



# L'aloé vera dans la formulation de SAMs pour l'adhérence et la tribologie

Agathe Rougier<sup>1\*</sup>, M. Aufray<sup>2</sup>, F. Lallemand<sup>1</sup>, F. Touyeras<sup>1</sup>, X. Roizard<sup>3</sup>, J.Y. Hihn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire UTINAM UMR 6213 CNRS, UBFC, Besançon, France

<sup>2</sup>CIRIMAT UMR 5085 CNRS, INPT-ENSIACET, Toulouse, France

<sup>3</sup>Laboratoire FEMTO ST UMR 6174 CNRS, UBFC, Besançon, France

## INTRODUCTION

Dans l'industrie automobile et l'outillage, la phosphatation joue soit le rôle de primaire d'adhérence soit de lubrifiant tout en protégeant contre la corrosion. Ce traitement existe depuis 1906 avec le brevet de T. W. Coslett<sup>[1]</sup>.

- Peu de rejets = Peu de traitements
- Solvant alcoolique et absence de toxicité des molécules actives
- Solution relativement stable
- Un seul rinçage
- Taille du revêtement ordre du nanomètre

Phosphatation

SAM [2]

- Effluents/boues métalliques = station de traitement
- Bain dangereux et irritant (acides concentrés, nitrates, nitrites)
- Bain instable = analyses quotidiennes
- Rinçages contraignants
- Problèmes assemblage (2 à 30 µm)

## Transition écologique

Fonction terminale :



Longueur de la chaîne :

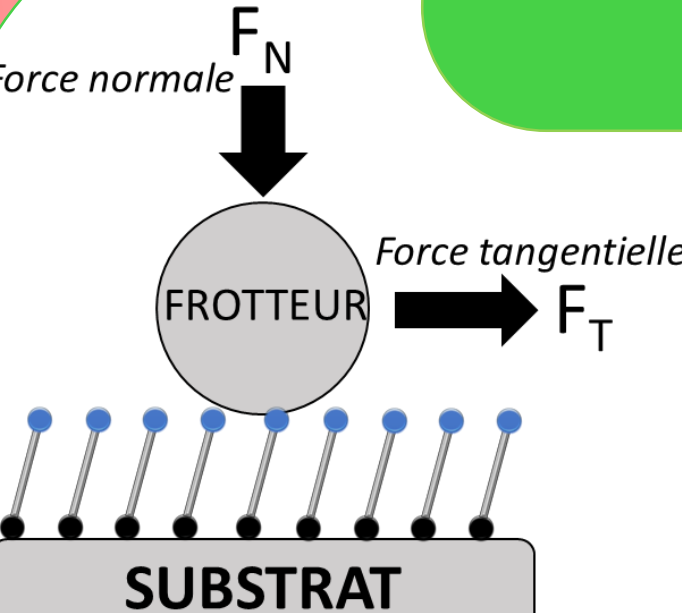


Tête active :



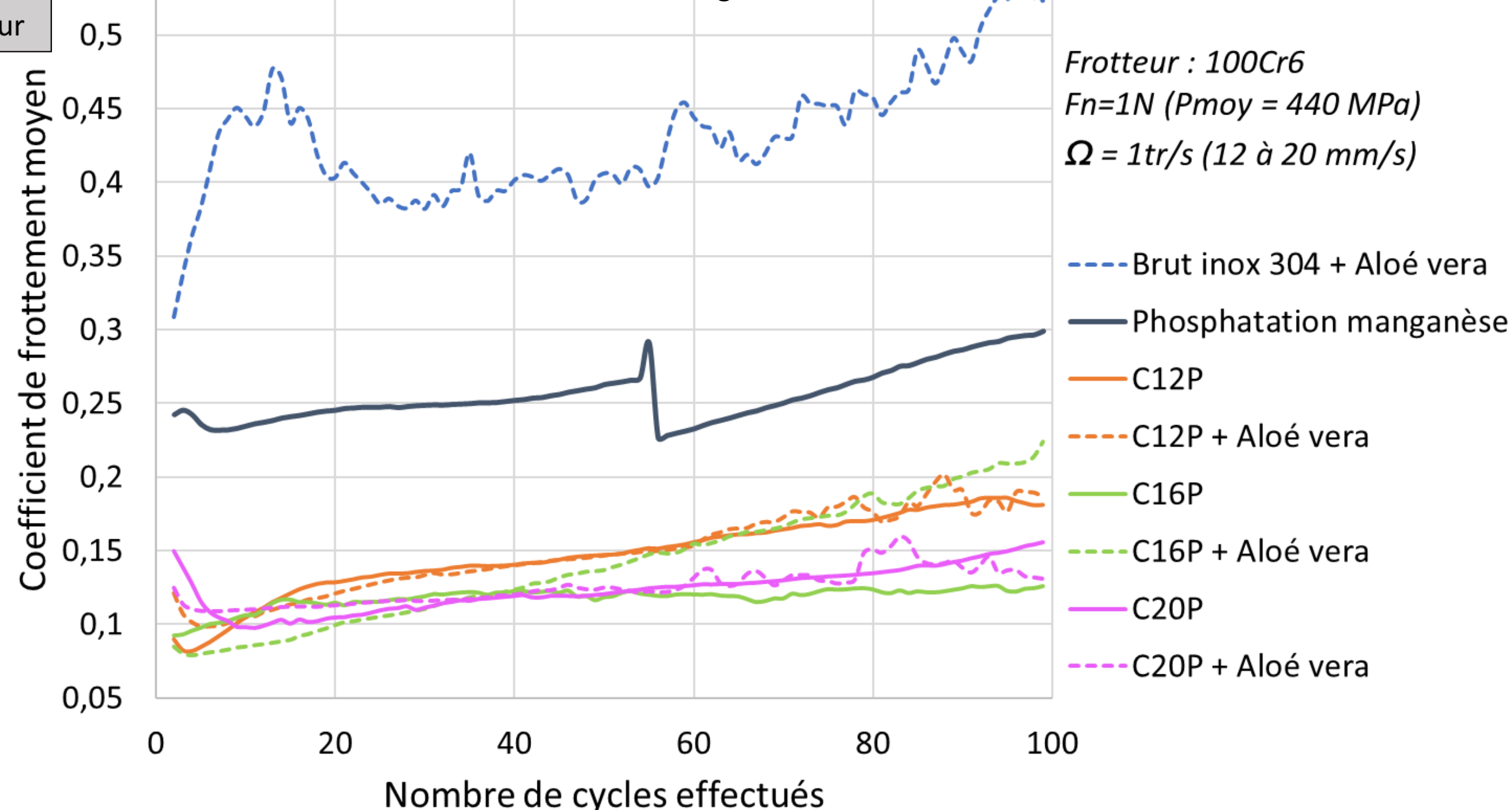
4 à 20 Carbones  
alkylphosphonique

## TRIBOLOGIE [4]



Evolution du coefficient de frottement moyen en fonction du traitement effectué

Greffage : 30s sans rincés 0,05 M - Séchage 30 min à 30°C  
Aloé vera 2 min - Séchage 14 h à 30°C



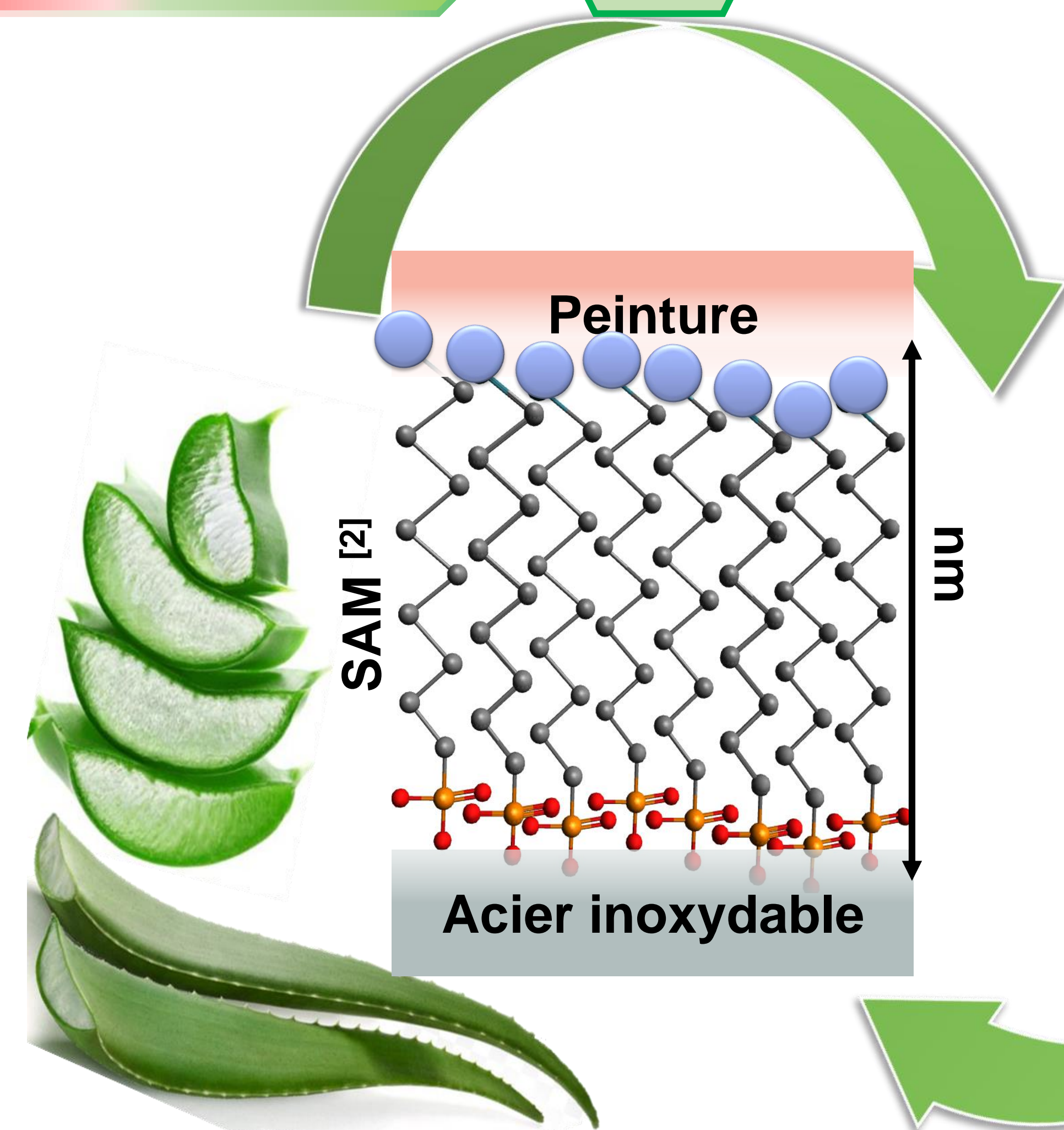
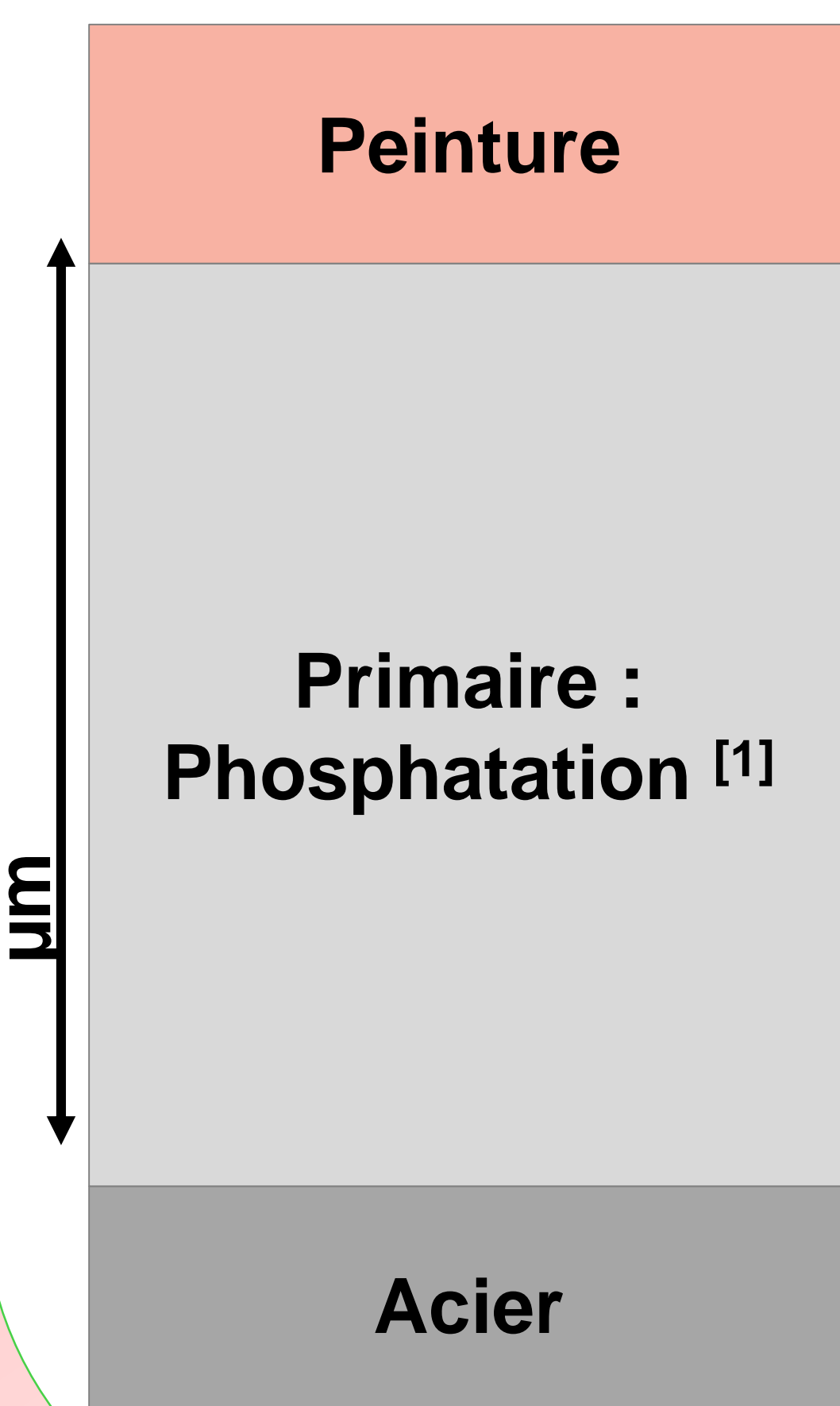
- Les SAMs permettent une amélioration du coefficient de frottement par rapport à la phosphatation
- Plus la longueur de la chaîne carbonée est importante plus le coefficient de frottement est faible
- L'aloé vera n'a pas vraiment d'impact sur le coefficient de frottement mais permet la protection contre la corrosion

## ÉVOLUTION DU PROCÉDÉ

1906

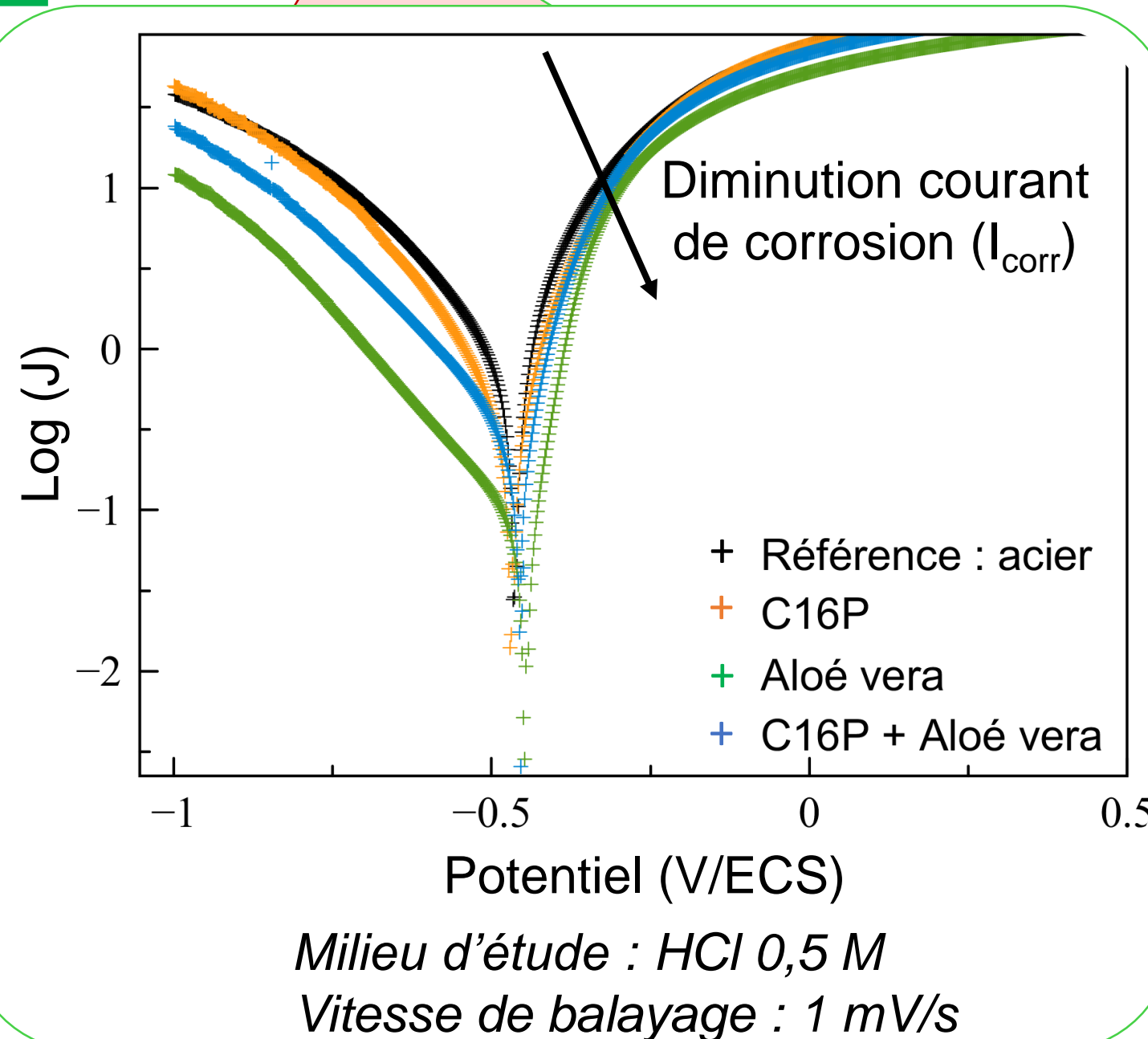
Développement durable

2020

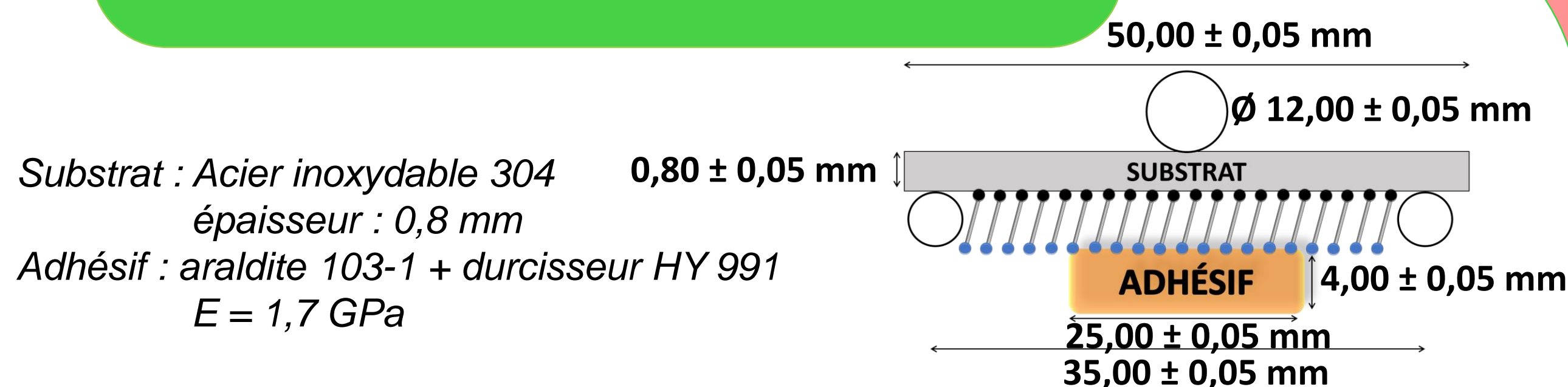


## CORROSION [3]

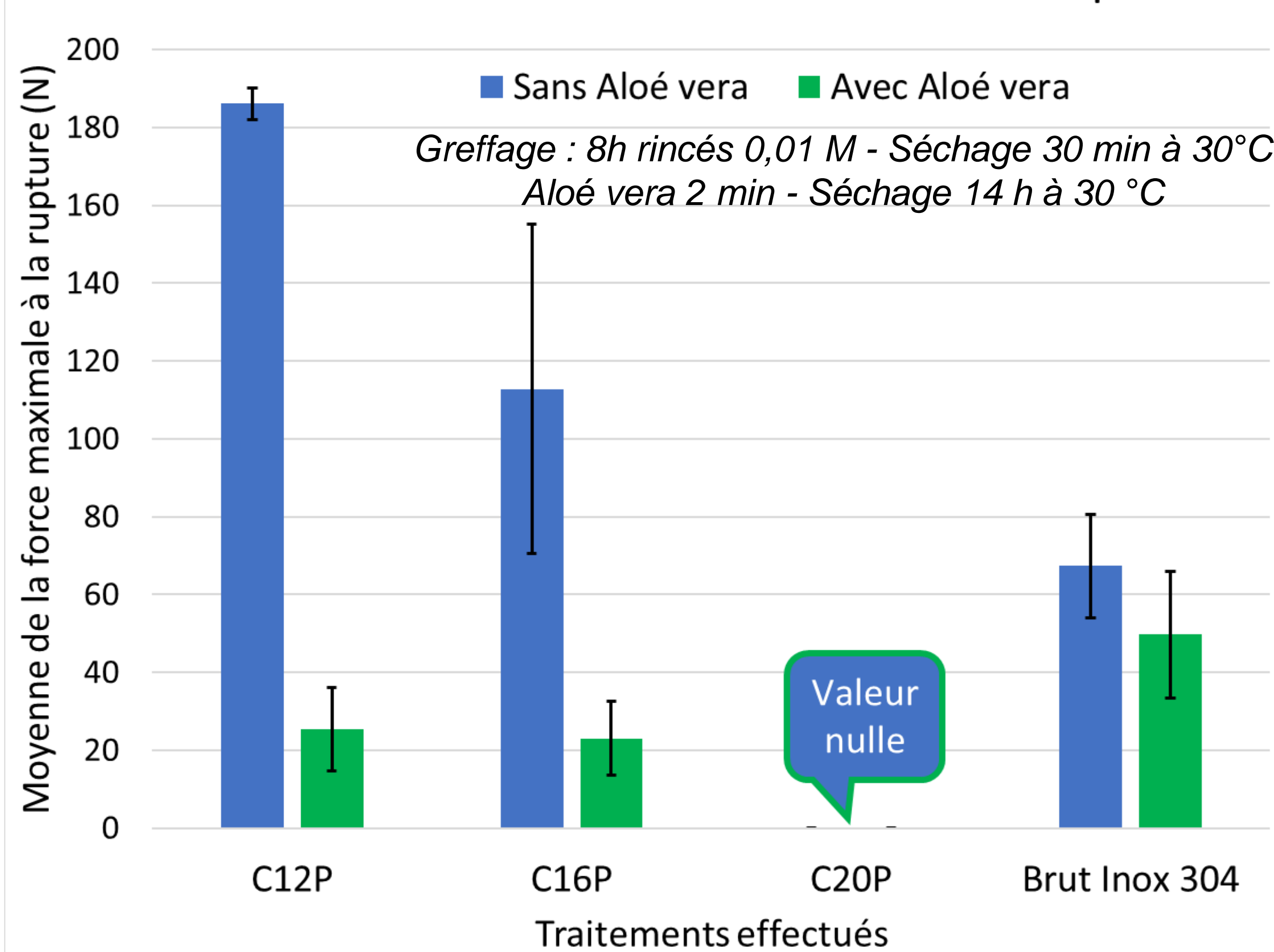
- Les SAMs ne protègent pas assez contre la corrosion
- L'aloé vera permet la diminution du  $I_{corr}$  → corrosion généralisée ralentie
- Le greffage des SAMs en présence d'aloé vera semble un bon compromis pour la résistance à la corrosion



## ADHÉRENCE [5]



Effet du traitement de surface en flexion 3 points



- Le C12P a une meilleure tenue à la rupture que le brut en acier inoxydable 304
- Plus la longueur de la chaîne carbonée est grande moins bonne est la résistance à la rupture
- L'aloé vera permet une protection contre la corrosion mais diminue l'adhérence du système

## CONCLUSIONS

- L'ajout de SAMs permet d'avoir soit des propriétés tribologiques, soit un primaire d'adhérence
- L'augmentation de la longueur de la chaîne carbonée permet d'améliorer les propriétés tribologiques mais diminue l'adhérence
- La solution de remplacement composée de SAMs et d'aloé vera permet une protection contre la corrosion, sans modifier les propriétés tribologiques mais dégrade les propriétés d'adhérences. D'autres SAMs doivent être utilisés pour l'adhérence.

## PERSPECTIVES

Contrôler les propriétés d'adhérence et tribologique après un vieillissement

Déterminer les durées de vie tribologiques des différentes fonctionnalisations

[1] T. W. COSLETT, *Treatment of iron or steel for preventing oxidation or rusting*, British patent 8667 and US patent 870937, 1906 et 1907

[2] A. ULMAN, *Formation and structure of self-assembled monolayers*, Chem. Rev. 1996, 96, 1533-1554

[3] M. MEHDIPOUR, *Electrochemical noise investigation of Aloe plant extract as green inhibitor on the corrosion of stainless steel in 1M H2SO4*, J. Ind. Eng. Chem., (2015), 21, 318-327

[4] X. ROIZARD, *Friction behavior of ferritic stainless steel in a strongly diluted alcohol solution of alkylphosphonic acid*, Tribol. Int., 118 (2018) 465-473

[5] P. NOTHDURFT, *Surface characterization of copper substrates modified with carboxyl terminated phosphonic acids*, Int. J. Adhes. Adhes., v84, Aug. 2018, 143-152