

1. Mise en situation

L'aquaponie permet d'assurer conjointement la culture de végétaux (légumes et plantes aromatiques) et l'élevage de poissons de type truites arc en ciel.

L'aquaponie crée un écosystème entre la culture de végétaux et l'élevage de poissons dont les déjections servent d'engrais. Une pompe immergée située dans le fond du bassin à poissons permet d'acheminer l'eau souillée par les déjections jusque dans le bac à culture. L'eau filtrée redescend ensuite par gravité dans le bassin à poissons.

Une station aquaponique correspond à l'association d'un bassin à poissons et un bac à culture.

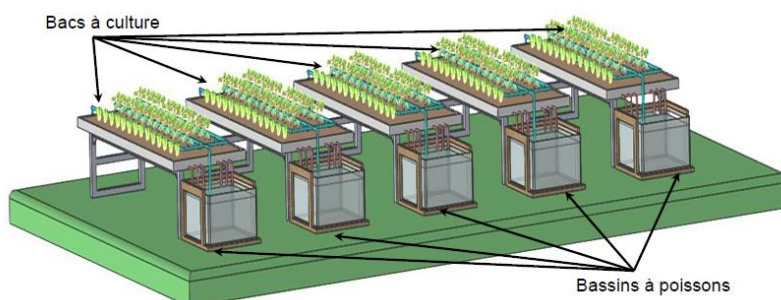


Figure 1 : ferme aquaponique

À l'aide du document technique DT1, **préciser** la masse de truites arc ciel qui peuvent être élevées dans un bassin à poissons.

La masse est de 70 kilos.

Le bassin à poissons doit présenter un volume permettant un élevage de 70 kg de poissons.

Sachant qu'il ne faut pas excéder 20 kg de poissons par mètre cube d'eau ($20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$) pour assurer un élevage dans de bonnes conditions des truites arc en ciel, **calculer** le volume minimal d'eau du bassin à poissons.

$$Volume_{\text{mini}} = \frac{\text{masse de poissons}}{\text{masse par mètre cube}} = \frac{70}{20} = 3,5 \text{ m}^3$$

À l'aide du document technique DT1, **identifier** les conditions de mise en marche (SET) et d'arrêt (RESET) de la pompe assurant la circulation de l'eau entre le bassin à poissons et le bac de culture.

Mise en marche si l'eau atteint le niveau haut.

Mise à l'arrêt si l'eau passe sous le niveau 3/4.

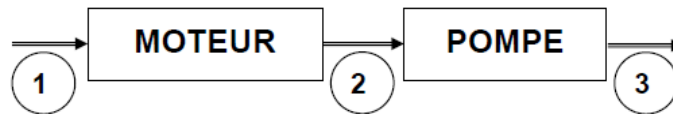
- La pompe de circulation est mise en marche lorsque l'eau atteint le niveau haut dans le bassin à poissons.
- La pompe de circulation est arrêtée lorsque l'eau passe sous le niveau 3/4 dans le bassin à poissons.

À l'aide des documents techniques DT2 et DT3, **déterminer** les équations logiques des commandes de mise en marche (SET) et d'arrêt (RESET) de la pompe en fonction des états logiques de tous les capteurs à flotteur (cf1 à cf5).

$$SET = cf1 \cdot cf2 \cdot cf3 \cdot cf4 \cdot cf5$$

$$RESET = \overline{cf1} \cdot cf2 \cdot cf3 \cdot cf4 \cdot cf5$$

✍ Identifier la nature des différents flux notés 1, 2 et 3 sur la chaîne de puissance (pneumatique, électrique, mécanique, hydraulique, solaire, etc.).



- 1 : énergie électrique
- 2 : énergie mécanique
- 3 : énergie hydraulique

✍ À l'aide du document technique DT1 et sachant que le volume d'eau du bassin à poissons est égal à 4 m^3 , calculer le débit Q qui doit être assuré par la pompe immergée en $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ puis en $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$.

Le débit Q doit être de $8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ soit $133,3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ($8\,000 / 60$).

Le groupe motopompe doit assurer un pompage d'au moins deux fois le volume du bassin à poissons par heure

✍ À l'aide du document technique DT4, calculer la hauteur de refoulement H_R en mCE, mètre de colonne d'eau.

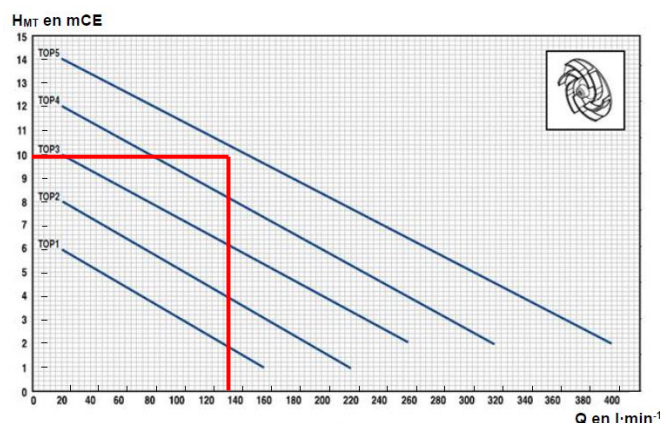
$$H_R = 1,2 + 0,7 = 1,9 \text{ mCE}$$

✍ À l'aide du document technique DT5, calculer la hauteur manométrique totale H_{MT} connaissant les pertes de charges au refoulement, $J_R = 2 \text{ mCE}$ et la pression résiduelle, $P_R = 6 \text{ mCE}$.

$$H_{MT} = H_R + J_R + P_R = 1,9 + 2 + 6 = 9,9 \text{ mCE}$$

✍ À l'aide du document technique DT6 et en supposant que $H_{MT} = 10 \text{ mCE}$, choisir la référence du groupe motopompe.

Référence : TOP5



Le point de fonctionnement du groupe motopompe choisi est le suivant : $Q = 9 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ et $H_{MT} = 10 \text{ mCE}$.

✍ À l'aide du document technique DT5, calculer la puissance P_p que la pompe développe à son point de fonctionnement.

$$P = \frac{Q \times H_{MT} \times g}{60} = \frac{9\,000}{60} \times 10 \times 9,81 = 245,25 \text{ W}$$

À son point de fonctionnement, la pompe présente un rendement $\eta_p = 40 \%$ et le moteur un rendement $\eta_m = 85 \%$, **calculer** la puissance absorbée du moteur P_{am} .

$$P = P_{AM} \times \eta_p \times \eta_m$$

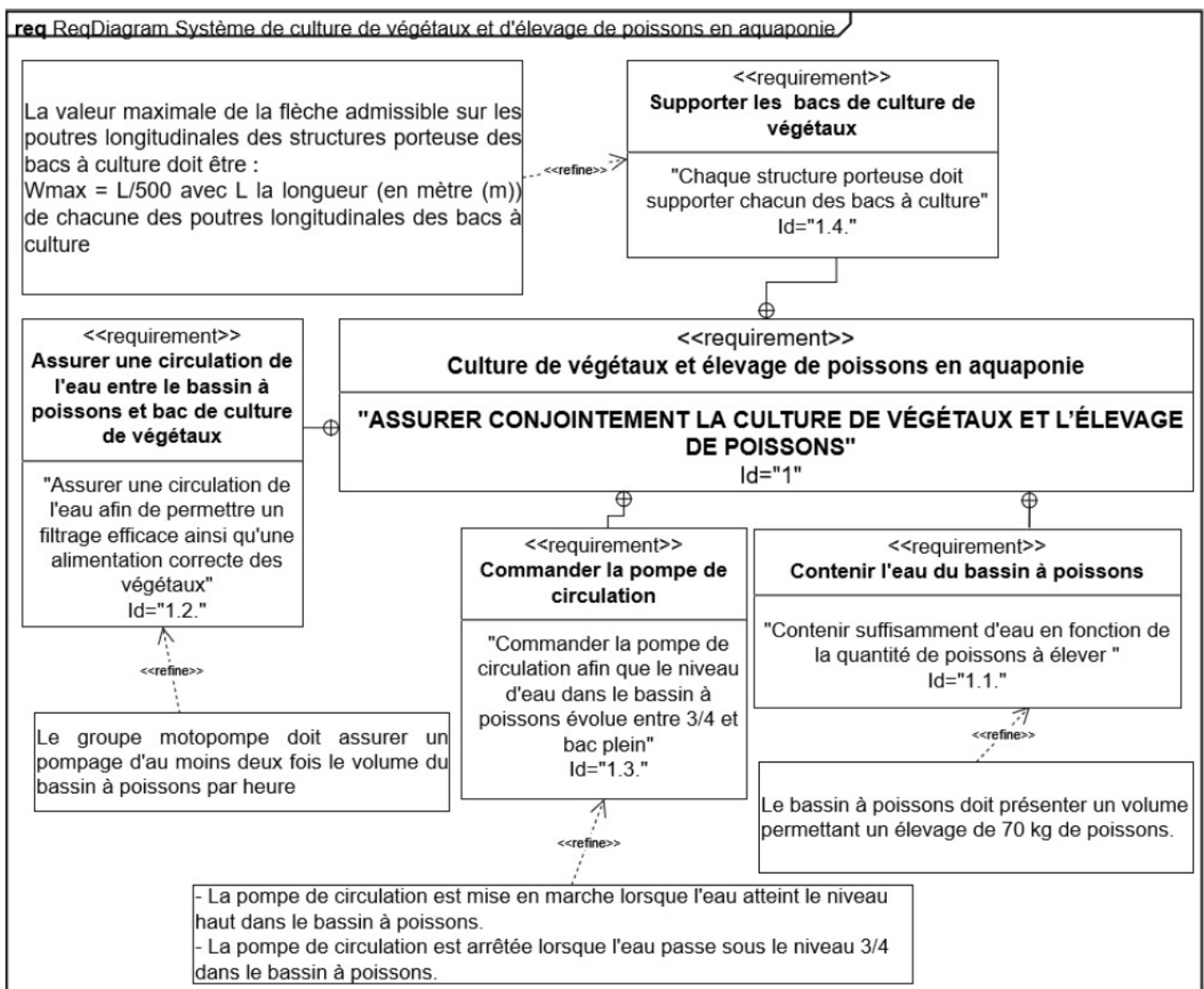
$$P_{AM} = \frac{P}{\eta_p \times \eta_m} = 721,3 \text{ W}$$

Conclure quant à l'intérêt du projet en termes de développement durable et de pertinence, avec le cahier des charges, dans le choix et le dimensionnement de chacune des stations aquaponiques.

Le dimensionnement des composants répond aux cahiers des charges.

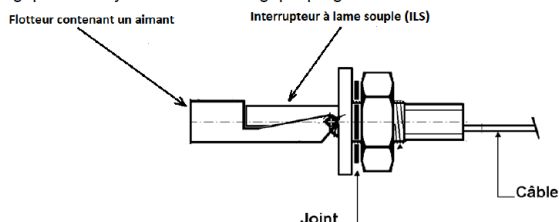
- Le volume d'eau du bassin contient suffisamment d'eau pour élever la quantité de poissons de 70 kg.
- Le groupe motopompe choisi permet d'assurer le pompage d'au moins deux fois le volume à poissons par heure.

DT1 : diagramme des exigences

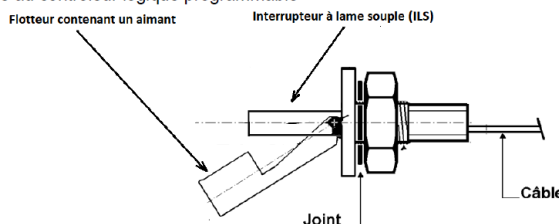


DT2 : description du fonctionnement des capteurs à flotteur

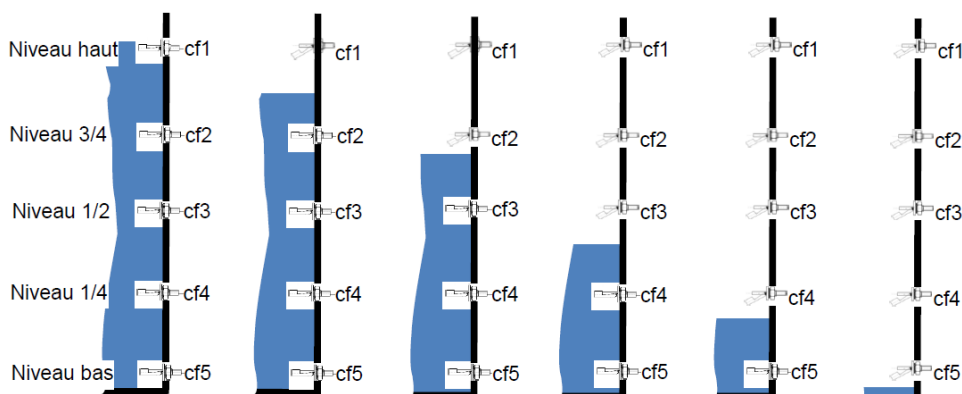
- Eau au niveau du capteur ou au-dessus : contact de l'interrupteur à lame souple fermé ; niveau logique 1 envoyé au contrôleur logique programmable.



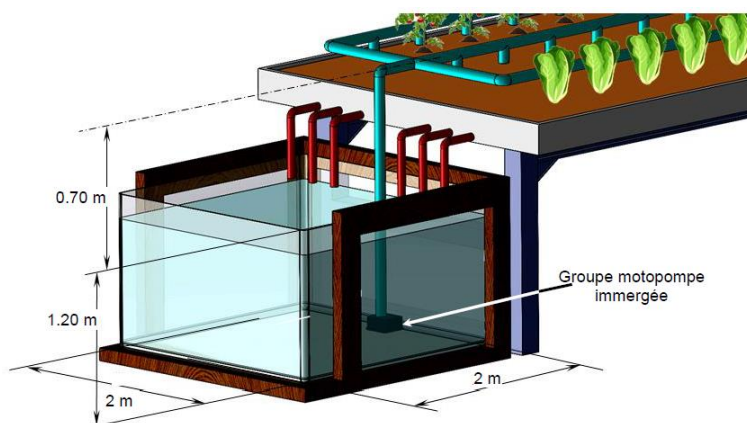
- Eau en-dessous du capteur : contact de l'interrupteur à lame souple ouvert ; niveau logique 0 envoyé au contrôleur logique programmable



DT3 : disposition des capteurs à flotteurs des bassins à poissons différents niveaux d'eau



DT4 : représentation 3D d'une station aquaponique



DT5 : calcul de la puissance fournie par une pompe immergée

$$H_{MT} = H_R + J_R + P_R$$

- avec : - H_{MT} la hauteur manométrique totale en mètre de colonne d'eau (mCE)
 - H_R la hauteur de refoulement en mètre de colonne d'eau (mCE)
 - J_R les pertes de charge au refoulement en mètre de colonne d'eau (mCE)
 - P_R la pression désirée au point le plus élevé de l'installation en mètre de colonne d'eau (mCE)

$$P = (Q \cdot H_{MT} \cdot g) / 60$$

- avec : - P la puissance utile de la pompe (W)
 - Q le débit (l·min⁻¹)
 - H_{MT} la hauteur manométrique totale en mètre de colonne d'eau (mCE)
 - g l'accélération liée à la pesanteur ($g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$)

DT6 : groupes motopompes – courbes de performance

H_{MT} en mCE

