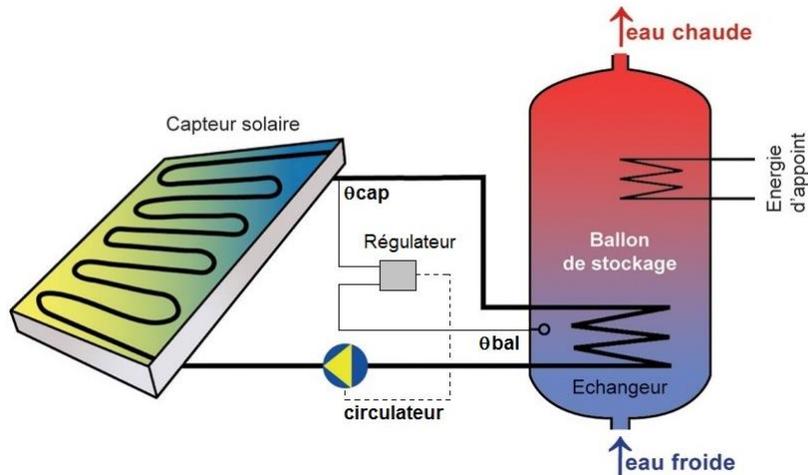


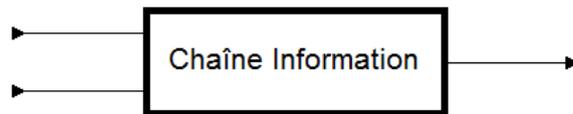
**CHAUFFE EAU SOLAIRE INDIVIDUEL**



On s'intéresse à la manière dont la chaîne d'information (régulateur, capteurs associés,...) permet d'optimiser les échanges d'énergie thermique entre le capteur solaire et le ballon de stockage.

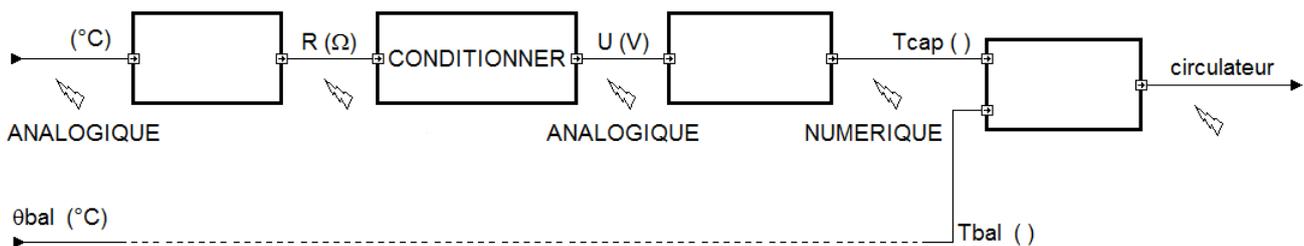
**1 / Organisation fonctionnelle de la chaîne d'information**

**Q1 / COMPLÉTER** la figure suivante : **FAIRE APPARAÎTRE** les entrées / sorties de la chaîne d'information, constituée du régulateur et des constituants associés.



Cette chaîne d'information est maintenant détaillée sous la forme d'un diagramme de blocs internes.

**Q2 / COMPLÉTER** la figure suivante :  
 - **INDIQUER** la nature des informations  
 - **NOMMER** les fonctions



Les températures  $\theta_{bal}$  et  $\theta_{cap}$  sont mesurées grâce à des capteurs résistifs de type PT100 dont la résistance augmente de  $0.38\Omega/^\circ C$ .

Les gammes utiles de température sont :

- [5 ... 85°C] pour la température dans le ballon
- [-10 ... 120°C] pour celle du fluide caloporteur (eau glycolée) mesurée en sortie de capteur

**Q3 /** Pour la température de consigne du ballon, soit 65°C (minimum pour éviter des problèmes de prolifération bactérienne) **DÉTERMINER** la valeur de la résistance « R » (en ohms).

Le conditionneur est réglé de sorte que :

- $U = 0V$  pour  $R = 96.2\Omega$  (correspondant à  $\theta = -10^\circ C$ )
- $U = 10V$  pour  $R = 145.6\Omega$  (correspondant à  $\theta = 120^\circ C$ )

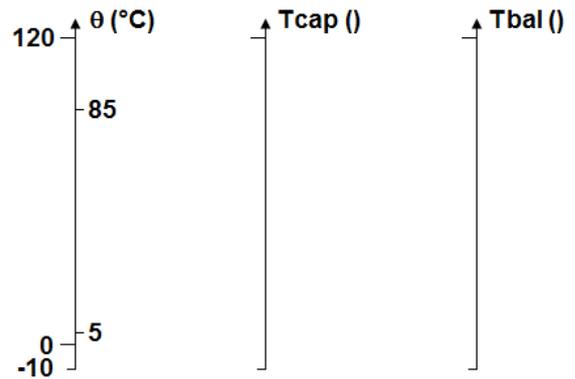
**Q4 / DÉTERMINER** la valeur de la tension « **U** » en sortie du conditionneur pour une température de  $65^\circ C$ .

Le Convertisseur Analogique Numérique a comme caractéristiques :

- Tension d'entrée  $U \in [0...10V]$
- Conversion sur  $n=10$  bits

**Q5 / DÉTERMINER :**

- le nombre de valeurs possibles en sortie du C.A.N.
- la résolution en température



**Q6 / REPRÉSENTER**, sur la figure ci-contre, les intervalles bornés correspondant aux nombres  $T_{cap}$  et  $T_{bal}$ , respectivement image de  $\theta_{cap}$  et  $\theta_{bal}$ .

## 2 / Principe de la régulation solaire

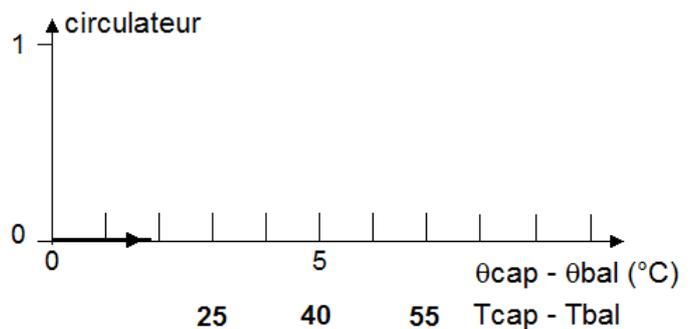
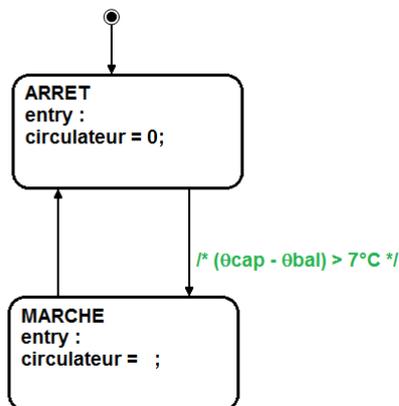
Le circulateur est mis en marche si la température du fluide caloporteur est supérieure de  $7^\circ C$  à celle de l'eau dans le ballon.

Il est arrêté lorsque la différence de température entre ces deux fluides redescend en dessous de  $3^\circ C$ .

**Q7 / CITER** les variables d'entrée/sortie à prendre en compte au niveau de l'unité de traitement.

ENTREE	SORTIE

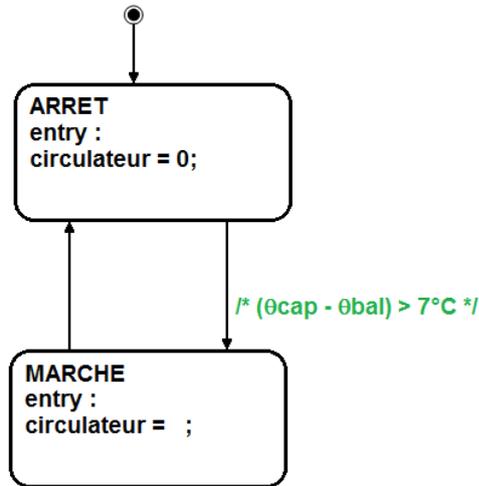
**Q8 / COMPLÉTER** ci-dessous (à gauche) le diagramme états-transitions illustrant le fonctionnement de base de la régulation solaire.



**Q9 / COMPLÉTER** en conséquence la figure ci-dessus (à droite) : **TRACER** l'évolution de la sortie logique « circulateur » en fonction de la différence de température  $\theta_{cap} - \theta_{bal}$ . **DÉTERMINER** l'hystérésis ainsi obtenu.

On tient maintenant compte de la température de consigne dans le ballon de stockage. Le circulateur ne doit pas être mis en fonctionnement si la température dans le ballon atteint sa consigne (variable numérique Cbal correspondant à 65°C).

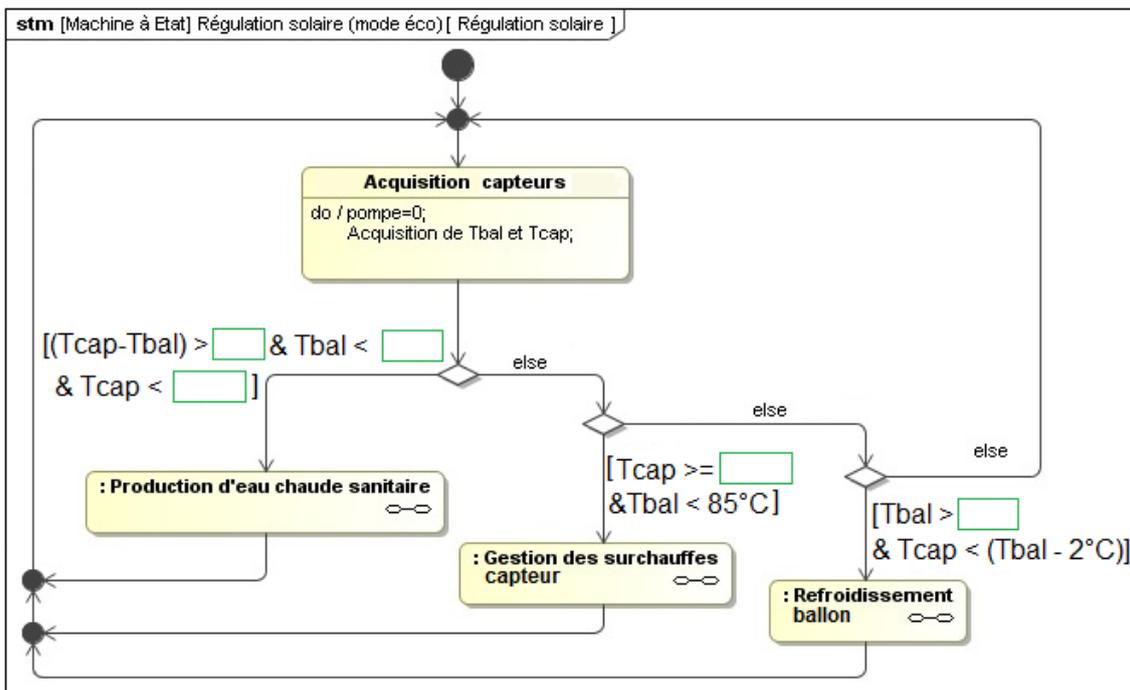
**Q10 / MODIFIER** en conséquence le diagramme états-transitions.



### 3 / Fonctionnement complet

Le fonctionnement complet est décrit par le diagramme états-transitions suivant, qui fait apparaître plusieurs super-états (c'est à dire qui peuvent eux mêmes être décrits par un diagramme états-transitions) :

- Production d'eau chaude sanitaire
- Gestion des surchauffes
- Refroidissement



En effet, en plus de la production « normale » d'eau chaude sanitaire, il convient de :

- gérer les surchauffes
- assurer le refroidissement du ballon

La surchauffe est un phénomène que l'on peut rencontrer sur une installation solaire lors de périodes de fort ensoleillement. Des précautions doivent être prises pour que l'eau glycolée ne se dégrade pas, ce qui nuirait au rendement du système et à sa durée de vie.

Le principe est le suivant :

- si le ballon a atteint sa température de consigne  $C_{bal}$ , le circulateur est désactivé.
- si la température du capteur  $T_{cap}$  dépasse la valeur ajustée  $C_{cap}$  (réglage usine à  $120^{\circ}\text{C}$ ),

le circulateur solaire est mis en marche jusqu'à ce que la température du capteur  $T_{cap}$  baisse de  $10^{\circ}\text{C}$ . Une partie de l'énergie est alors cédée comme perte à travers la tuyauterie, tandis que le reste est chargé dans le ballon qui, à son tour, subit une augmentation de température au-delà de la température de consigne  $C_{bal}$ . Pour des raisons de sécurité, la fonction est désactivée, quand la température du ballon  $T_{bal}$  atteint  $85^{\circ}\text{C}$ .

**CONSULTER** aussi (DT) les chronogrammes permettant de décrire le fonctionnement du circulateur :

- lors d'une journée type
- en situation extrême

**Q11 / COMPLÉTER** les transitions du diagramme : **INDIQUER**, dans les rectangles, les valeurs de température (exprimées en  $^{\circ}\text{C}$ ) à retenir.

**Q12 / INDIQUER** l'état ou le super-état dans lequel se situe le système pour les points de fonctionnement suivants. Pour chaque point, **PRÉCISER** l'état du circulateur (marche ou arrêt).

Point n°	Températures	Etat / Super-Etat	Circulateur
1	$T_{cap} = 0^{\circ}\text{C}$ $T_{bal} = 32^{\circ}\text{C}$		
2	$T_{cap} = 55^{\circ}\text{C}$ $T_{bal} = 43^{\circ}\text{C}$		
3	$T_{cap} = 121^{\circ}\text{C}$ $T_{bal} = 65^{\circ}\text{C}$		
4	$T_{cap} = 67^{\circ}\text{C}$ $T_{bal} = 70^{\circ}\text{C}$		

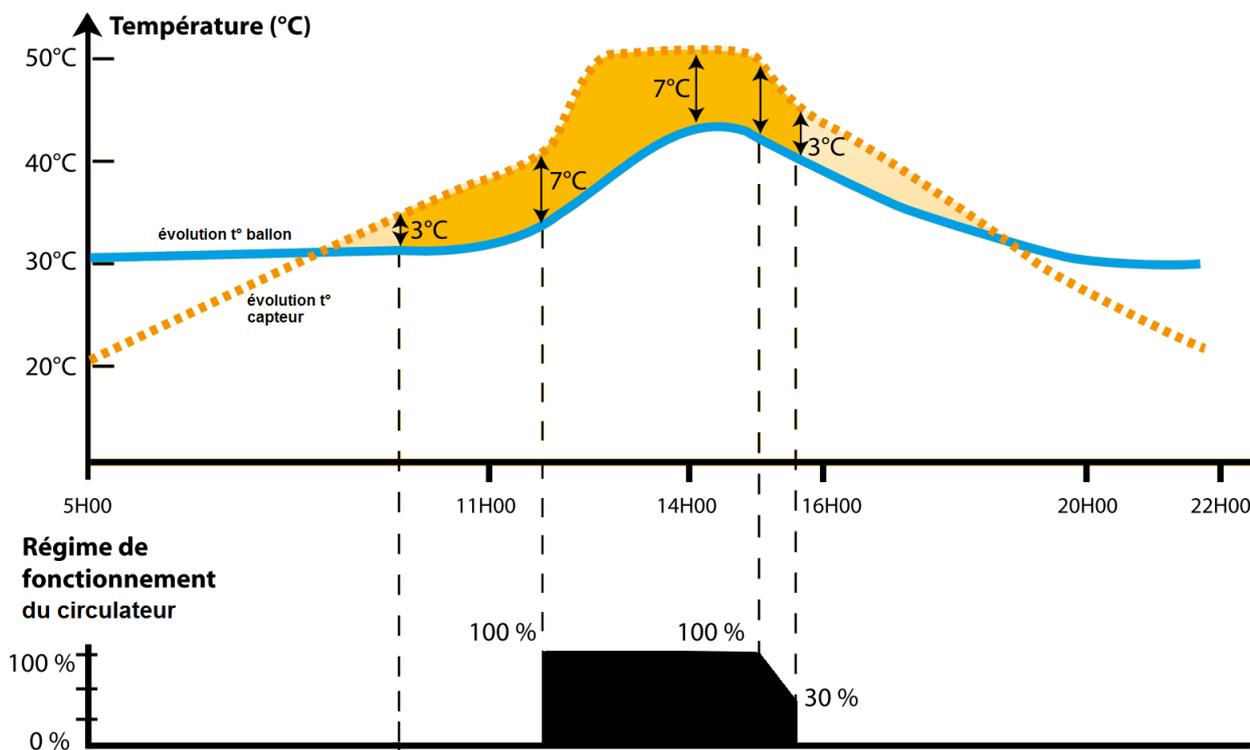
**Q13 / PRÉCISER** si le fonctionnement du circulateur est uniquement lié au transfert d'énergie du capteur **VERS** le ballon. **JUSTIFIER**.

On considère un fonctionnement lors d'une journée type, l'après-midi, quand l'écart de température ( $\theta_{cap} - \theta_{bal}$ ) devient inférieur à  $7^{\circ}\text{C}$  tout en restant supérieur à  $3^{\circ}\text{C}$ .

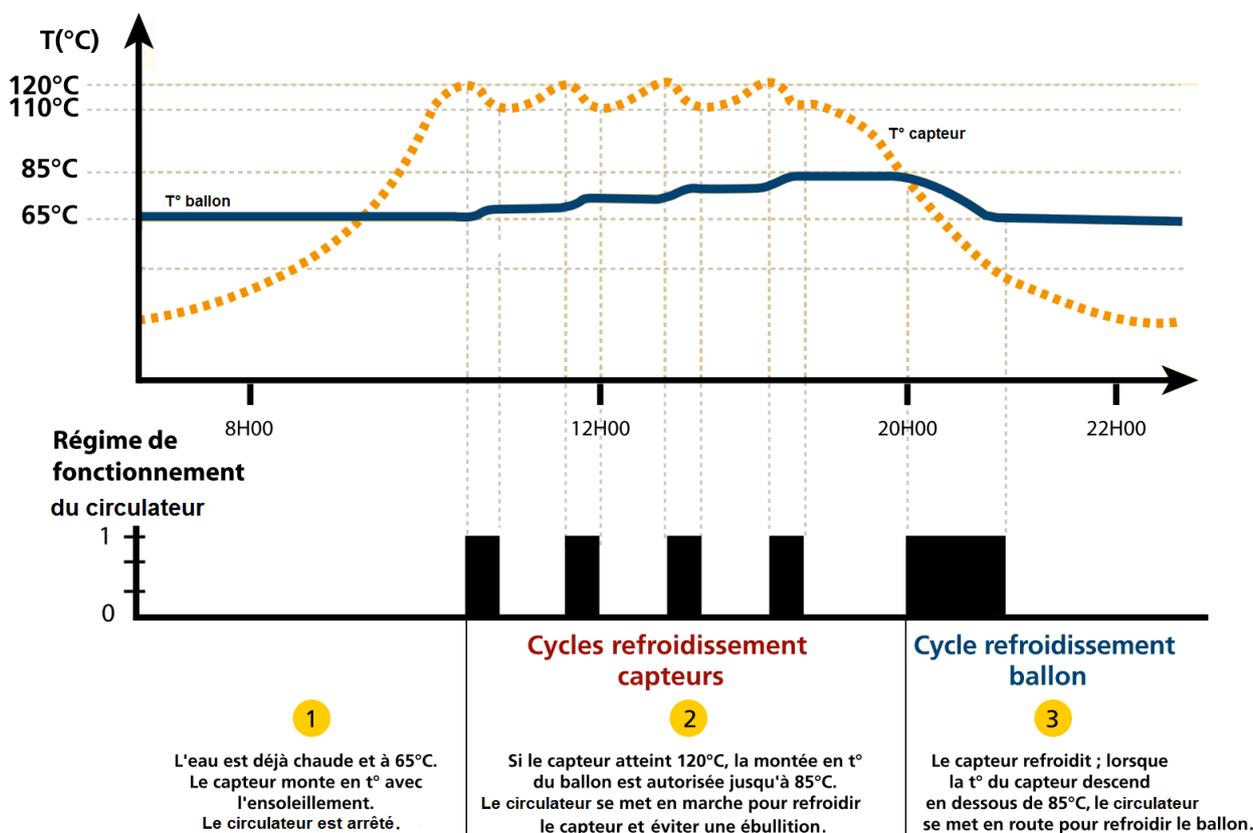
**Q14 / EXPLIQUER** dans ce cas comment le circulateur est piloté par le régulateur.

**Q15 / EXPLIQUER** si dans ce cas la variable « circulateur » peut encore être de type logique. Sinon, **PRÉCISER** son type.

### DT : FONCTIONNEMENT DU CIRCULATEUR



Fonctionnement du circulateur lors d'une journée type



Fonctionnement du circulateur en situation extrême