

## DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **17 novembre 2023**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Madame SHVETSOVA Anastasiia**

Titre de la thèse : « *Phosphorylation des précurseurs prébiotiques sur la Terre primitive* »

### Résumé



L'une des étapes clés de l'émergence de la vie est la phosphorylation spontanée de précurseurs prébiotiques qui sont essentiels à l'intégrité, à l'hérédité et au métabolisme des cellules vivantes. Dans l'hypothèse de conditions favorables à la formation de biopolymères complexes sur la Terre primitive, il y a environ quatre milliards d'années, la principale source de phosphore aurait pu être apportée par des météorites sous la forme de minéraux tels que, entre autres, la merrillite ou la schreibersite. S'ils ne l'étaient pas déjà, ils se seraient ensuite oxydés à la surface de la Terre primitive, principalement en orthophosphate inorganique (Pi) et en phosphates condensés (Pni). Les réactions de phosphorylation à partir du Pi sont thermodynamiquement défavorables en présence d'eau et nécessitent la médiation d'un agent de condensation, par exemple des composés d'azote réduit non volatils et hydrolysables tels que le cyanamide, l'urée, etc. Sur la Terre primitive, cela aurait pu se produire lors de cycles humides et secs sur les terres émergées (une zone de marée) ou dans les monts hydrothermaux du plancher océanique et les geysers terrestres.

Dans ce travail, nous avons étudié les réactions de phosphorylation d'alcools à partir de glycérol et de ses dérivés et de nucléosides dans des conditions arides à 75 ou 115 °C à l'état sec (mélanges liquide-solide avec seulement des traces d'eau), à la pression atmosphérique et à haute pression-haute température (115 °C, <1 GPa).

Nous avons confirmé la nécessité d'un agent de condensation pour réaliser la phosphorylation et identifié des alternatives à l'urée généralement utilisée, telles que les carboxamides et le N-cyanoformamide de sodium. Parallèlement, nous avons varié la source de phosphore (l'orthophosphate inorganique, le thiophosphate ou le métaphosphate cyclique condensé) et les minéraux naturels contenant du P (struvite, vivianite et canaphite). Nous avons également étudié différents excès molaires des agents de condensation et leur effet sur le rendement de la réaction. Les produits de réaction ont été identifiés et quantifiés par RMN (spectroscopie de résonance magnétique nucléaire), MS (spectrométrie de masse) et CLHP (chromatographie liquide à haute performance).

En résumé, nous concluons que la phosphorylation des précurseurs prébiotiques est possible avec des rendements relativement élevés, même dans les conditions difficiles et sèches de la Terre primitive. La présence d'un agent condensant est obligatoire dans les

réactions avec les dérivés glycériques à longue chaîne de carbone comme le MPG et les nucléosides. De plus, un excès d'agent condensant augmente les rendements de la réaction. L'approche proposée pour ces produits phosphorylés dans des conditions prébiotiques ouvre la perspective d'une oligomérisation plus poussée des nucléotides en oligonucléotides pour donner de l'ARN ou de l'ADN et des dérivés glycérinés phosphorylés en phospholipides pour les vésicules ou les membranes cellulaires.