

Panorama des technologies et des utilisations

Anne LE MINOR

Ingénieur conseil – Carsat Hauts de France

JOURNÉE
TECHNIQUE

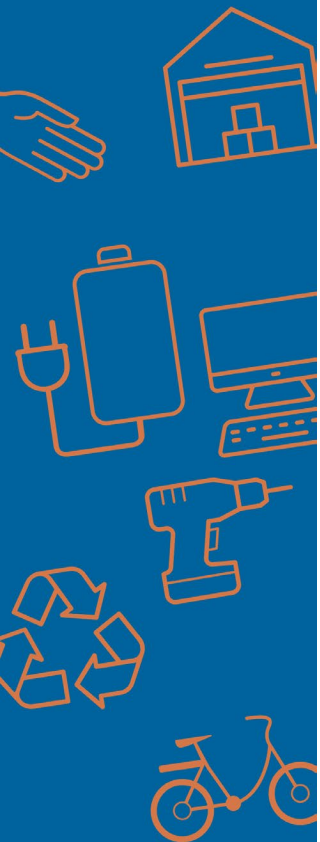
**BATTERIES
LITHIUM**

TOUS UTILISATEURS
TOUS ACTEURS DE LA PRÉVENTION

22 NOVEMBRE 2022
Maison de la RATP – Paris

SOMMAIRE

- 1 La carte d'identité du Lithium et ses ressources
- 2 Les batteries au Lithium : Généralités
- 3 Les risques



Les batteries Lithium

- Carte d'identité du Li
- Ses ressources

Carte d'identité du Lithium (Li)

- Métal blanc argenté, mou et très léger,
- Dans le tableau périodique, il appartient à la famille des alcalins avec 3 électrons dont un seul électron sur son orbite externe.
- Métal instable, n'existe pas à l'état naturel,
 - *Très réactif comme tous les alcalins
 - *S'oxyde très rapidement au contact de l'eau (H_2 , $LiOH$) et de l'air (Li_2O),

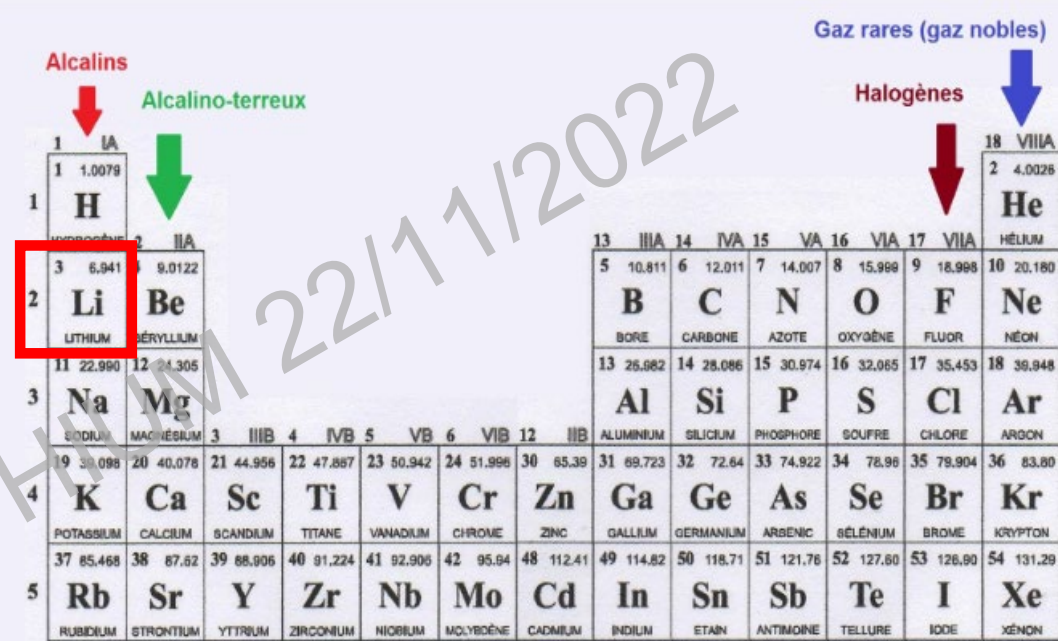


Tableau périodique des éléments chimiques. Le Lithium (Li) est souligné en rouge dans la cellule (2, 1). Les groupes sont étiquetés : Alcalins (IA), Alcalino-terreux (IIA), Gaz rares (gaz nobles) (VIIIA), et Halogènes (VIIA). Les périodes sont indiquées de 1 à 5.

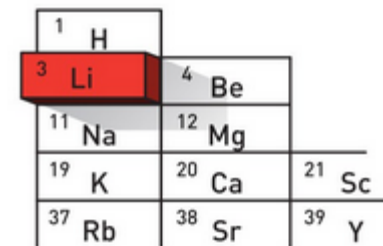
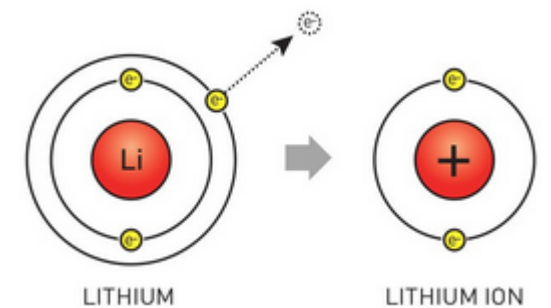
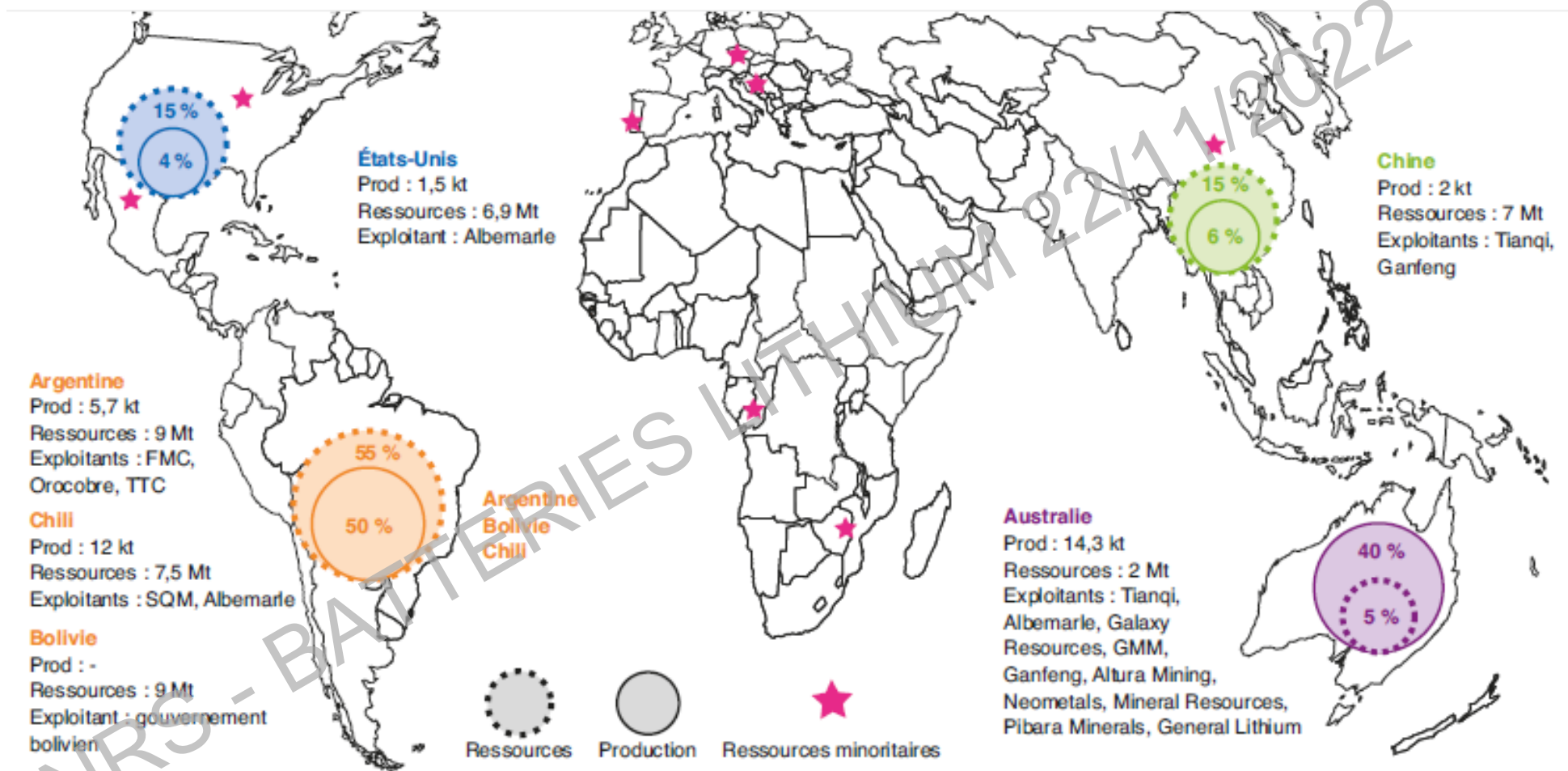


Tableau périodique simplifié montrant les éléments de la première et deuxième périodes. Le Lithium (Li) est souligné en rouge dans la cellule (2, 1).

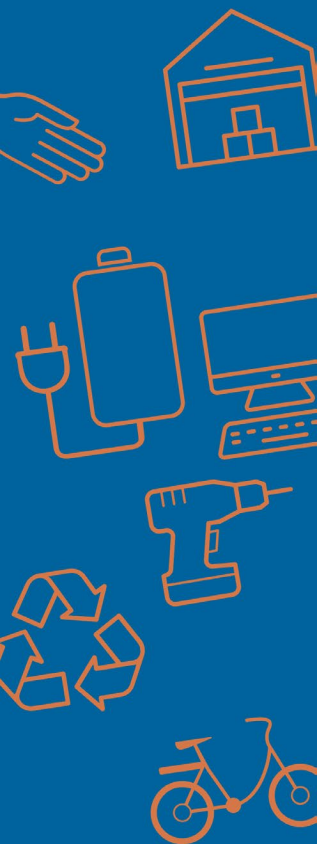


Répartition des ressources du Lithium



Sources : USGS (2017), annonces des producteurs

Répartition des ressources (en pointillés) et de la production primaire mondiale (en trait plein), avec les principales entreprises présentes sur les sites de production actuels et les projets en cours (données 2016)



Les batteries Lithium

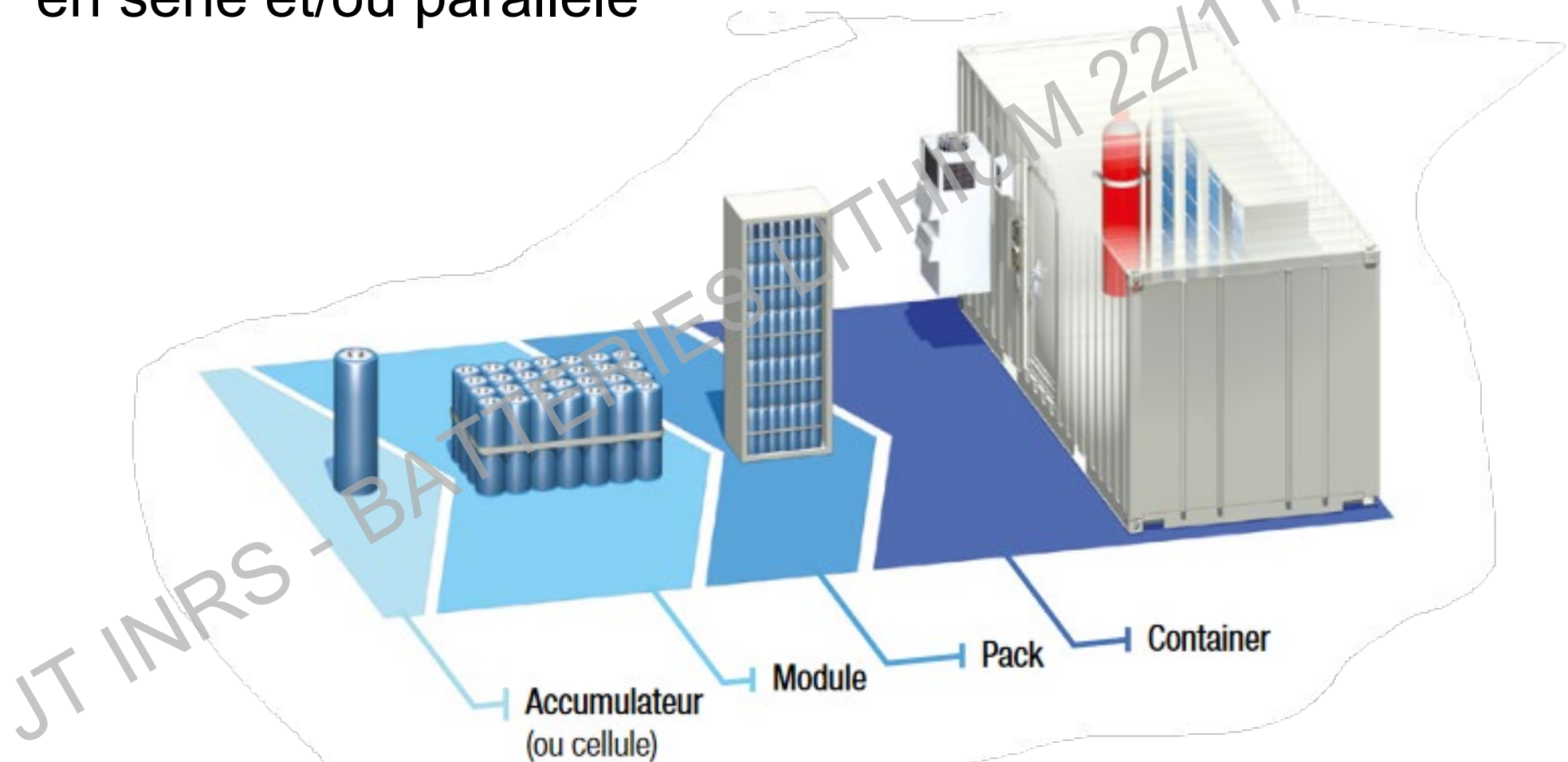
- Généralités

Quelques définitions

- **Stockage électrochimique** : système qui permet de stocker de l'énergie sous forme chimique, pour la restituer, au besoin, sous forme électrique
- **Pile** : système électrochimique, non rechargeable
- **Accumulateur ou cellule** : système électrochimique, rechargeable
- **Cycle** : Un cycle correspond à une décharge totale, puis à une recharge complète.

Mais comment est constituée une batterie Lithium ?

- Batterie : constituée d'accumulateurs (ou cellules) assemblés en série et/ou parallèle



Caractéristiques essentielles d'une batterie

- Tension nominale (V) : tension moyenne pendant la décharge
- Capacité nominale (Ah) : quantité d'énergie électrique pouvant être stockée

	Tension nominale (V)	Capacité nominale (Ah)	Poids (kg)	Nombre de cellules
Cellule unitaire	3,2 – 3,7	2,2 – 3,9	0,02 – 0,05	–
Ordinateur portable	11 – 15	2,6 – 5,2	0,2 – 0,5	3 – 8
Outillage électroportatif	12 – 48	2 – 12	0,2 – 1	10 – 40
Vélo électrique	24 – 48	10 – 20	3 – 8	10 – 50
Véhicule électrique	300 – 500	100 – 250	300 – 600	200 – plusieurs milliers
Container de stockage	600 – 800	1000 – 2000	14 000 – 19 000	Non limité <i>a priori</i>

- BMS (Battery Management System) : gestionnaire de la batterie
 - Gérer la charge de chaque cellule
 - Détecter et désactiver les cellules défectueuses (tension, température...)
 - Limiter les risques de réactions incontrôlées

Utilisations principales



Les différents types de cellules

■ Cellules cylindriques

- Enveloppe résistante
- Capacité énergétique limitée 2-3 Ah (nombre important à assembler)
- Vélos, trottinettes, ordinateurs, outillage, véhicules



■ Cellules poches (pouch)

- Enveloppe fragile mais modulable
- Capacité énergétique importante 20-40 Ah
- Téléphones, véhicules



■ Cellules prismatiques

- Enveloppe la plus résistante
- Très grande capacité énergétique 100-300 Ah
- Applications industrielles, véhicules

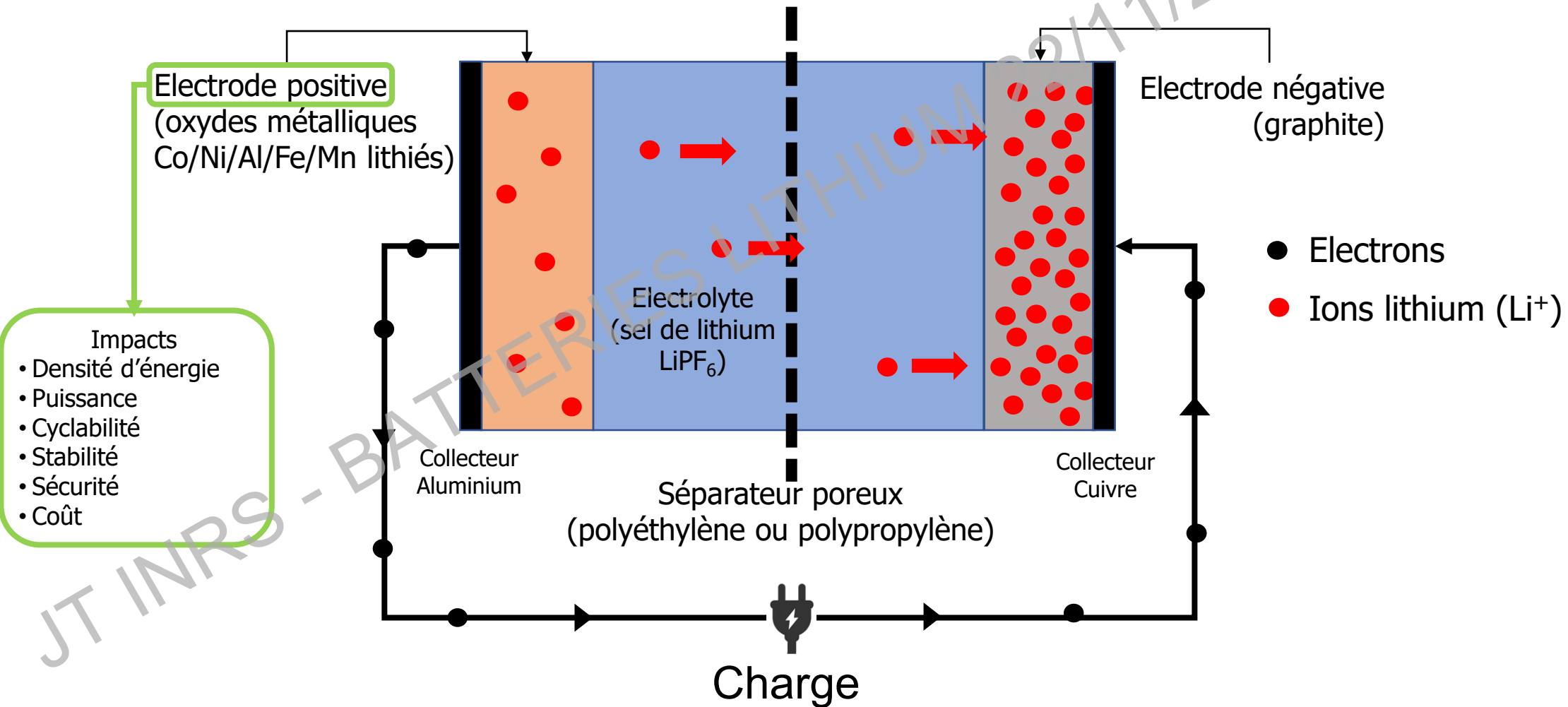


Les batteries au Lithium

- Deux technologies de batteries au lithium :
 - Batteries au lithium ionique
 - ✓ Electrolyte liquide : Li-ion
 - ✓ Electrolyte polymère : Li-Po
 - Batteries au lithium métal (LMP - Lithium métal polymère)

Un peu de chimie

Li-ion



Les différentes technologies

- Des architectures variables
- Trois éléments principaux
 - ❖ Anode
 - ❖ Cathode
 - ❖ Electrolyte
- Deux cathodes principales
 - ✓ NMC: Lithium Nickel
Manganèse Cobalt
 - ✓ LFP: Lithium Fer Phosphate

Matériaux de cathode	Energie spécifique en Wh/kg	Capacité spécifique (théorique/expérimentale) en mAh/g	Fem en V	Cyclabilité
LCO	150-200	274/148	3,6	500-1000
LNO	150-200	275/150	3,6	300-600
LMO	100-150	285/140	3,7	300-700
NMC	150-200	280/180	3,6-3,7	1000-3000
NCA	200-260	279/200	3,6	500
LFP	90-120	170/165	3,2-3,3	1000-2000
Li-S	2500 (théorique) 500 (expérimentale)	1000	2,2	100
Li-Air	3500 (théorique)	2000	3,0-3,2	50

Utilisation : Cycle de vie

Types de batteries Li-ion	Année	Energie spécifique (Wh/Kg)	Cycle de vie
LCO	1991	160	300
LMO	1996	140	300
NCA	1999	240	500
LFP	1998	120	2000
NMC	2006	200	500

LCO: Lithium Cobalt Oxyde → Téléphones, ordinateurs

LMO: Lithium Manganèse Oxyde → Outils, équipement médical, voitures

NCA: Lithium Nickel Cobalt Aluminium → Stockage d'énergie

LFP: Lithium Fer Phosphate → Equipements médicaux, voitures (« équivalent Pb »)

NMC: Lithium Nickel Manganèse Cobalt → Outils, vélos, voitures

Des « chimies » de plus en plus pauvres en Cobalt Co ...

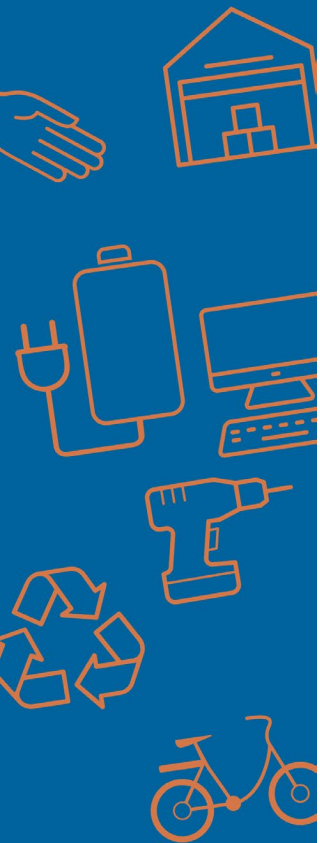
Types de batteries Li-ion	Année	Energie spécifique (Wh/Kg)	Cycle de vie
NMC	2006	200	500

Lithium Nickel Manganèse Cobalt

NMC 333 : 33% Nickel – 33% Manganèse – 33% Cobalt

NMC 622 : 60% Nickel – 20% Manganèse – 20% Cobalt

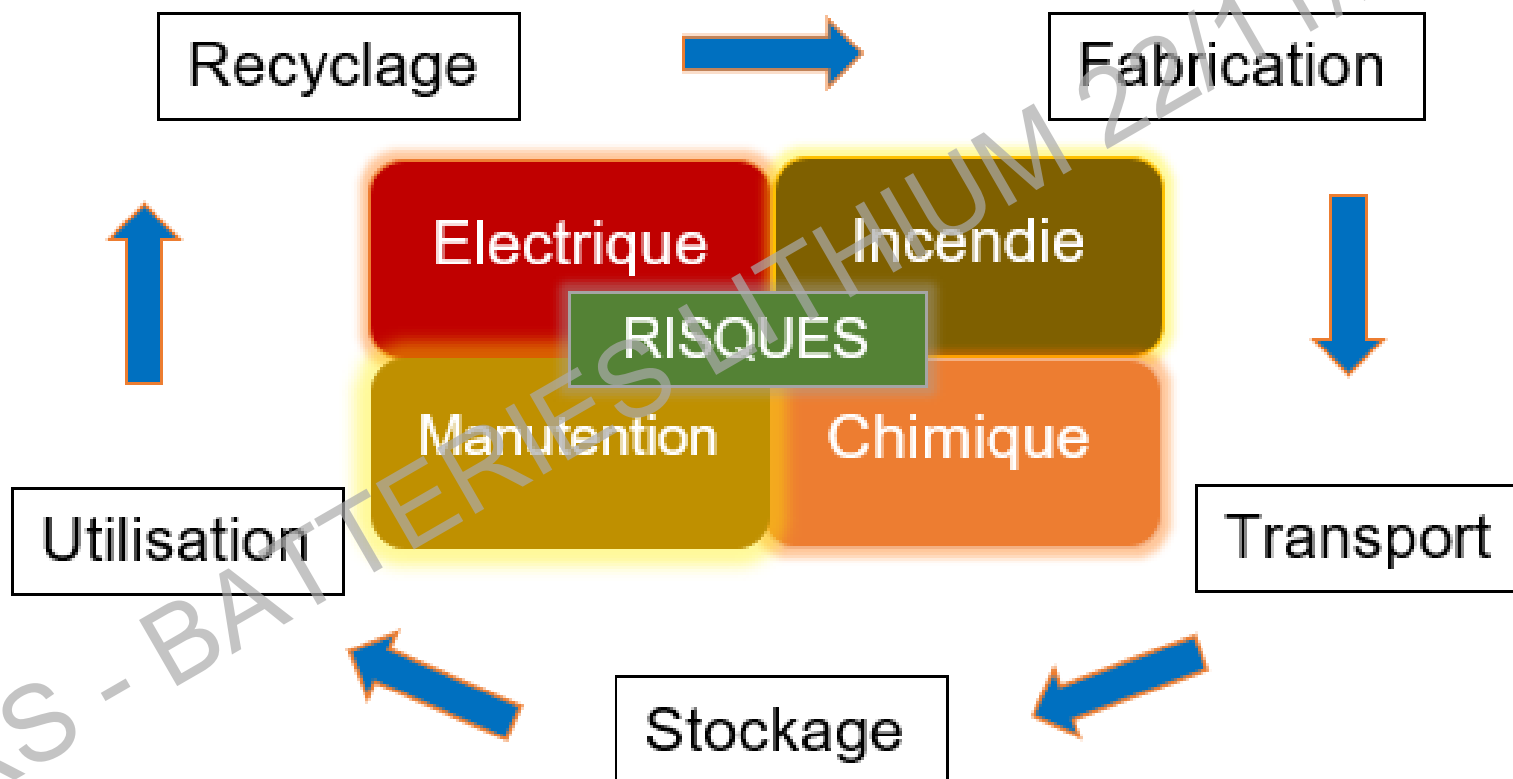
NMC 811 : 80% Nickel – 10% Manganèse – 10% Cobalt



Les batteries Lithium

- Risques et accidentologie

Quels risques pour les travailleurs ...

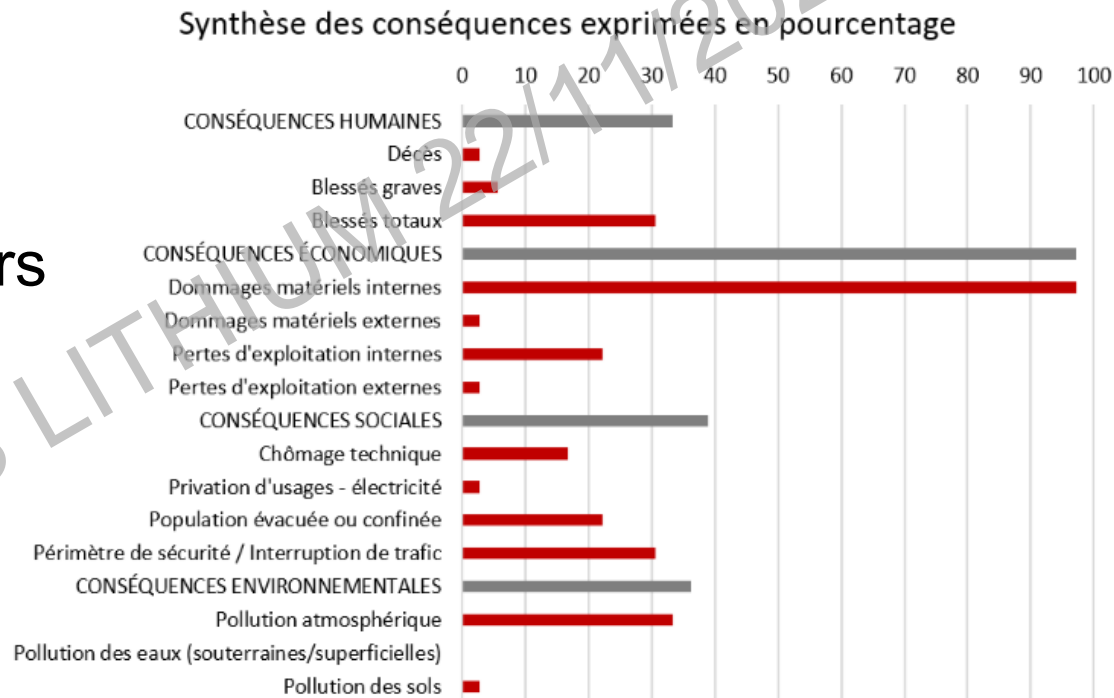


Accidentologie durant les étapes du cycle de vie des batteries

- **Industriels** – Rapport BARPI (Bureau d'analyses des risques et pollutions industrielles)

https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/uploads/2022/02/Implication_batteries_Lithium-ion_final.pdf

- 36 évènements depuis 2000,
 - hors utilisation par des particuliers
 - hors secteur déchets

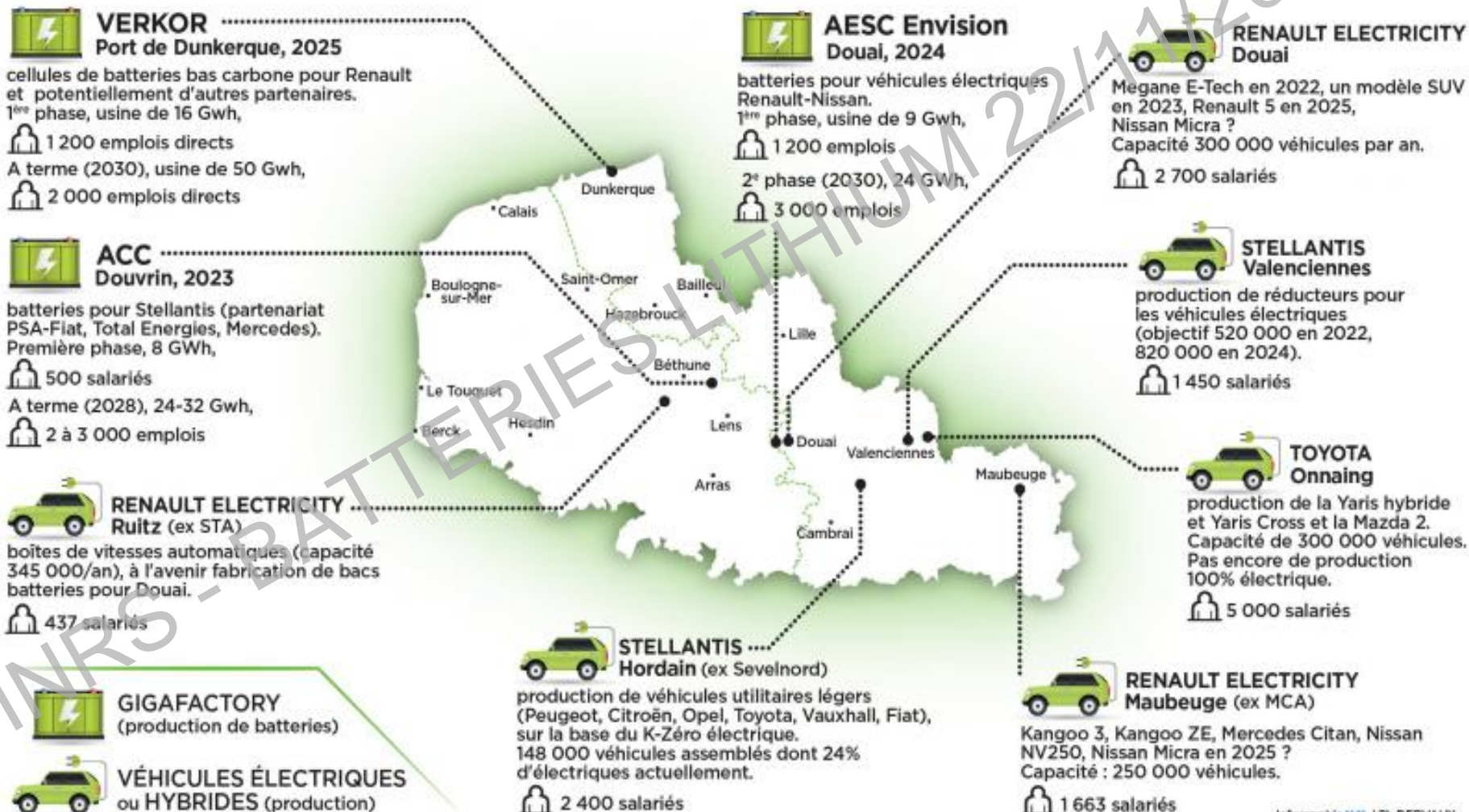


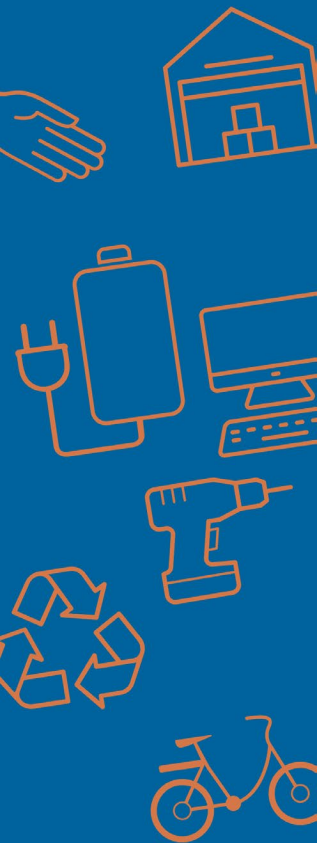
- **Domestiques**
 - Incendie de batteries de téléphones portables, de trottinettes, de cigarettes électroniques, de véhicules



Véhicules électriques : 3 « gigafactories » font des Hauts de France la « vallée de la batterie »

LA PRODUCTION AUTOMOBILE ÉLECTRIQUE AUJOURD'HUI... ET DEMAIN ?





Merci pour votre attention

