Caméra

Codage RVB

Pour représenter les couleurs, une technique consiste à adopter le codage RVB (rouge, vert, bleu). Ce système est basé sur la synthèse additive des couleurs. Chaque couleur est définie par un niveau de rouge, de vert, de bleu. Le niveau est codé par un nombre allant de 0 à 255.

Couleur	Rouge	Vert	Bleu
Noir	0% 0	0% 0	0% 0
Blanc	100% 255	100% 255	100% 255
Gris	même pourcentage pour R, G et B		
Rouge	100% 255	0% 0	0% 0
Jaune	100% 255	100% 255	0% 0
Vert	0% 0	100% 255	0% 0
Cyan	0% 0	100% 255	100% 255
Bleu	0% 0	0% 0	100% 255
Magenta	100% 255	0% 0	100% 255

Par exemple, on obtient du rouge en mettant le niveau de rouge au maximum (255) et le niveau de vert et de bleu au minimum (0). De la même manière, le jaune s'obtient grâce à un dosage de rouge et de vert. Ce système est bien adapté aux périphériques vidéo tels que les caméras, écrans d'ordinateur ou téléviseurs pour lesquels chaque pixel d'une image sera codé sur 3 octets en hexadécimal.

Codage couleur magenta en décimal :

255	0	255
------------	----------	------------

Codage couleur magenta en hexadécimal :

\$ FF	\$ 00	\$ FF
--------------	--------------	--------------

Caméra

Frame rate : nombre de photographies que la caméra peut prendre en 1 seconde (fps)

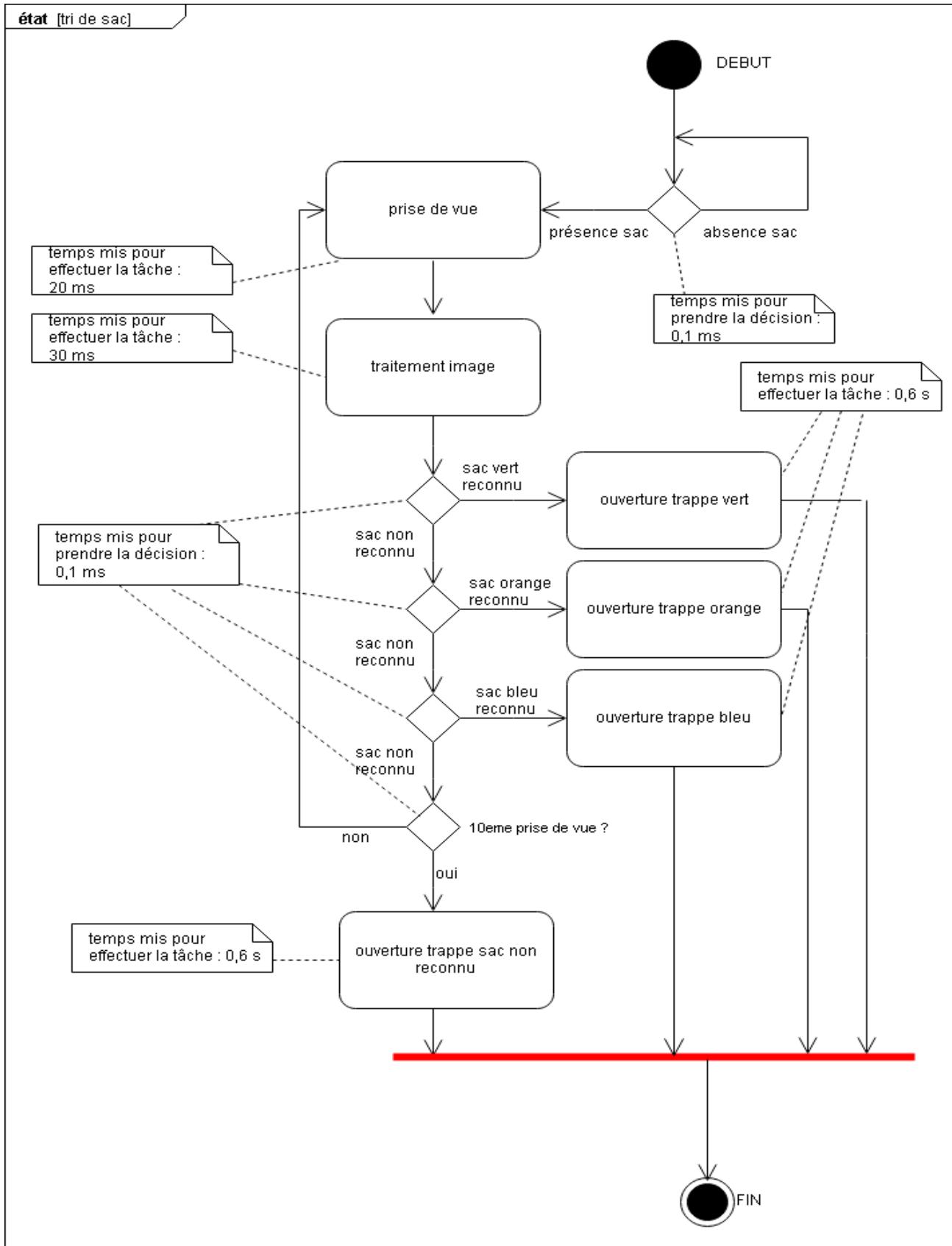
Monochrome : caméra filmant exclusivement en noir et blanc

Raw Bayer : technique de reconnaissance couleur par méthode RVB sans compression

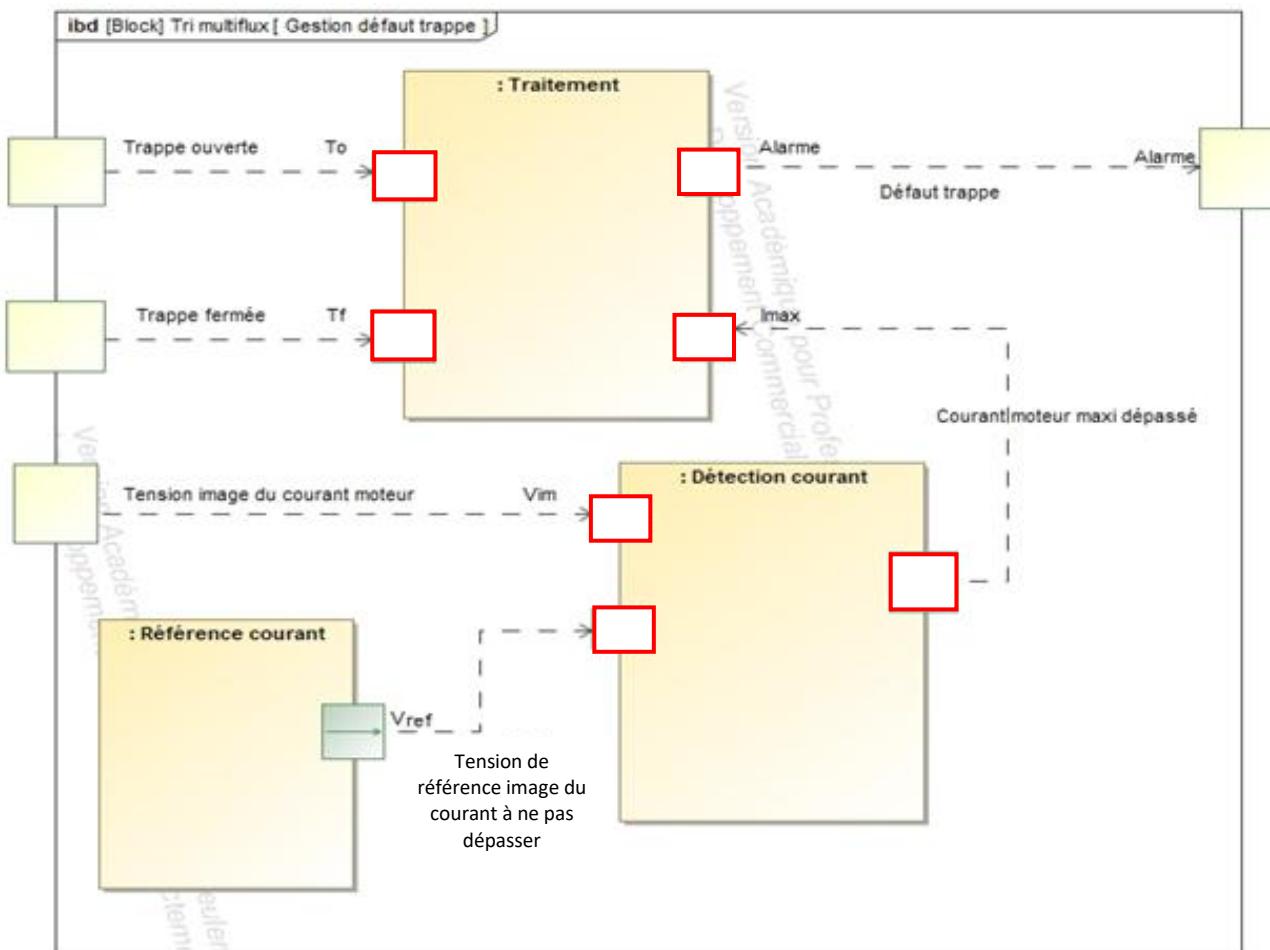
Tableau de choix :

Image	Nom du produit	Capteur	Taille image	Frame rate	Interface	Modèle
	LXG-20C	CMOS	1280 x 1024	26 fps	Dual gigabit Ethernet	Raw Bayer
	LXG-20CP	CMOS	2048 x 1088	50 fps	Dual gigabit Ethernet	Raw bayer
	LXG-20M	CMOS	2048 x 1088	111 fps	Dual gigabit Ethernet	monochrome
	LXG-20M3D	CMOS	2592 x 1944	338 fps	Dual gigabit Ethernet	monochrome

DRS1 – Diagramme d'états du tri de sac par reconnaissance optique



DRS2 – Diagramme de blocs internes



DRS3 – Nature des informations : analogique ou logique

Informations	To	Tf	Vref	Vim	Imax	Alarme
Nature			Analogique			

DRS4 – État logique de I_{max}

Opération de comparaison	État logique de I _{max}
V _{im} ≤ V _{ref}	
V _{im} > V _{ref}	

DRS5 – État logique « Défaut trappe »

T ₀	T _f	I _{max}	État logique « Défaut trappe »
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	