
Table des matières

Introduction	9
PREMIÈRE PARTIE. LES ÉLECTRODES NÉGATIVES	15
Introduction de la première partie	17
Chapitre 1. Les matériaux « classiques » : mécanisme d'insertion	19
1.1. Le carbone graphite	19
1.1.1. Mécanismes d'intercalation du lithium	19
1.1.2. Interface électrode/électrolyte et additifs	20
1.2. Oxydes de titane	22
1.2.1. $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$	23
1.2.2. TiO_2	24
1.2.2.1. Différents arrangements cristallographiques	24
1.2.2.2. Performances et mécanismes	25
1.2.2.3. Optimisations	26
Chapitre 2. Vers d'autres matériaux, d'autres mécanismes	29
2.1. Le silicium	30
2.1.1. Mécanisme de lithiation/délithiation	30
2.1.2. Silicium nanostructuré	32
2.1.3. Formulation d'électrode	33
2.1.4. Mécanismes de vieillissement	33
2.2. Autres éléments du bloc <i>p</i>	35

2.2.1. Les alliages	35
2.2.1.1. L'étain	35
2.2.1.2. L'antimoine, le phosphore	36
2.2.2. Les matériaux de conversion	37
2.2.3. Les limitations : changements volumiques et instabilité de la SEI	38
2.2.4. La nanostructuration	39
2.2.5. La formulation d'électrode	40
2.2.6. La formulation d'électrolyte : effet des additifs	41
Conclusion de la première partie : bilan sur les électrodes négatives	43
DEUXIÈME PARTIE. LES ÉLECTRODES POSITIVES	45
Introduction de la deuxième partie	47
Chapitre 3. Les oxydes lamellaires de métaux de transition comme matériaux d'électrode positive pour batteries Li-ion : de LiCoO_2 à $\text{Li}_{1+x}\text{M}_{1-x}\text{O}_2$	49
3.1. L'oxyde lamellaire LiCoO_2 : le point de départ	49
3.2. De LiNiO_2 initialement étudié comme une alternative à LiCoO_2 , à la commercialisation de $\text{LiNi}_{0.80}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ (NCA) et $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ (NMC)	53
3.3. Interfaces électrode/électrolyte et phénomènes de vieillissement des oxydes lamellaires	57
3.4. Des oxydes lamellaires dits <i>Li-rich</i> de fortes capacités	62
3.4.1. Vers des capacités massiques inédites	62
3.4.2. Phénomènes de surface et stabilisation de l'interface électrode/électrolyte	65
3.4.3. Conclusion	67
Chapitre 4. Des alternatives aux oxydes lamellaires	69
4.1. Les matériaux de structure spinelle : de LiMn_2O_4 à $\text{LiNi}_{1/2}\text{Mn}_{3/2}\text{O}_4$	69
4.1.1. LiMn_2O_4 , un matériau à structure tridimensionnelle	69
4.1.2. Dissolution de LiMn_2O_4 à l'interface avec l'électrolyte	71

4.1.3. $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$: vers les hauts potentiels	73
4.1.4. Amélioration de l'interface électrode/électrolyte à haut potentiel	74
4.2. La phase de structure olivine LiFePO_4 : une petite révolution	75
Conclusion	81
Bibliographie	83
Index	97