Lycée LA FAYETTE Clermont-Ferrand

CPGE

Systèmes à évènements discrets

TD 1

Compétences visées: A3-15, B1-03, B2-22, B2-23, B2-24, B2-25 v0.3

Lycée La Fayette – 21 Bd Robert Schuman – 63000 Clermont-Ferrand – Académie de Clermont-Ferrand

Support de cours

1 Logique combinatoire

1.1 Présentation

On s'intéresse à un additionneur logique qui permet de réaliser l'addition de 3 bits a, b et c. Cet élément de base permet de réaliser une addition entre deux mots binaires composés de plusieurs bits. Le résultat de l'opération élémentaire est composé de la somme S et d'une retenue R.

Objectif

L'objectif est de déterminer les équations logiques de R et S en fonction des entrées a, b et c, puis de réaliser le logigramme de ces équations.

Question 1 Quels sont les variables logiques présentes dans ce composant ?

1.2 Table de vérité

La table de vérité régissant l'évolution des sorties en fonction des entrées est :

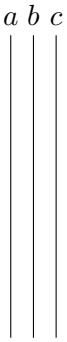
a	b	c	R	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Question 2 Déterminer les équations logiques de R et S en fonction de a, b et c.

Question 3 En utilisant les règles de manipulations algébriques, montrer que : $R = a.b + b.c + a.c$.

1.3 Logigramme

Question 4 Réaliser le logigramme des fonctions R et S.



2 Logique séquentielle

2.1 Drône de cinéma

2.1.1 Introduction

Afin de réaliser des prises de vue aériennes en haute définition lors de la réalisation de reportages ou de films, des drones sont fréquemment utilisés. Ces appareils sont loués par la production à des entreprises spécialisées qui fournissent, outre le matériel, un pilote maîtrisant parfaitement le vol de son engin et pouvant donc répondre à toutes les demandes du réalisateur et de son chef opérateur (aussi appelé « directeur de la photo » ; c'est la personne responsable de la prise de vue sur un tournage), le tout pour un prix très raisonnable par rapport aux solutions classiques utilisant des avions ou des hélicoptères : on passe en effet d'un prix horaire d'au moins 2000 HT pour un avion ou un hélicoptère (donc environ 12 000 HT la journée de location) à un prix journalier de 1000 à 3000 HT selon les prestations attendues pour le drone.

L'entreprise *Ciné-Drone* est un acteur important au niveau mondial pour la réalisation de prises de vue par drone. Elle est implantée en France, au Costa-Rica, aux États-Unis et en Chine et propose ses services dans le monde entier. Afin de répondre à toutes les demandes des réalisateurs, cette société propose trois types de drones à rotors équilibrés dynamiquement à structure carbone et nacelle stabilisée par gyromètre (voir Figure 1).

Figure 1 – Drone *Ciné-Drone*, modèles S et L.

Le tableau de la Figure 2 montre les principales différences des trois modèles S (small), L (large) et XL (extra large).

Caractéristiques	Modèle S	Modèle L	Modèle XL
Moteurs	6 rotors 15 A - 12 V	8 rotors 30 A - 12 V	8 rotors 60 A - 12 V
Charge embarquée	jusqu'à 1,5 kg	jusqu'à 2,3 kg	jusqu'à 5 kg
Charge maximale	3 kg	5 kg	14 kg
Exemple de caméra	Go-Pro 2	Black Magic	Red Epic
Vent maximal	$25\,\text{kmh}^{-1}$	$35\,\text{kmh}^{-1}$	$65\,\text{kmh}^{-1}$
Durée de vol maximale	12 min	8 min	5 min

FIGURE 2 – Caractéristiques principales des drones de l'entreprise Ciné-Drone.

Pour tous les modèles :

- Les pieds sont repliables en vol, ce qui permet à la caméra de viser toutes les directions.
- Le drone peut s'orienter sur ± 180° en lacet (rotation autour de l'axe vertical) et ± 45° en roulis et tangage (rotations autour de l'axe longitudinal et de l'axe transversal).
- La nacelle supportant la caméra peut s'orienter ± 180°en lacet (rotation autour de l'axe vertical), ± 90° en roulis (rotation autour de l'axe longitudinal) et ± 135° en tangage (rotation autour de l'axe orthogonal).
- Transmission vidéo au niveau normalisé de 5,8 GHz - 10 mW.
- Conformément à la législation, deux « télépilotes » sont présents pour l'utilisation du drone [1] : le premier gère l'attitude [2] de la structure volante du drone par rapport au sol selon les attentes du réalisateur ; le second gère le positionnement angulaire de la nacelle par rapport au drone selon les attentes du chef opérateur.

La qualité de la prise de vue (profondeur de champ, zoom, etc.) est gérée par le chef opérateur grâce au retour vidéo en temps réel. La coordination avec l'équipe de télépilotes permet d'obtenir des images conformes à celles réalisées par hélicoptère.

Le drone est livré sans caméra mais intègre :

- une nacelle alvéolée qui permet de fixer tous les appareils de prise de vue (appareils photo numériques et caméras) existants ;
- un système de communication vidéo avec une prise de connexion universelle pour les caméras professionnelles fournies par l'équipe de tournage.

Les caméras utilisées dans les prises de vue haute définition disposent d'une mise au point autofocus et d'un système de stabilisation optique permettent d'obtenir une image nette malgré les vibrations de l'appareil dès lors que les mouvements globaux (translations et rotations selon les trois directions de l'espace) restent assez lents : le pilotage du drone par un professionnel permet donc d'obtenir une image nette dans la très grande majorité des configurations de vol ce qui réduit la durée, et donc le prix, de la phase de traitement informatique de l'image.

Les drones de cinéma de l'entreprise *Ciné-Drone* sont par ailleurs équipés d'une gestion spécifique « anti-crash » avec deux niveaux de sécurité :

- Dès que le niveau de batterie devient inférieur au niveau de sécurité (niveau 1), le drone coupe le transfert de flux vidéos et descend automatiquement au sol en un point défini par GPS : le pilote peut accompagner cet atterrissage pour changer de cible mais ne peut pas forcer le maintien en

1. Dans le cas particulier du modèle XL, l'équipe est accompagnée d'un informaticien pour la gestion et le contrôle des flux de commande et de contrôle.

2. L'attitude correspond aux six paramètres permettant de définir la position et l'orientation du drone dans l'espace : déplacements en abscisse, ordonnée et altitude, angles de roulis, tangage et lacet.

vol.

- Si le système n'a plus les capacités de redescendre au sol à cause d'un niveau insuffisant de batterie (niveau 2), le drone sort ses pieds, coupe les moteurs et déclenche son parachute, ce qui assure un retour au sol sans casse.

Cette double sécurité, définie, conçue et implantée par l'entreprise *Ciné-Drone* n'est absolument pas obligatoire mais elle permet de préserver l'intégrité des équipements de prise de vue en cas de panne de batterie, ce qui assure la grande renommée de cette entreprise auprès des réalisateurs.

2.1.2 Diagramme de séquence

Pour le système étudié, il est possible de mettre en place le diagramme présenté sur la FIGURE 3 qui décrit l'évolution séquentielle des échanges entre les deux techniciens de vol (le pilote du drone et le pilote de la nacelle supportant la caméra) lors de la phase de préparation au vol : cette description répond à une exigence portant sur la norme et ne représente donc pas un scénario complet car seule la phase de test préalable à l'utilisation du système est représentée, ce qui correspond à une partie des cas d'utilisation « Piloter le drone » et « Orienter la nacelle ».

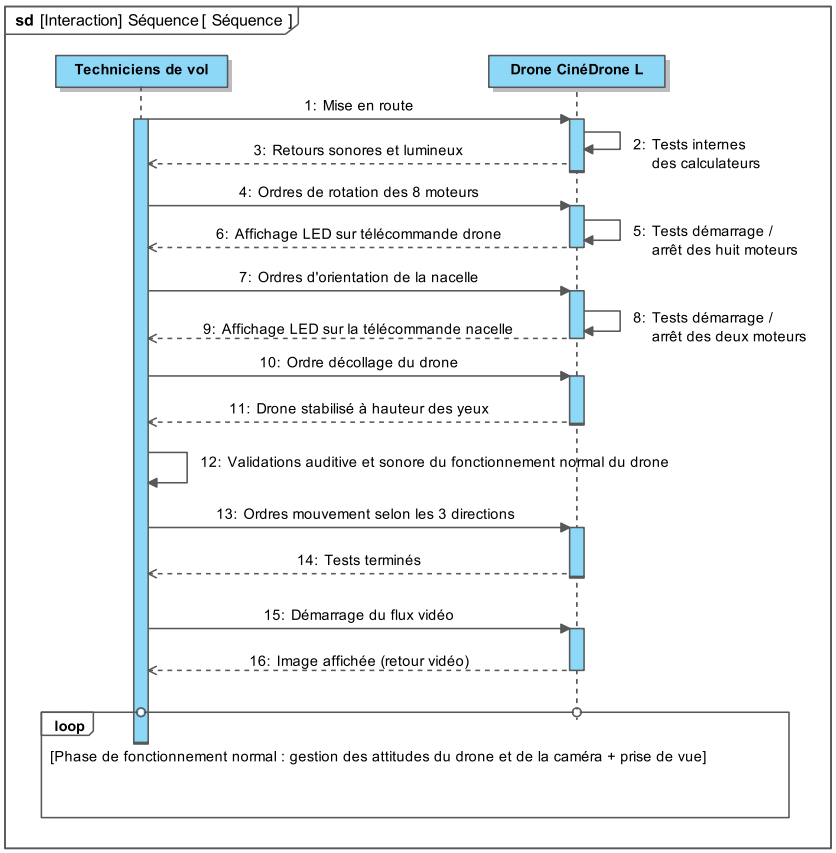


FIGURE 3 – Un exemple de diagramme de séquence pour le drone de cinéma

2.1.3 Le diagramme d'états

Pour le système étudié, il est possible de mettre en place le diagramme d'états (indicateur **stm**) présenté sur la FIGURE 4 qui permet de représenter les différents modes de fonctionnement du système, ainsi que les évènements qui permettent de passer de l'un à l'autre.

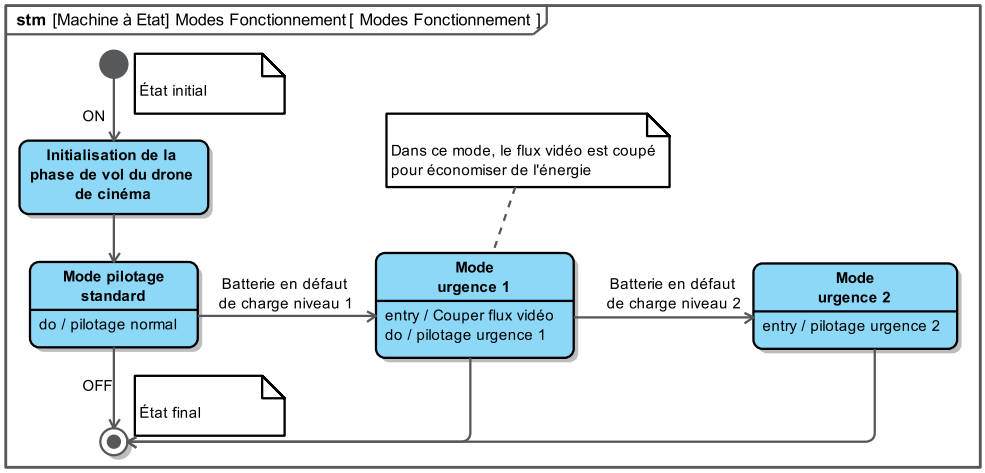


FIGURE 4 – Un exemple de diagramme d'états pour le drone de cinéma

L'initialisation est un mode temporaire dans lequel le système effectue tous ses tests avant de donner la main aux pilotes. La transition est ensuite franchie automatiquement car il n'y a pas d'évènement particulier à marquer (c'est la fin de l'initialisation). Viennent ensuite le mode de fonctionnement normal puis les modes d'urgence en cas de niveau de charge insuffisant.

Le comportement lors de l'entrée et de la sortie de chaque état est décrit : par exemple, l'entrée dans le mode urgence 1 (évènement interne *entry*) provoque automatiquement la coupure du flux vidéo pour économiser l'énergie et un mode de pilotage dégradé (pilotage à vue) où le drone ne peut que redescendre.

2.1.4 Le diagramme d'activités

Dans le diagramme d'états de la FIGURE 4, ce qui se passe dans chaque mode n'est pas décrit : pour ce faire, il est possible de choisir des nouvelles machines d'états ou des activités.

Par choix, la description de chaque mode a été réalisée uniquement par des diagrammes d'activités (indicateur **act**), comme sur la FIGURE 5 où il apparaît que :

- Le mode normal correspond à un pilotage complet du drone avec en parallèle l'envoi du flux vidéo (les deux barres noires marquent le début et la fin de l'envoi des deux flux).
- Dans le mode d'urgence 2, la procédure pour atterrir automatique est décrite, la note précisant les limitations de ce mode.

2.2 Diagramme d'état d'une voiture

Le diagramme d'état de la voiture décrit la mise en marche et arrêt de celle-ci ainsi que le passage des vitesses.

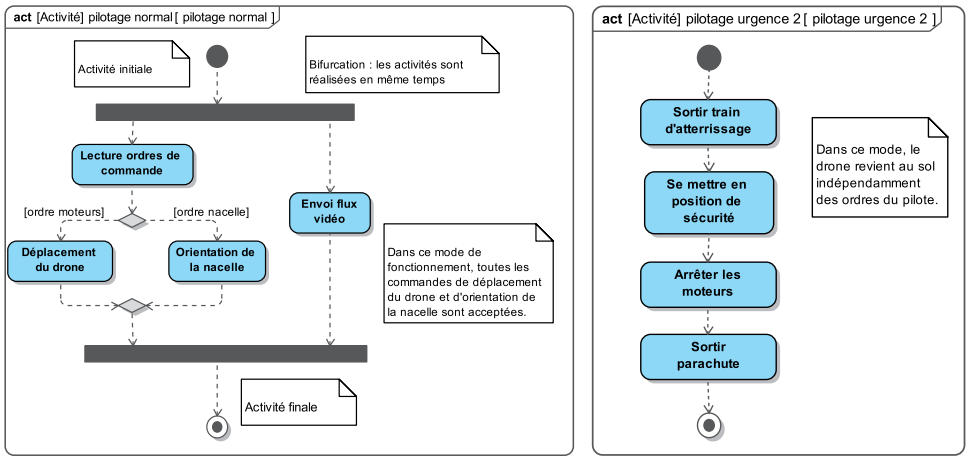


FIGURE 5 – Exemples de diagrammes d'activités du drone de cinéma

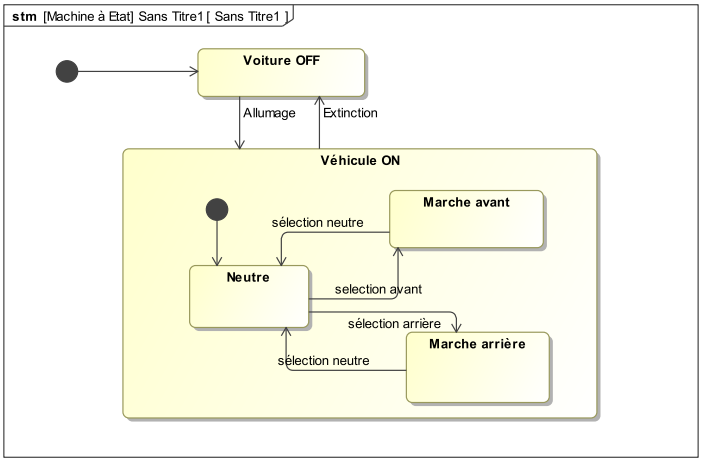


FIGURE 6 – Diagramme d'état d'une voiture.

2.3 Balance Halo

2.3.1 Présentation

La balance *Halo* de *Teraillon* est une balance de cuisine ayant une précision de 1 g. Elle permet de peser des aliments jusqu'à 3 kg. Elle se décline en 5 coloris et coûte 25 euros environ.

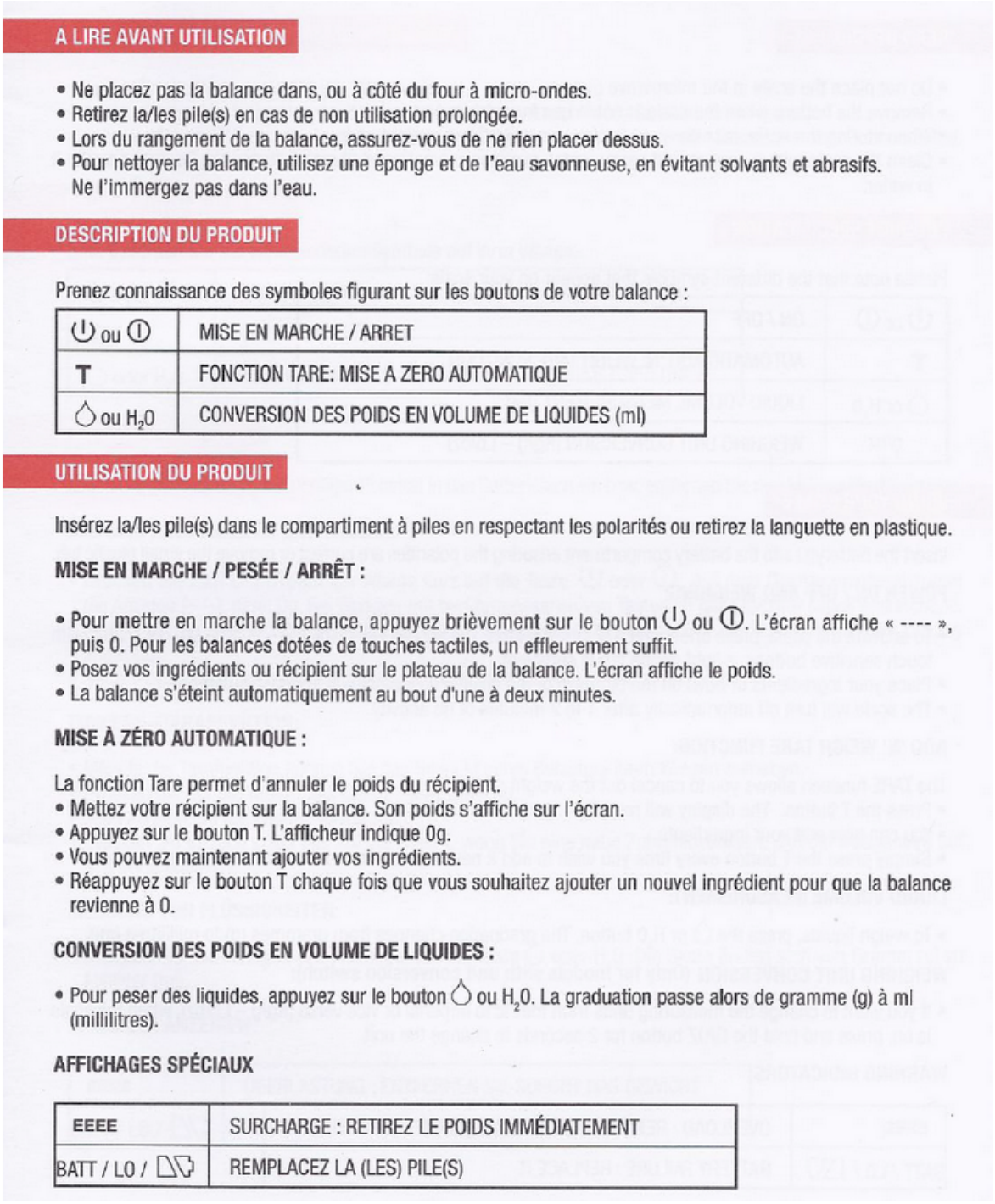
La balance possède un système de tarage du zéro et un bouton permettant de convertir les grammes en millilitres.

La notice d'utilisation du produit est proposée ci-dessous.

2.3.2 Diagramme de séquence

Le diagramme de cas d'utilisation le plus simple de la balance est donné ci-dessous.

Question 5 En vous aidant de la notice d'utilisation, proposer un diagramme de séquence corres-



A LIRE AVANT UTILISATION

- Ne placez pas la balance dans, ou à côté du four à micro-ondes.
- Retirez la/les pile(s) en cas de non utilisation prolongée.
- Lors du rangement de la balance, assurez-vous de ne rien placer dessus.
- Pour nettoyer la balance, utilisez une éponge et de l'eau savonneuse, en évitant solvants et abrasifs. Ne l'immergez pas dans l'eau.

DESCRIPTION DU PRODUIT

Prenez connaissance des symboles figurant sur les boutons de votre balance :

⏻ ou ⓘ	MISE EN MARCHE / ARRET
T	FONCTION TARE: MISE A ZERO AUTOMATIQUE
💧 ou H_2O	CONVERSION DES POIDS EN VOLUME DE LIQUIDES (ml)

UTILISATION DU PRODUIT

Insérez la/les pile(s) dans le compartiment à piles en respectant les polarités ou retirez la languette en plastique.

MISE EN MARCHE / PESÉE / ARRÊT :

- Pour mettre en marche la balance, appuyez brièvement sur le bouton ⏻ ou ⓘ. L'écran affiche « ---- », puis 0. Pour les balances dotées de touches tactiles, un effleurement suffit.
- Posez vos ingrédients ou récipient sur le plateau de la balance. L'écran affiche le poids.
- La balance s'éteint automatiquement au bout d'une à deux minutes.

MISE À ZÉRO AUTOMATIQUE :

La fonction Tare permet d'annuler le poids du récipient.
- Mettez votre récipient sur la balance. Son poids s'affiche sur l'écran.
- Appuyez sur le bouton T. L'afficheur indique 0g.
- Vous pouvez maintenant ajouter vos ingrédients.
- Réappuyez sur le bouton T chaque fois que vous souhaitez ajouter un nouvel ingrédient pour que la balance revienne à 0.

CONVERSION DES POIDS EN VOLUME DE LIQUIDES :

- Pour peser des liquides, appuyez sur le bouton 💧 ou H_2O. La graduation passe alors de gramme (g) à ml (millilitres).

AFFICHAGES SPÉCIAUX

EEEE	SURCHARGE : RETIREZ LE POIDS IMMÉDIATEMENT
BATT / LO / 🪫	REMPLACEZ LA (LES) PILE(S)

FIGURE 7 – Notice d'utilisation de la balance *Halo*

pondant au cas d'utilisation où l'utilisateur allume l'appareil et tare la balance.

Question 6 Compléter ce diagramme de séquence en ajoutant l'erreur qui apparaît si la masse du produit est supérieure à 3 kg ou si elle est inférieure.

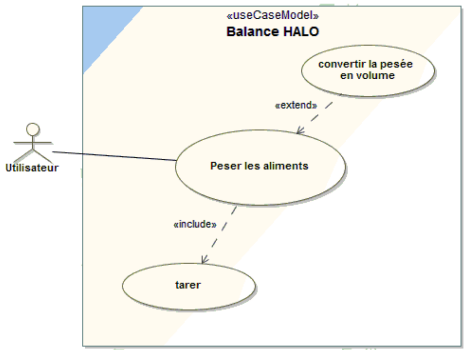


FIGURE 8 – Diagramme de cas d'utilisation de la balance *Halo*

2.3.3 Diagramme d'états

On considère les 4 états suivants : tarage, pesage, conversion, maintien bouton. La notice d'utilisation décrit le fonctionnement complet de la balance. On peut également éteindre la balance en restant appuyé au moins 2 secondes sur le bouton On/Off (état maintien bouton).

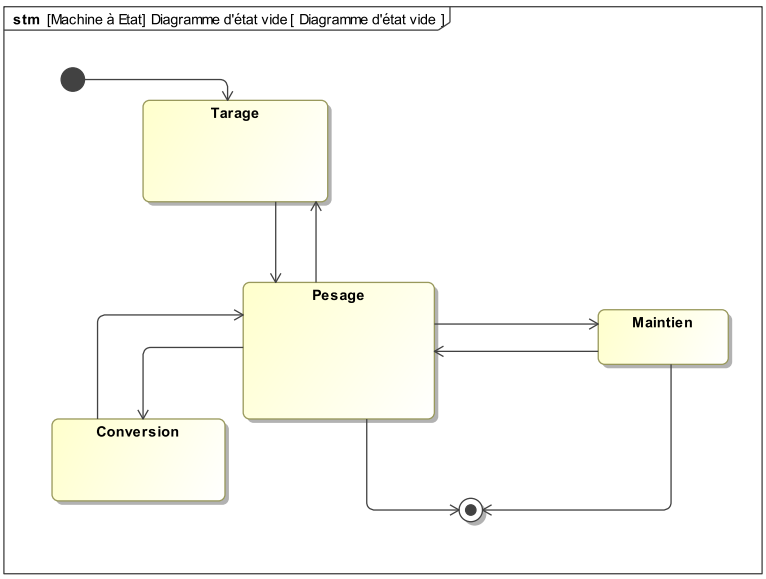


FIGURE 9 – Diagramme d'état à compléter de la balance *Halo*

Question 7 Compléter les événements permettant de passer d'un état à un autre.

Question 8 Ajouter des actions associées aux états pour préciser le comportement de la balance.