

## Document 4 – Choix de la technologie de batterie


Le choix de la **technologie de la batterie** est une étape **cruciale** dans la conception de tout système autonome. En milieu aquatique, l'**autonomie**, la **légèreté** et la **durée de vie** sont des impératifs techniques qui dépendent directement de la solution de stockage d'énergie retenue. Notre cahier des charges exige de **choisir la technologie** qui offre le **meilleur compromis global**, c'est-à-dire celle qui présente le plus d'avantages pour garantir l'efficacité, la longévité et la viabilité économique du robot.

Technologie de la Batterie	Densité Énergétique (Wh/kg)	Capacité de charge en Ah	Durée de Vie en Cycles de charge	Temps de Charge	Coût à l'achat	Impact Environnemental (Matières et Recyclage)
Lithium-ion (Li-ion)	250	20	500 - 1000	3 h	Élevé	Utilisation de cobalt, recyclage complexe mais en amélioration.
Lithium Fer Phosphate (LiFePO4)	180	18	2000 - 6000	4 h	Moyen	Pas de cobalt, utilisation de fer. Meilleure sécurité et durée de vie.
Nickel-Métal Hydrure (Ni-MH)	120	10	300 - 1000	8 h	Moyen	Faible impact, ne contient pas de cadmium ni de plomb. Recyclage bien établi.
Plomb-Acide (AGM/GEL)	50	7	200 - 500	16 h	Faible	Contient du plomb, mais le taux de recyclage est très élevé

### Explications des Caractéristiques Clés :

- **Densité Énergétique (Wh/kg) :** Représente la quantité d'énergie stockée par unité de masse (poids). Une valeur élevée signifie que le robot peut fonctionner **plus longtemps** pour un même poids de batterie, ce qui est **crucial pour l'autonomie en mer**.
- **Capacité de Charge (Ah ou mAh) :** Représente la quantité totale de charge électrique que la batterie peut fournir. Dans ce tableau, elle permet d'illustrer la différence d'énergie stockée pour des blocs de taille comparable. Une capacité élevée permet également de **soutenir les besoins en énergie sur une longue période** (autonomie).
- **Durée de Vie (Cycles de charge) :** Indique combien de fois la batterie peut être rechargée avant que sa capacité ne diminue significativement. Essentiel pour la **rentabilité** et la **longévité** du robot, car cela réduit la fréquence de remplacement des batteries.

## Caractéristiques des Ressources Utilisées dans les Batteries

- **Cobalt** : Ressource **critique** et **onéreuse**. Son extraction soulève souvent des problèmes éthiques et environnementaux majeurs, notamment pour les batteries Lithium-ion (NMC).
- **Lithium** : Métal léger essentiel à toutes les batteries Lithium-ion (Li-ion, LFP). Bien que l'on ne parle pas de pénurie immédiate, c'est une ressource dont la demande explose, rendant son extraction **énergivore** et **localisée**.
- **Plomb** : Métal lourd **toxique** présent dans les batteries Plomb-Acide. Son utilisation est strictement réglementée. Son grand avantage réside dans son taux de **recyclage très élevé** (supérieur à 95 % ) , ce qui diminue l'impact de l'extraction minière.
- **Nickel** : Utilisé dans les batteries Nickel-Métal Hydrure (Ni-MH) et certaines chimies Lithium-ion (NMC). C'est un métal plus **abondant** que le cobalt, mais son extraction a un impact environnemental notable.
- **Fer et Phosphate** : Utilisés dans les batteries Lithium Fer Phosphate (LFP). Ce sont des éléments **abondants** et **peu coûteux**, ce qui confère à cette chimie une meilleure sécurité et un moindre impact environnemental lié à l'approvisionnement en matières premières.
- **Cadmium** : Métal lourd **très toxique** (utilisé dans les anciennes batteries Ni-Cd, généralement remplacées par les Ni-MH). C'est pourquoi le Nickel-Métal Hydrure est considéré comme moins polluant.