



8ns Debats de Recerca

FÍSICA I QUÍMICA, INVESTIGANT LA REALITAT

Polímers: formació i propietats



Govern d'Andorra

Iker Del Rosal



Laboratoire de Physique et Chimie des Nano-objets
Département de génie physique – INSA
TOULOUSE



POURQUOI LES POLYMERES SONT IMPORTANTS ?

POURQUOI LES POLYMERES SONT IMPORTANTS ?

Les polymères sont partout !!!

POURQUOI LES POLYMERES SONT IMPORTANTS ?

Les polymères sont partout !!!

Lacets : coton

Côtés : cuir et nylon

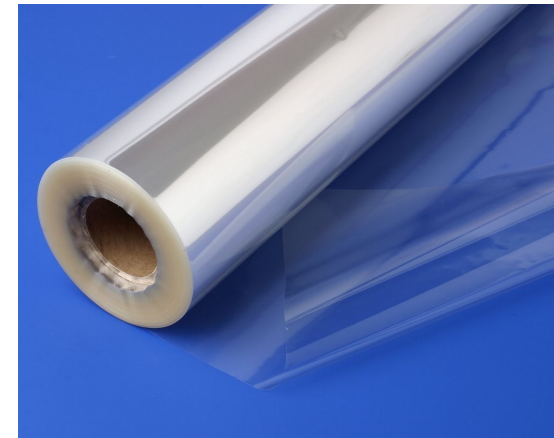
Matelassage : caoutchouc naturel et du polyuréthane

Semelle : poly(styrène-butadiène-styrène)

POURQUOI LES POLYMERES SONT IMPORTANTS ?

Les polymères sont partout !!!

leur souplesse et inaltérabilité : textiles, joints, flexibles, élastiques, films plastiques (emballage, sacs) ;



POURQUOI LES POLYMERES SONT IMPORTANTS ?

Les polymères sont partout !!!

leur souplesse et inaltérabilité : textiles, joints, flexibles, élastiques, films plastiques (emballage, sacs) ;

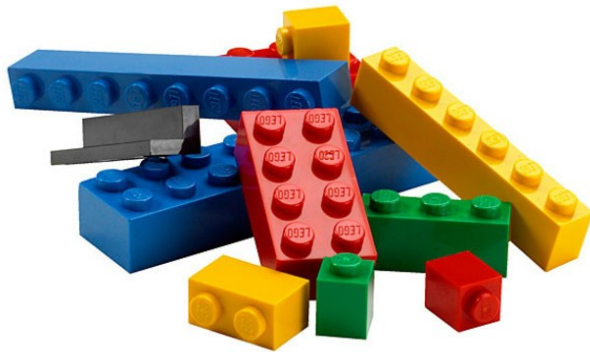


POURQUOI LES POLYMERES SONT IMPORTANTS ?

Les polymères sont partout !!!

leur souplesse et inaltérabilité : textiles, joints, flexibles, élastiques, films plastiques (emballage, sacs) ;

leur facilité de mise en forme : moulage d'objets de forme parfois complexe, contenants (flacons, bouteilles, bidons, cuves) ;



POURQUOI LES POLYMERES SONT IMPORTANTS ?

Les polymères sont partout !!!

leur souplesse et inaltérabilité : textiles, joints, flexibles, élastiques, films plastiques (emballage, sacs) ;

leur facilité de mise en forme : moulage d'objets de forme parfois complexe, contenants (flacons, bouteilles, bidons, cuves) ;



POURQUOI LES POLYMERES SONT IMPORTANTS ?

Les polymères sont partout !!!

leur souplesse et inaltérabilité : textiles, joints, flexibles, élastiques, films plastiques (emballage, sacs) ;

leur facilité de mise en forme : moulage d'objets de forme parfois complexe, contenants (flacons, bouteilles, bidons, cuves) ;

leur légèreté : matrices de matériaux composites (construction navale, aéronautique), objets du quotidien ;



POURQUOI LES POLYMERES SONT IMPORTANTS ?

Les polymères sont partout !!!

leur souplesse et inaltérabilité : textiles, joints, flexibles, élastiques, films plastiques (emballage, sacs) ;

leur facilité de mise en forme : moulage d'objets de forme parfois complexe, contenants (flacons, bouteilles, bidons, cuves) ;

leur légèreté : matrices de matériaux composites (construction navale, aéronautique), objets du quotidien ;



POURQUOI LES POLYMERES SONT IMPORTANTS ?

Les polymères sont partout !!!

leur souplesse et inaltérabilité : textiles, joints, flexibles, élastiques, films plastiques (emballage, sacs) ;

leur facilité de mise en forme : moulage d'objets de forme parfois complexe, contenants (flacons, bouteilles, bidons, cuves) ;

leur légèreté : matrices de matériaux composites (construction navale, aéronautique), objets du quotidien ;

leurs propriétés de surface : anti-adhérence (Téflon) ou au contraire forte adhérence (pneu, peinture, colle) ;



POURQUOI LES POLYMERES SONT IMPORTANTS ?

Les polymères sont partout !!!



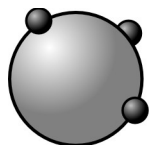
Les matériaux organiques, polymères, constituent l'une des trois grandes classes des matériaux avec les matériaux métalliques et les céramiques.

Qu'est ce qu'un polymère?

Les matériaux organiques, polymères, constituent l'une des trois grandes classes des matériaux avec les matériaux métalliques et les céramiques.

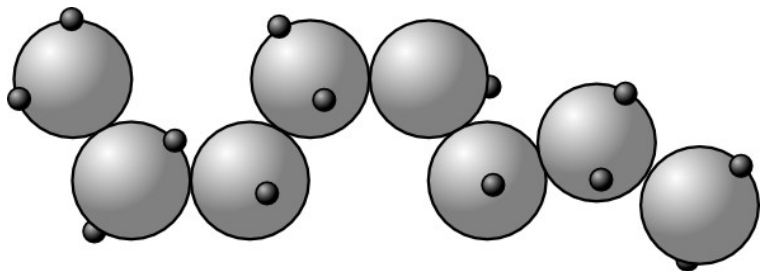
Qu'est ce qu'un polymère?

On a à la base une petite molécule appelée « monomère ». Les monomères s'assemblent pour former la longue chaîne polymère, ce terme signifiant « plusieurs monomères ».



Monomère = perle dont la couleur et la forme dépendent de la nature.

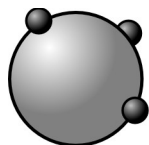
Polymère = collier de perles reliées entre elles par des interactions covalentes qui peuvent être représentées par le fil.



Les matériaux organiques, polymères, constituent l'une des trois grandes classes des matériaux avec les matériaux métalliques et les céramiques.

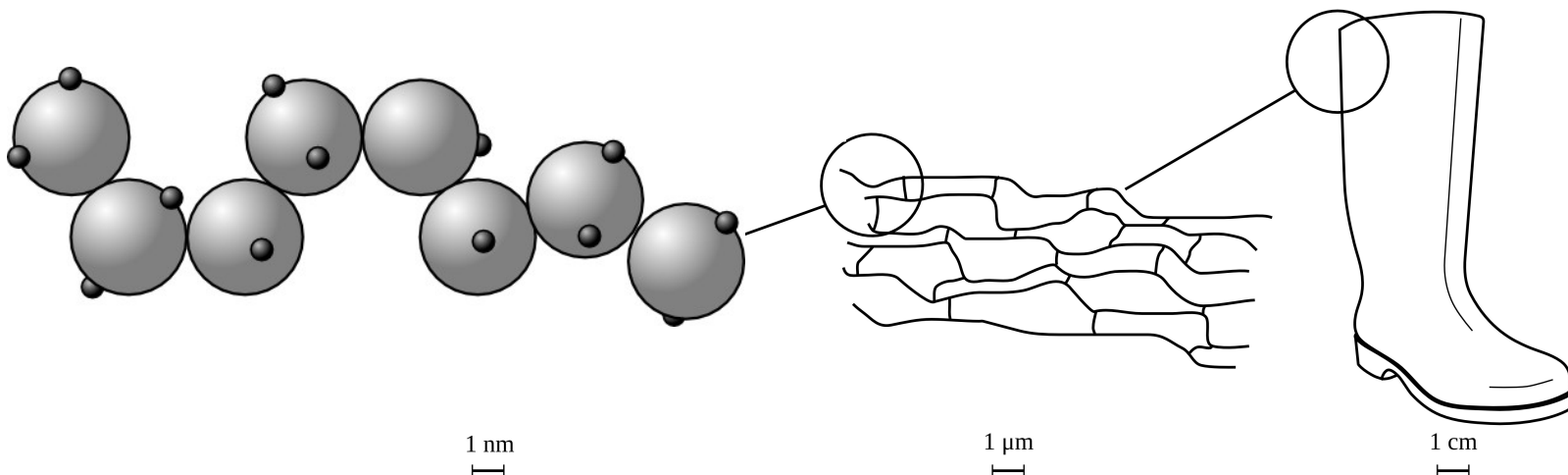
Qu'est ce qu'un polymère?

On a à la base une petite molécule appelée « monomère ». Les monomères s'assemblent pour former la longue chaîne polymère, ce terme signifiant « plusieurs monomères ».

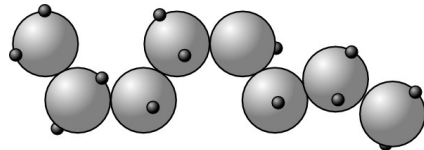


Monomère = perle dont la couleur et la forme dépendent de la nature.

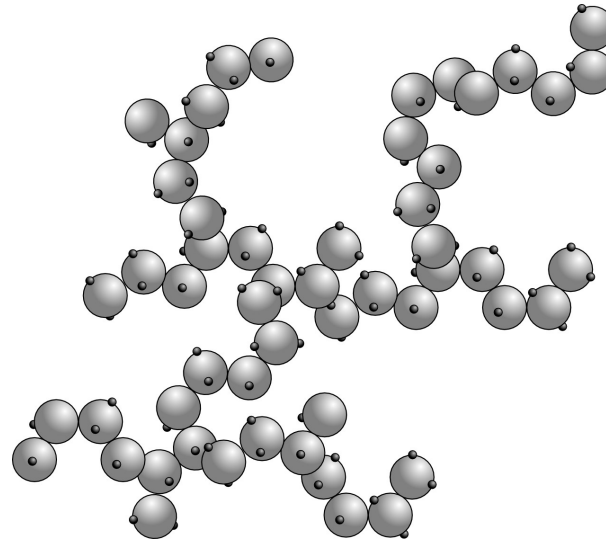
Polymère = collier de perles reliées entre elles par des interactions covalentes qui peuvent être représentées par le fil.



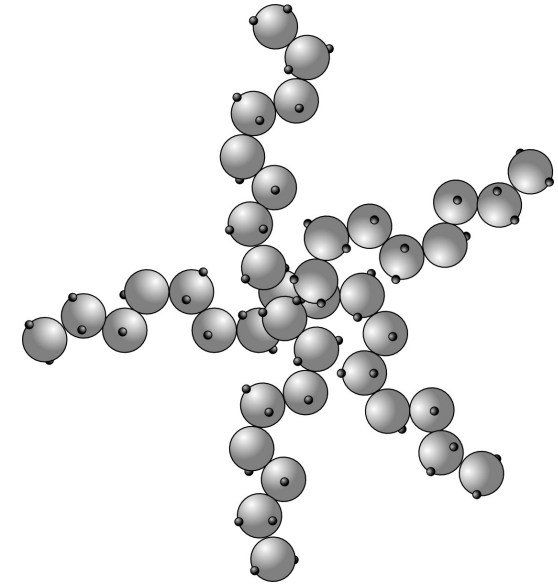
Selon l'architecture



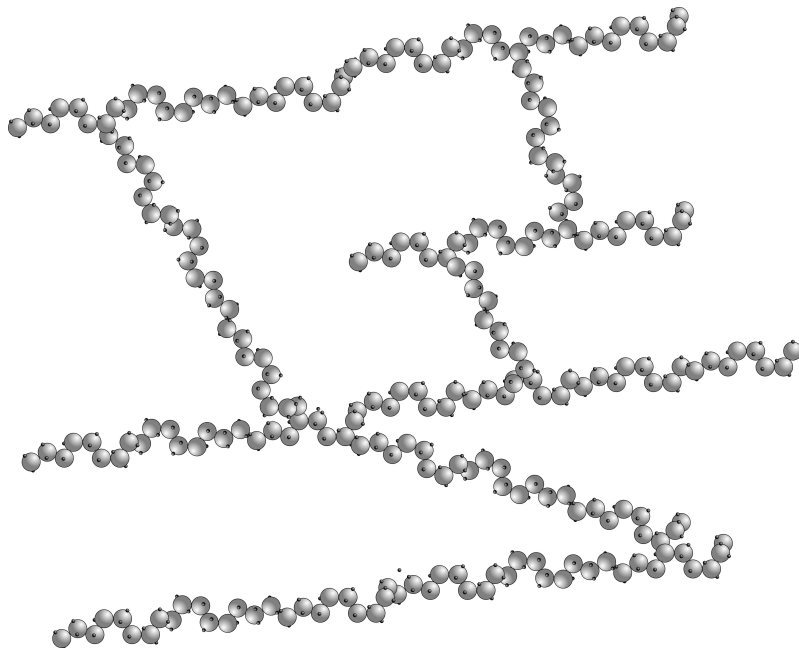
Linéaire



Ramifié



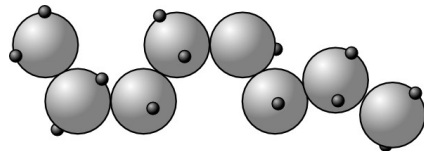
En étoile



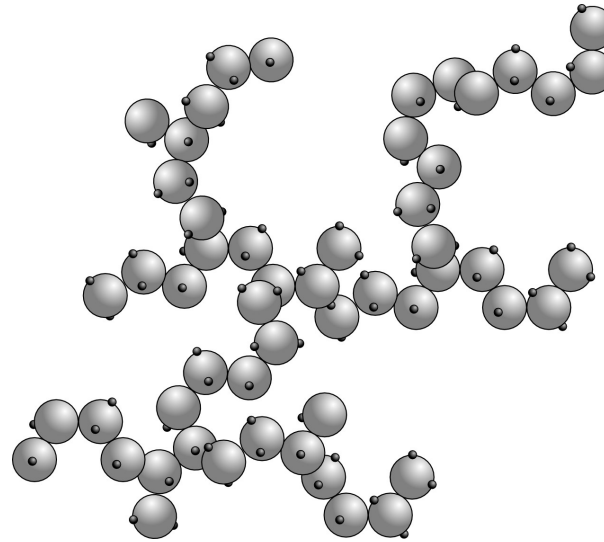
Réticulé

Selon l'architecture

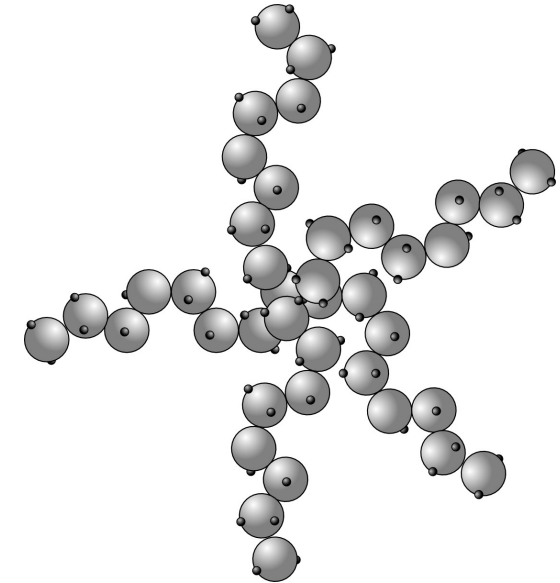
Homopolymère



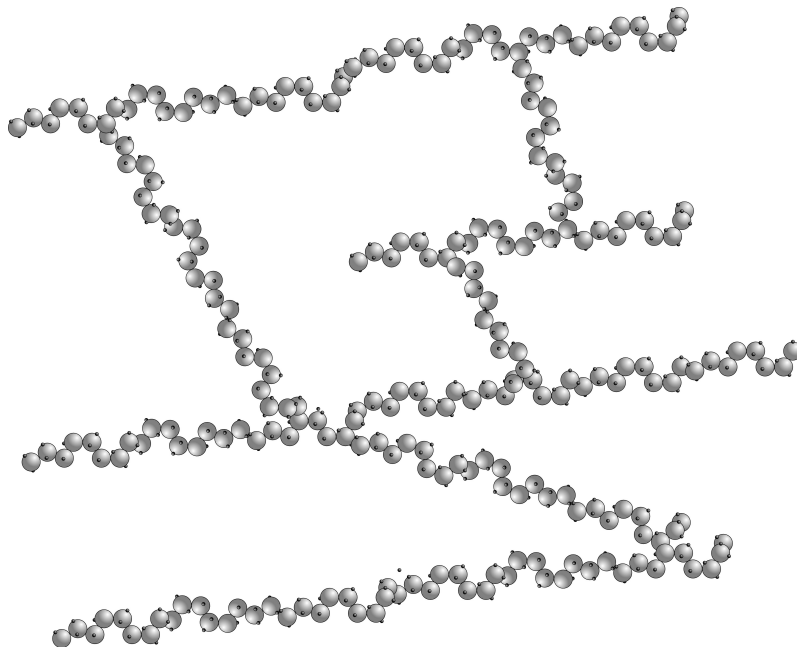
Linéaire



Ramifié

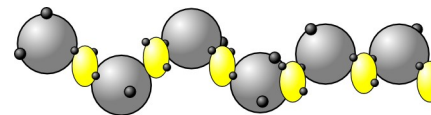


En étoile

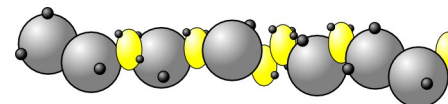


Réticulé

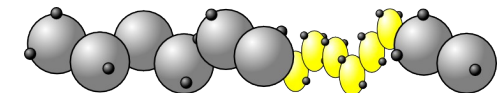
Copolymère



Alterné



Aléatoire



Bloc

Selon l'origine

- polymères naturels (d'origine végétale ou fabriqués par des organismes vivants)

caoutchouc



Origine :
Hévéea
Utilisation :
Pneus, ballons,
imperméables,
bottes, ...

protéines / fibres naturelles



Soie

Origine :
Ver à soie
/ Mouton
Utilisation :
Textile



Laine

polyssacharides



Cellulose

Origine : Végétale
Utilisation :
Coton, gélifiant,
farine, papier,
carton, plastiques, ...



Amidon

- polymères artificiels (obtenus par modification des polymères naturels)

- polymères de synthèse (issus de la pétrochimie)

Selon l'origine

- polymères naturels (d'origine végétale ou fabriqués par des organismes vivants)

caoutchouc



Origine :
Hévéea
Utilisation :
Pneus, ballons,
imperméables,
bottes, ...

protéines / fibres naturelles



Soie

Origine :
Ver à soie
/ Mouton
Utilisation :
Textile



Laine

polyssacharides



Cellulose

Origine : Végétale
Utilisation :
Coton, gélifiant,
farine, papier,
carton, plastiques, ...



Amidon

- polymères artificiels (obtenus par modification des polymères naturels)

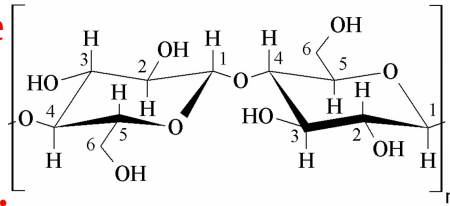
galalithe



Origine : caséine (extraite
du lait) + formol ou un
acide
Utilisation :
boutons, bijoux, stylos,
matériel électrique, ...

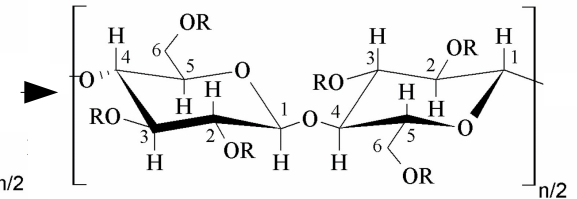
éthers de cellulose

Origine



Utilisation :

Épaississants, gélifiants, peintures, colles, ...



- polymères de synthèse (issus de la petrochimie)

Selon l'origine

- polymères naturels (d'origine végétale ou fabriqués par des organismes vivants)

caoutchouc



Origine :
Hévée
Utilisation :
Pneus, ballons,
imperméables,
bottes, ...

protéines / fibres naturelles



Soie

Origine :
Ver à soie
/ Mouton
Utilisation :
Textile



Laine

polyssacharides



Cellulose

Origine : Végétale
Utilisation :
Coton, gélifiant,
farine, papier,
carton, plastiques, ...



Amidon

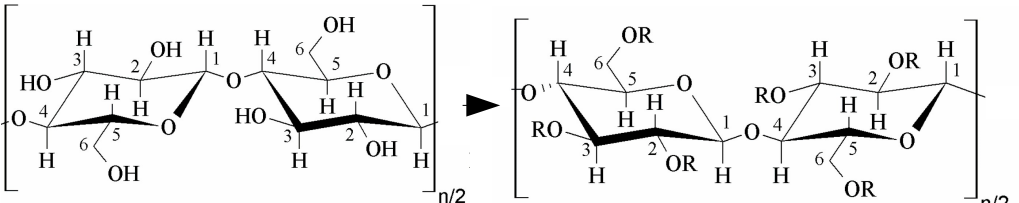
- polymères artificiels (obtenus par modification des polymères naturels)

galalithe



Origine : caséine (extraite
du lait) + formol ou un
acide
Utilisation :
boutons, bijoux, stylos,
matériel électrique, ...

éthers de cellulose

Origine**Utilisation :**

Épaississants, gélifiants, peintures, colles, ...

- polymères de synthèse (issus de la pétrochimie)

polyesters



Monomère :
esters
Utilisation :
pots, flacons,
poignées voiture,
polaire, ...

polyoléfines



Monomères :
éthylène / propène / ...
Utilisation :
film alimentaire, tuyaux
eau chaude, objets
moulés: jouets, seaux...

poly(chlorure de vinyle)



Monomères :
chlorure de vinyle
Utilisation :
Jouets, fenêtre,
canalisation, ...

Selon les applications

polymères hautes performances

PFDF, PVCD, PARA, PPS, PEI, PI, PVAI, polyphthalamides PPA,

polymères cristaux liquides LCP

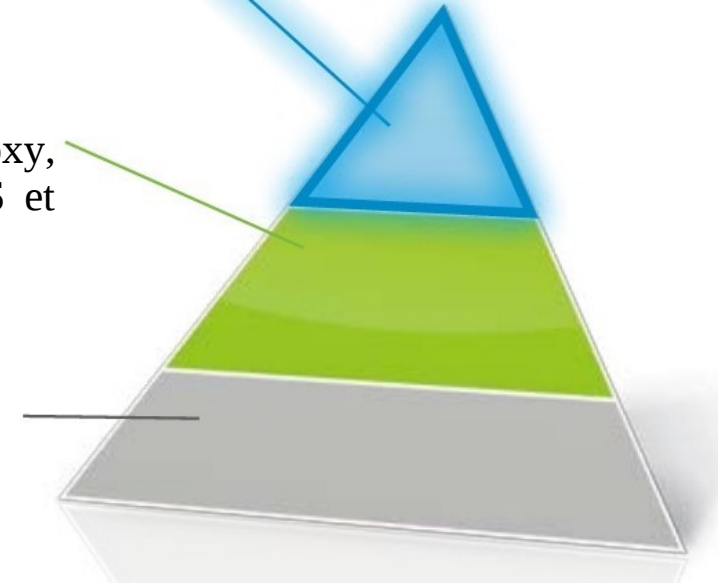
polymères techniques

polyamides, POM, PET, PBT, PMMA, UHMPE, ABS, SAN, PC, époxy, acrylates, PU, polymères fluorés et PVDF, PLA, PHA, PHB, PBS et

autres biopolyesters, amidons, celluloses et cellulosiques

polymères de commodité

HDPE, LDPE, PP, polyoléfines, PS, PVC



Selon les applications

polymères hautes performances

PFDF, PVCD, PARA, PPS, PEI, PI, PVAI, polyphthalamides PPA,

polymères cristaux liquides LCP

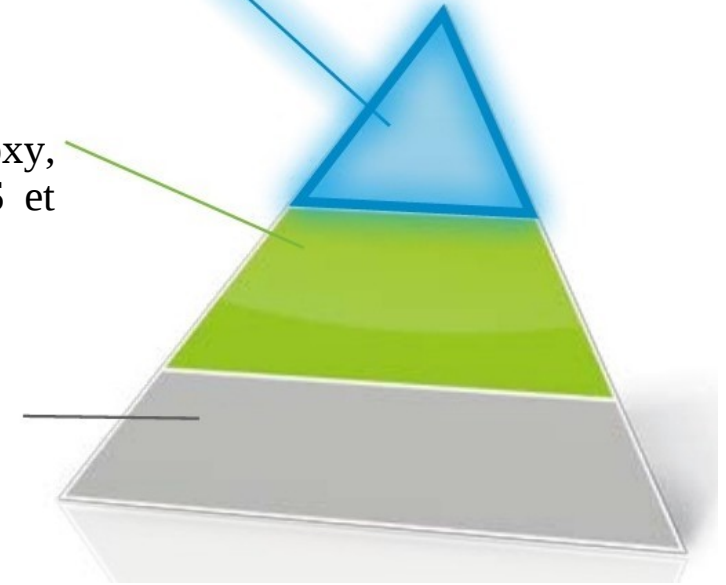
polymères techniques

polyamides, POM, PET, PBT, PMMA, UHMPE, ABS, SAN, PC, époxy, acrylates, PU, polymères fluorés et PVDF, PLA, PHA, PHB, PBS et

autres biopolyesters, amidons, celluloses et cellulosiques

polymères de commodité

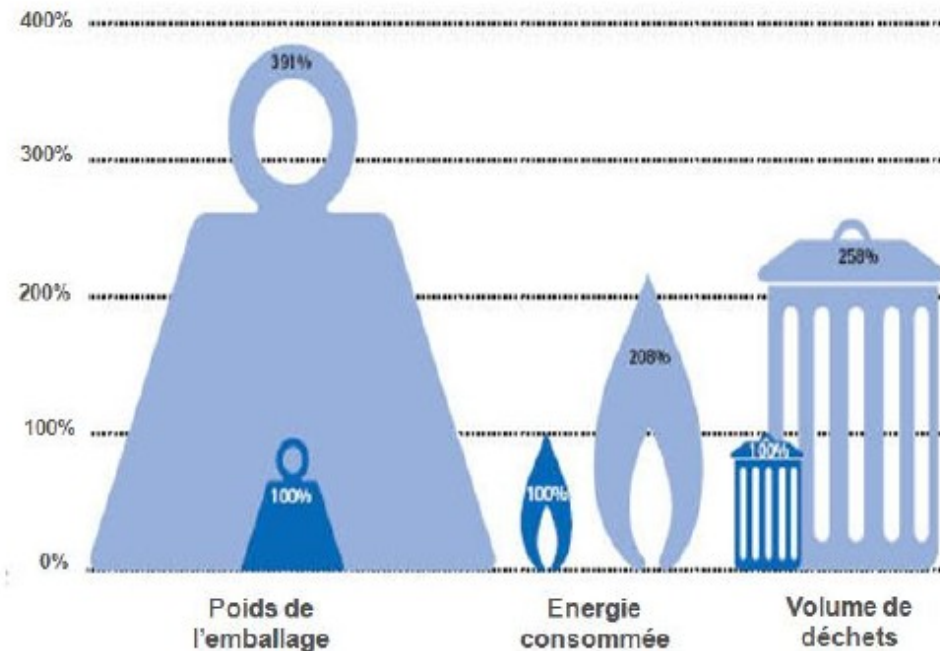
HDPE, LDPE, PP, polyoléfines, PS, PVC



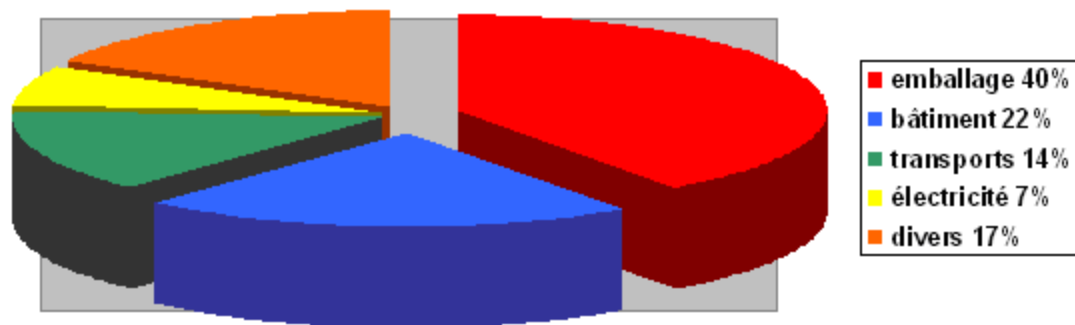
- thermiques (thermoplastiques – fondent lorsqu'on les chauffe, thermodurcissables – durcissent lorsqu'on les chauffe)
- mécaniques (température de transition vitreuse – au-dessous durs et cassants et au-dessus ils sont plus souple, plus plastiques)
- optiques (transparence)
- électriques (isolants)
- imperméabilité (liques/gaz)
- résistance chimique
- résistance UV, ...

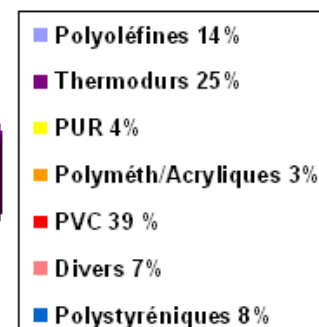
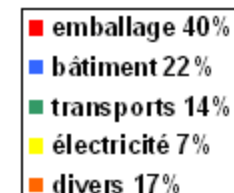
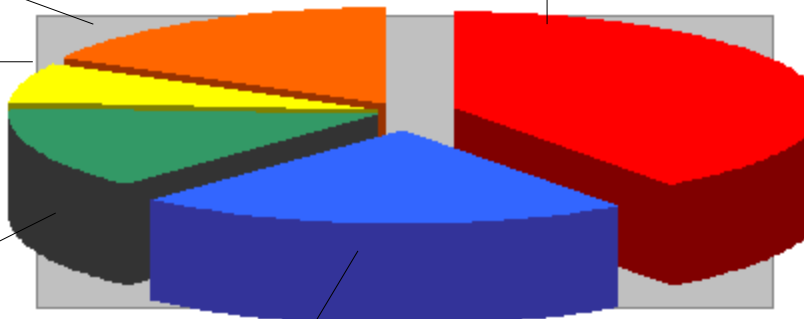
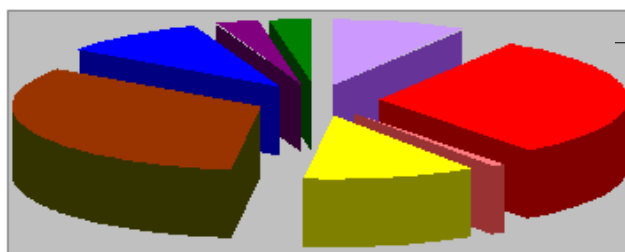
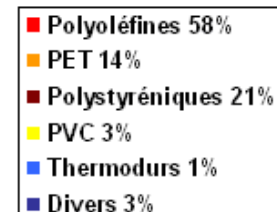
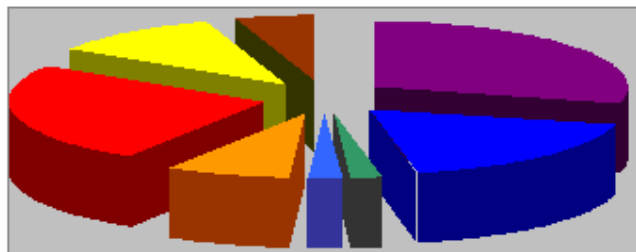
Peut-on se passer des polymères ?

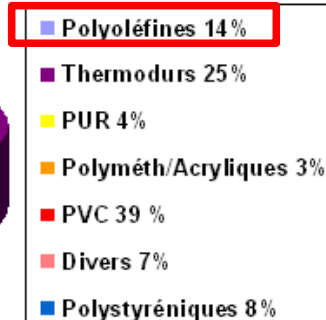
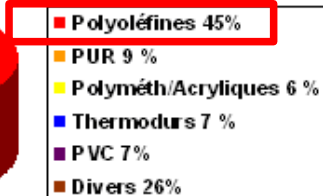
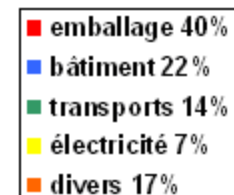
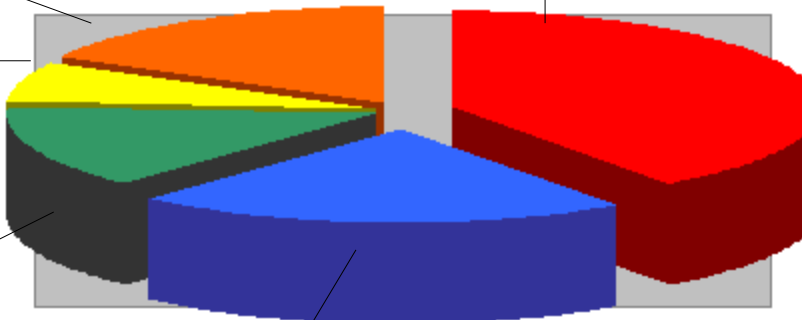
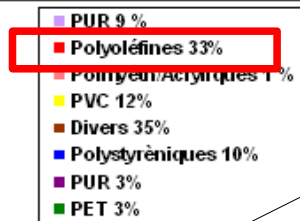
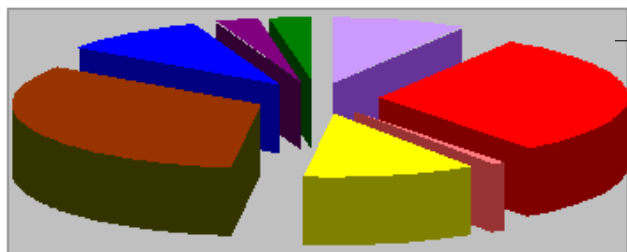
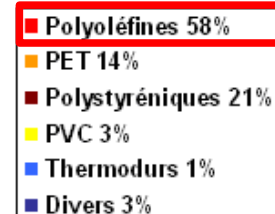
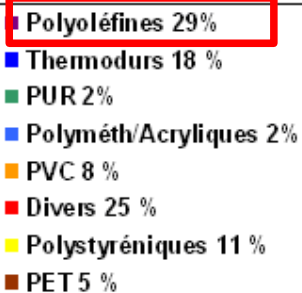
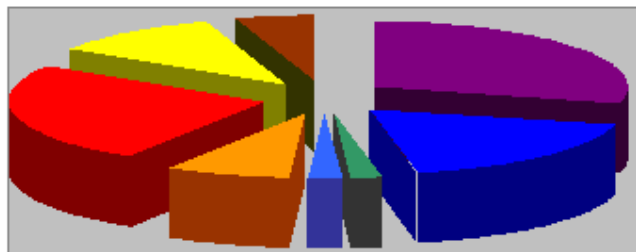
Cas des emballages



Poids des emballages avec les matériaux traditionnels comparés à ceux réalisés en plastique







Extraction
du pétrole

Raffinage

Vapo-craquage

Polymérisation &
Industrie chimique

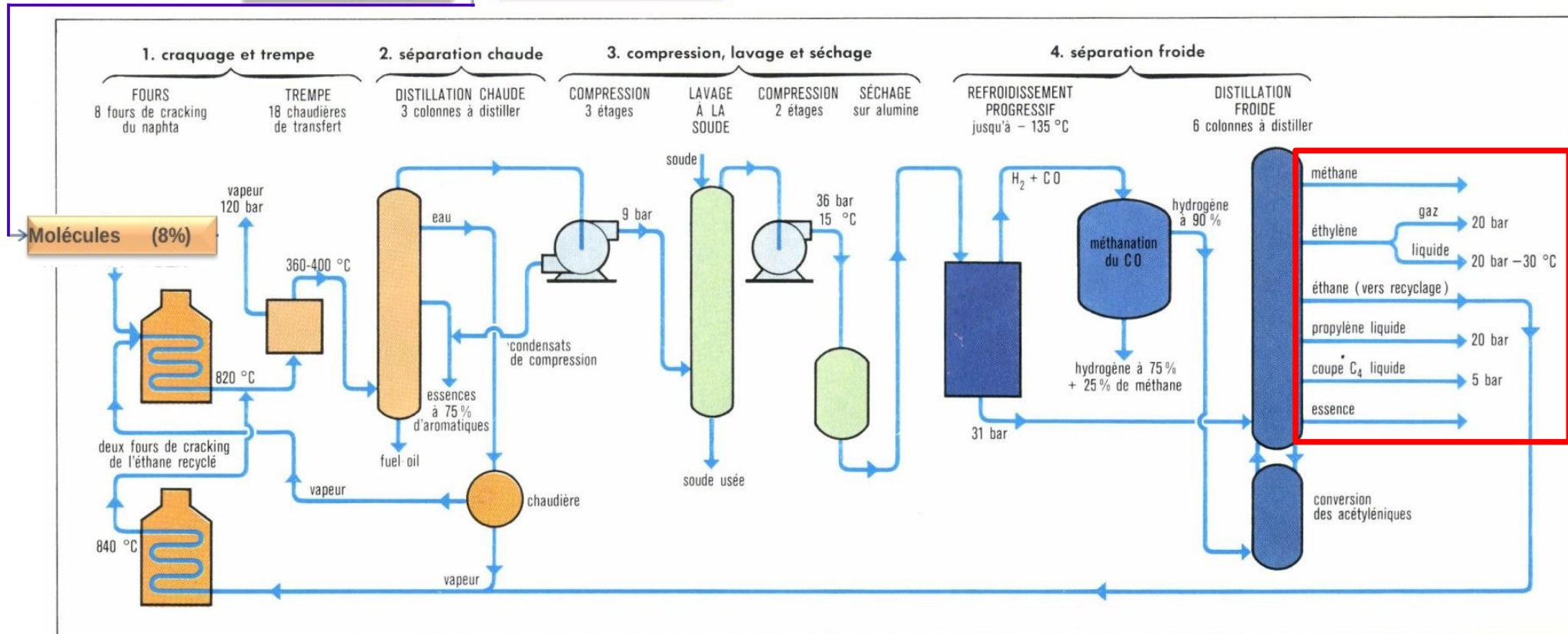
Pétrole
(100%)

Naphta (20%)

Diesel (70%)

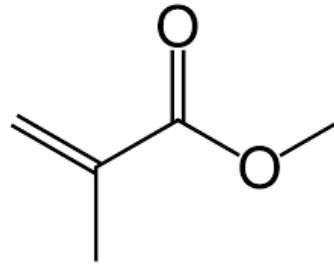
Bitume (10%)

Essences (12%)

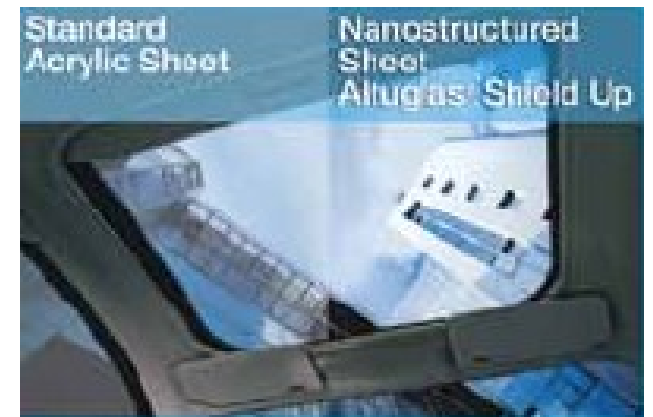
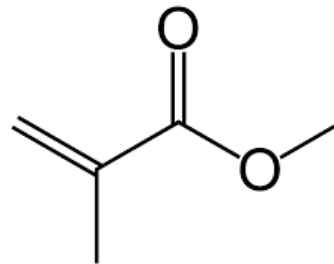


Le polyméthacrylate de méthyle

“Le PMMA est un polymère **thermoplastique** hautement **transparent**, obtenu par polymérisation du monomère **méthacrylate de méthyle**. Sa transparence, son aspect visuel et sa résistance aux rayures font que le PMMA peut être considéré comme une alternative légère au verre.”



Le polyméthacrylate de méthyle



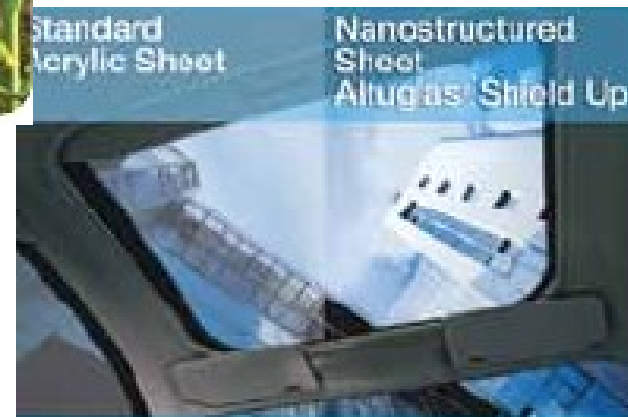
Le polyméthacrylate de méthyle



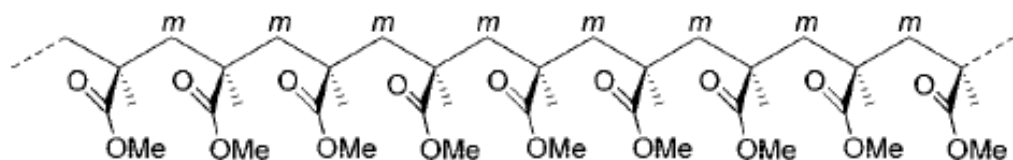
100% produit à partir de plantes de sucre



ARKEMA
INNOVATIVE CHEMISTRY



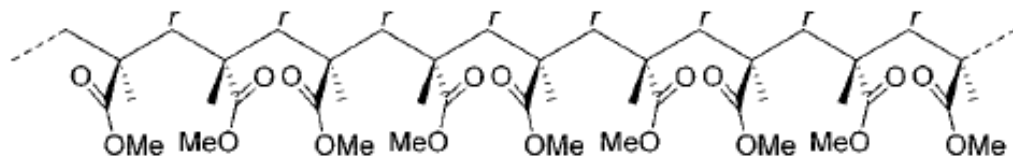
Le polyméthacrylate de méthyle



Isotactic PMMA

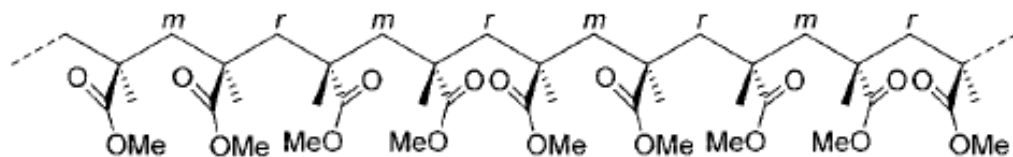
T_g

48°



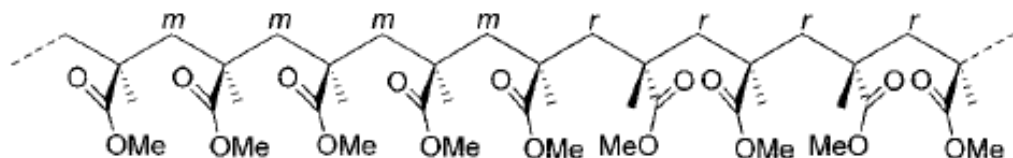
syndiotactic PMMA

160°



atactic PMMA

90 - 105°





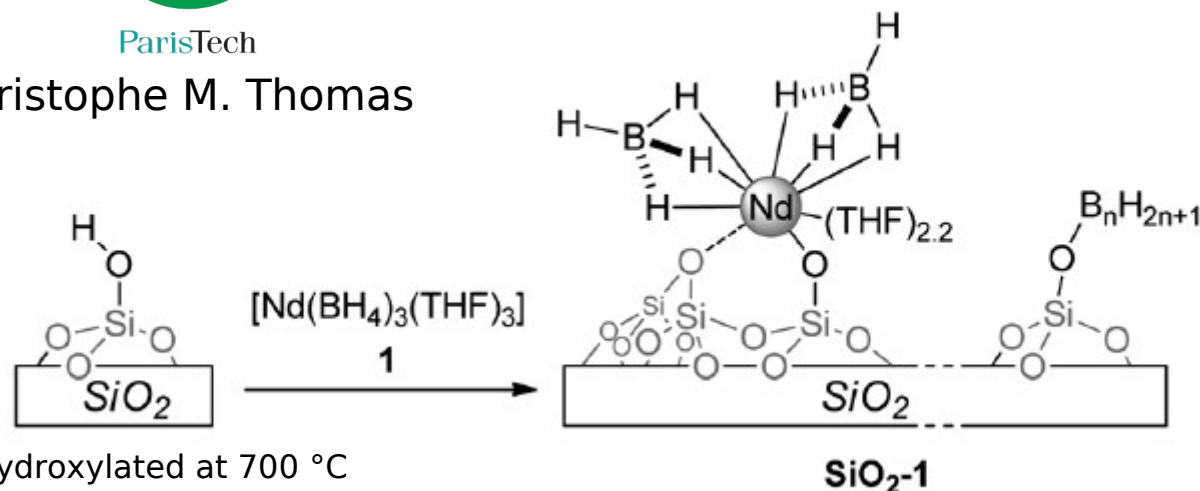
ParisTech

Christophe M. Thomas

Le polyméthacrylate de méthyle



Régis Gauvin



Run	Cat.	MMA/ Cat.	Time/ h	Yield (%)	$M_{n,exp}^b$ g mol	PDI ^b	Tacticity ^c (<i>rr</i> - <i>mr</i> - <i>mm</i>)
1	1	500	23	10	29 200	2.7	55-25-20
2	SiO₂-1	500	6	8	42 200	4.2	19-14-67
3	SiO₂-1	400	21	25	21 200	4.1	24-21-55
4	SiO₂-1	100	9	40	30 500	5.1	16-15-69

^a [MMA] = 1.4 M except for Entry 3 (6 M) and Entry 4 (2 M).^b Determined by GPC in THF vs. PS standards. ^c Methyl triad distributions determined by ¹H NMR spectroscopy.



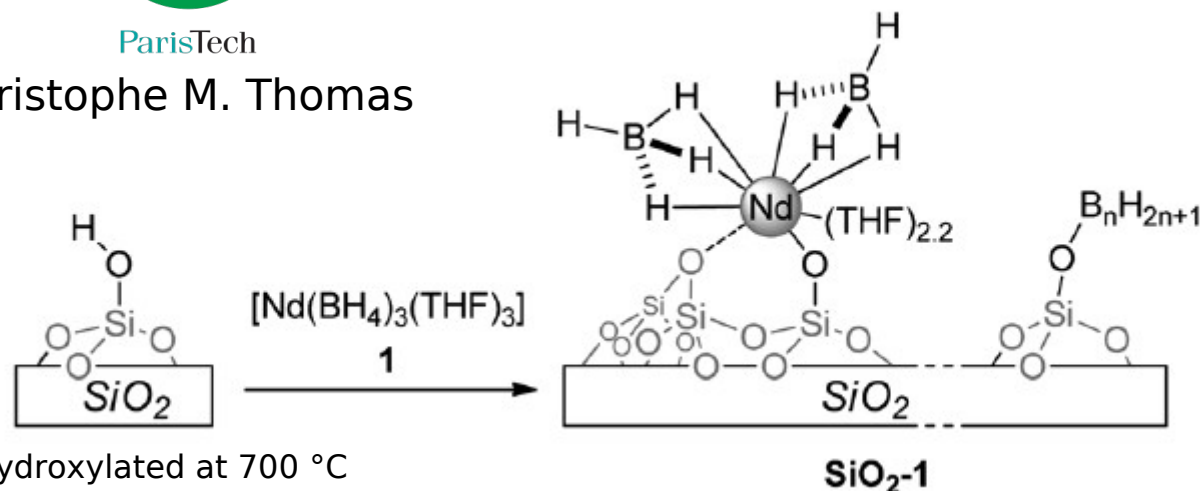
ParisTech

Christophe M. Thomas

Le polyméthacrylate de méthyle



Régis Gauvin



Run	Cat.	MMA/ Cat.	Time/ h	Yield (%)	$M_{n,exp}^b$ g mol	PDI ^b	Tacticity ^c (rr-mr-mm)
1	1	500	23	10	29 200	2.7	55-25-20
2	SiO₂-1	500	6	8	42 200	4.2	19-14-67
3	SiO₂-1	400	21	25	21 200	4.1	24-21-55
4	SiO₂-1	100	9	40	30 500	5.1	16-15-69

^a [MMA] = 1.4 M except for Entry 3 (6 M) and Entry 4 (2 M).^b Determined by GPC in THF vs. PS standards. ^c Methyl triad distributions determined by ¹H NMR spectroscopy.



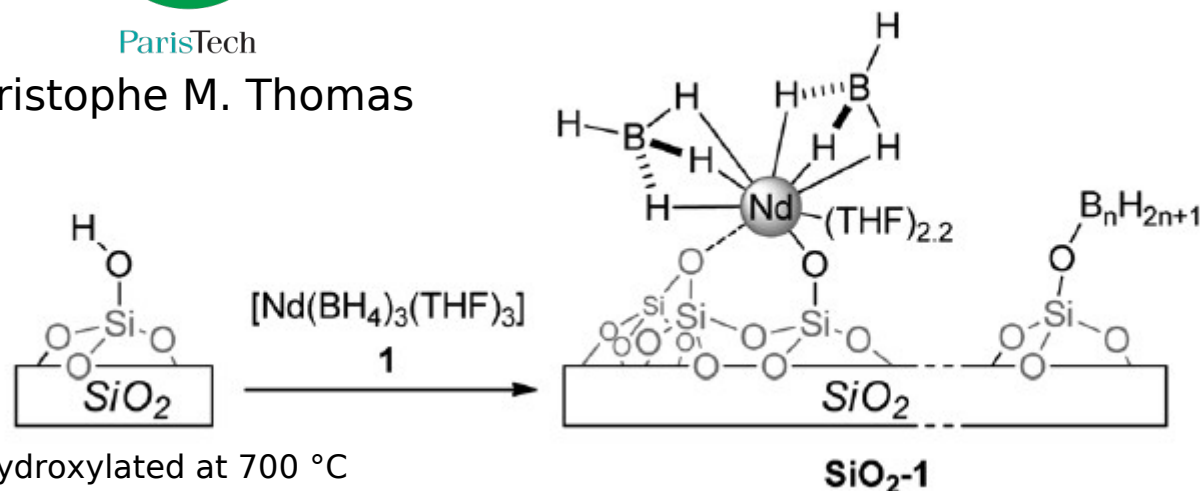
ParisTech

Christophe M. Thomas

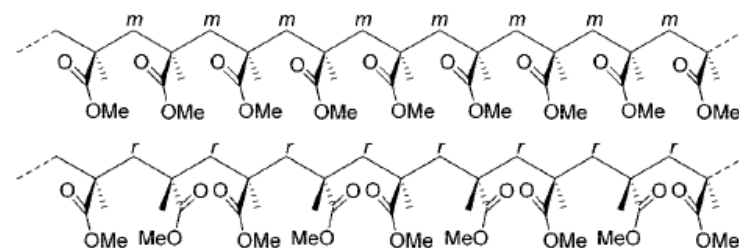
Le polyméthacrylate de méthyle



Régis Gauvin



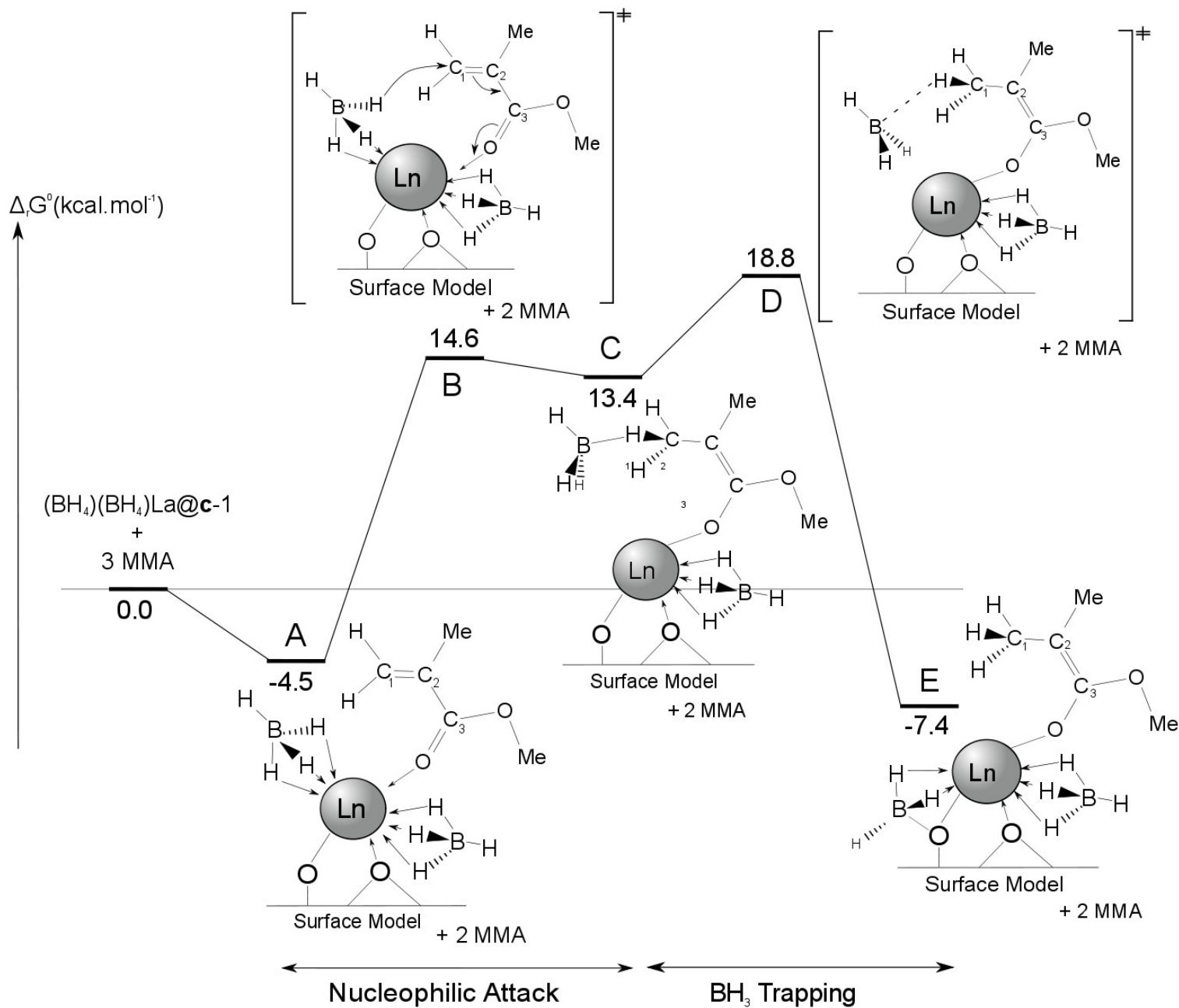
Run	Cat.	MMA/ Cat.	Time/ h	Yield (%)	$M_{n,exp}^b$ g mol	PDI ^b	Tacticity ^c (rr-mr-mm)
1	1	500	23	10	29 200	2.7	55-25-20
2	SiO₂-1	500	6	8	42 200	4.2	19-14-67
3	SiO₂-1	400	21	25	21 200	4.1	24-21-55
4	SiO₂-1	100	9	40	30 500	5.1	16-15-69



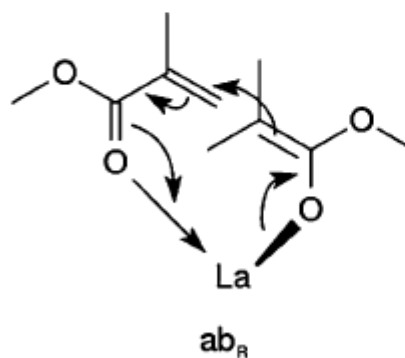
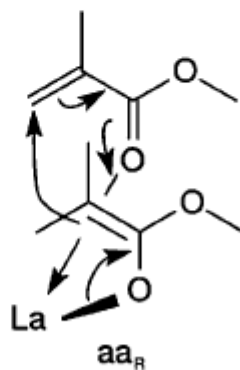
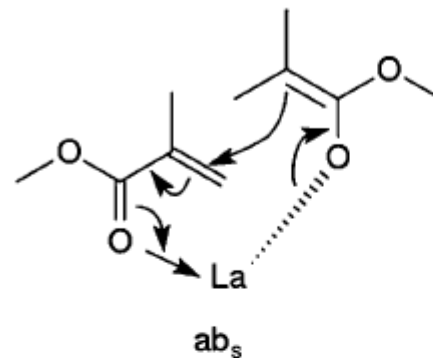
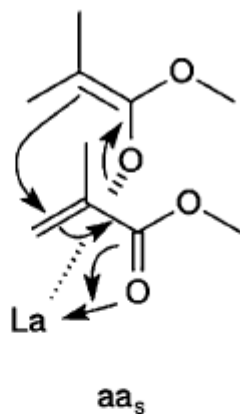
^a [MMA] = 1.4 M except for Entry 3 (6 M) and Entry 4 (2 M).

^b Determined by GPC in THF vs. PS standards. ^c Methyl triad distributions determined by ¹H NMR spectroscopy.

Première étape : formation enolate

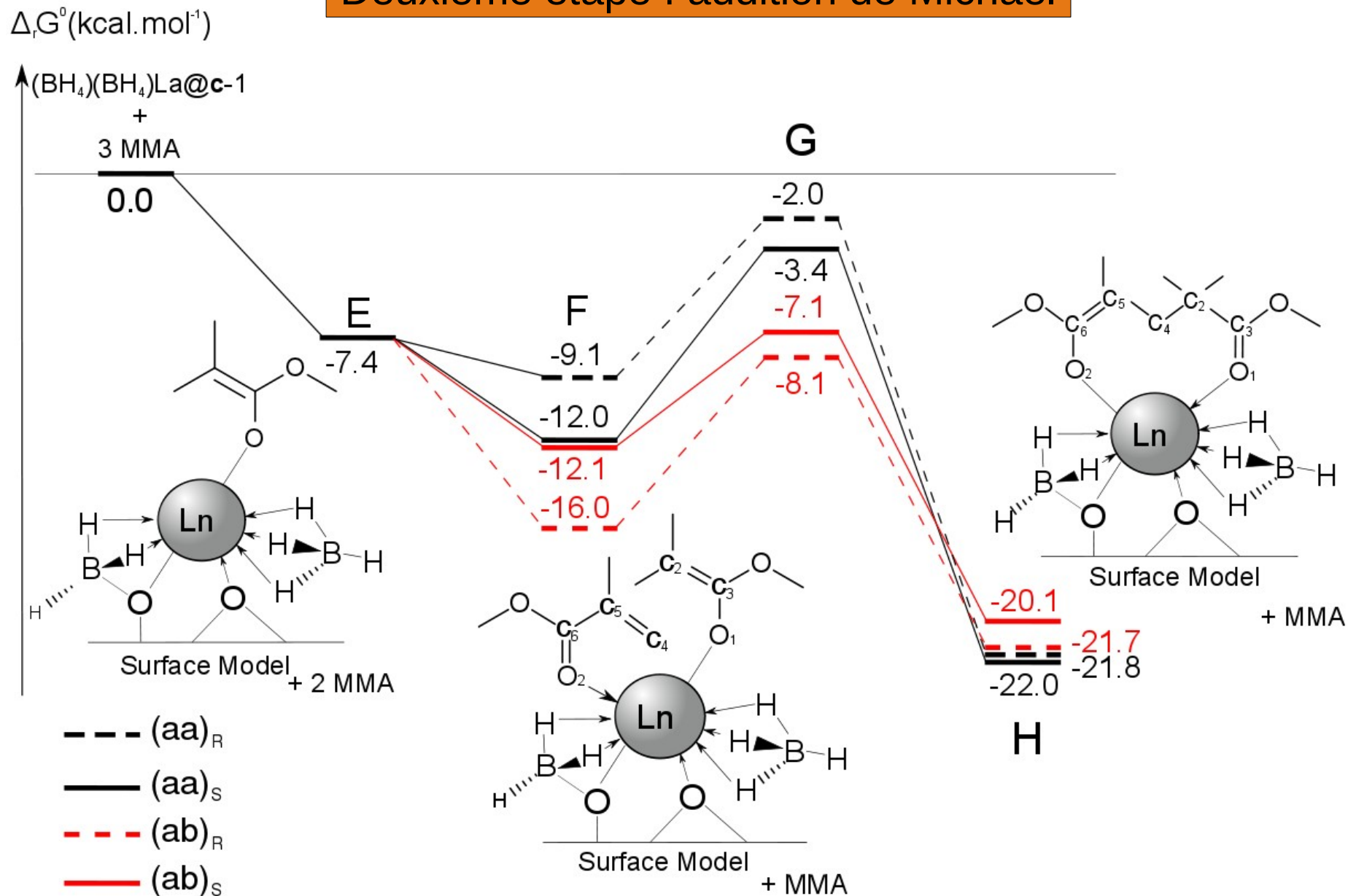


Deuxième étape : addition de Michael

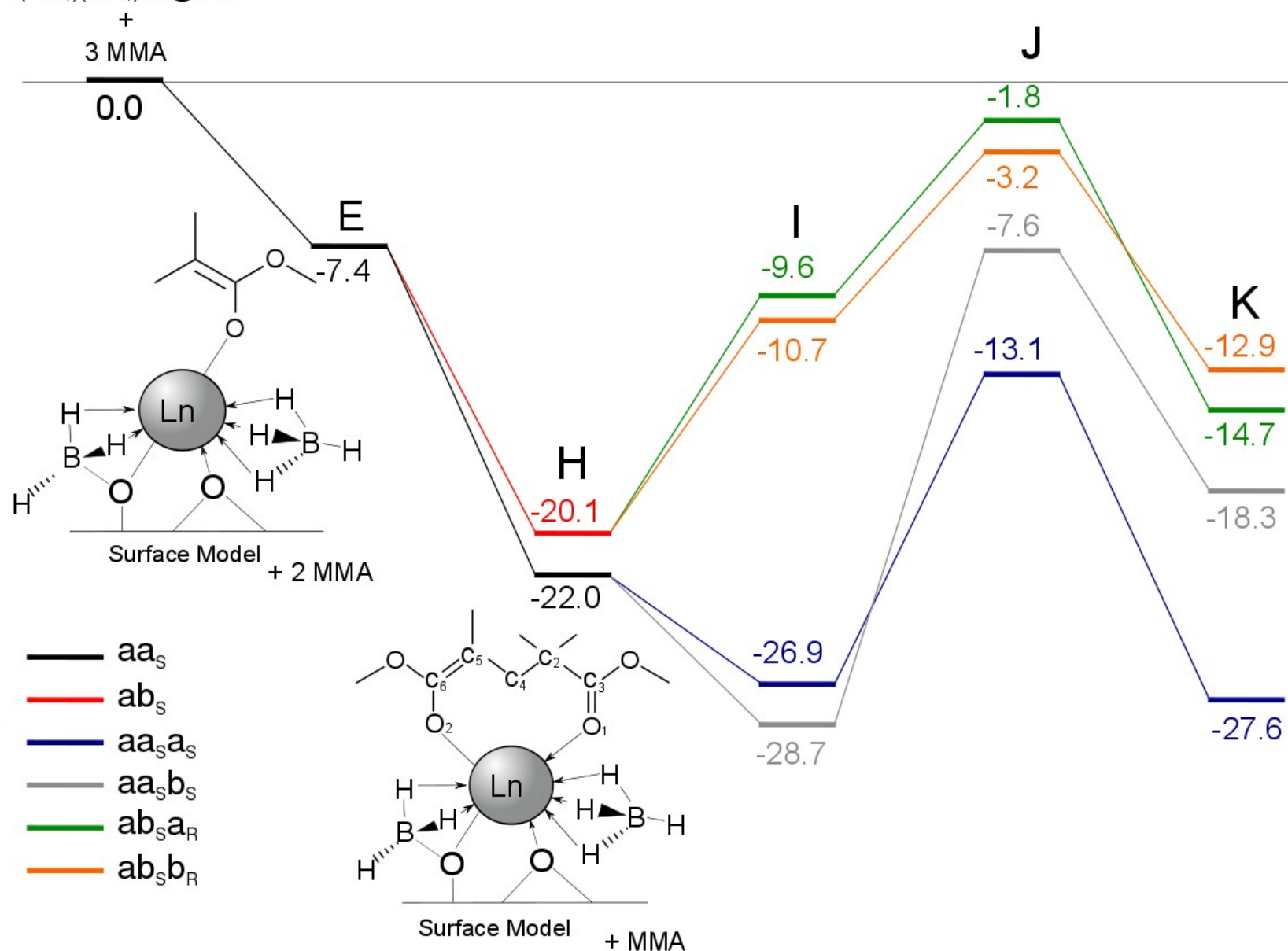


Schematic representation of the *re* and *si* enantiofaces and of the *trans* (a) and *cis* (b) MMA addition to the growing chain.

Deuxième étape : addition de Michael



Troisième étape : deuxième addition de Michael

 $\Delta_r G^0$ (kcal.mol⁻¹)(BH₄)₂(BH₄)La@c-1

Les polymères nous rendent mille services au quotidien mais 4 % du pétrole sert à créer 99 % des polymères plastiques communément utilisés.



La biomasse végétale va devenir la seule source de matières premières carbonées « acceptable ».

Développement d'une nouvelle agriculture et sylviculture.

Développement de nouveaux polymères biodégradables et/ou issus de la biomasse.

IL Y A ENCORE BEAUCOUP DE PAIN SUR PLANCHE

MERCI DE VOTRE ATTENTION