

LC 3 Titre : Chimie durable

Présentée par : Éloïse MESTRE

Correcteur : N. LEVY

Date : 25/11/2019

Compte-rendu de leçon de chimie correcteur

Rappels de définitions, concepts à aborder lors de la leçon :

Cette leçon est l'occasion de présenter la chimie sous un aspect transversal au-delà des sciences fondamentales : rôle économique, sociétal et environnemental. À partir d'une iconographie un peu « coup de poing » sur les idées préconçues de la chimie, j'aborderais les différents domaines d'action d'un chimiste du XIX^{ème} siècle et donc d'illustrer les 12 principes de la chimie verte (par Anastase en 1997).

À partir de ces 12 principes, la leçon s'articule sur les illustrations les plus pertinentes : l'économie d'atome, la notion de catalyse, l'utilisation de solvants verts voire les manipulations sans solvant, la limitation des déchets, l'efficacité énergétique, la valorisation des « ressources ».

Avis sur le plan proposé, choix des exemples et des expériences :

Remarques sur des points spécifiques de la leçon :

I/ Notion de chimie durable

II/ des synthèses durables (1/Solvant 2/ Économie d'atome 3/ Catalyse)

III/ Valorisation (1/CO₂ 2/Agroressources)

Le plan est cohérent ; les exemples bien choisis notamment le choix d'une condensation aldolique (synthèse de la chalcone) pour la synthèse sans solvant fait bien le lien avec l'économie d'atome.

La présentation comparée du procédé Boots / BHC pour la synthèse de l'ibuprofène est un exemple excellent que je garderai absolument.

Concernant la valorisation des ressources, les exemples ne manquent pas. On peut également faire le choix des biocarburants (voir sur le site CultureSciences-Chimie)

Discussion sur les manipulations présentées au cours du montage (objectifs de l'expérience, phases de manipulations intéressantes, difficultés théoriques et techniques) :

Expérience 1 : Synthèse d'une chalcone (sans solvant)

Réaliser au mortier en direct. Prévoir tout de même un brut en préparation au cas où... Caractérisation par T_f et proposer un suivi ccm. Enfin, il est bien de prévoir la recristallisation pour purifier (solvant eau-éthanol), ce qui a manqué à mon avis.

Expérience 2 : Catalyse – dismutation de H_2O_2

Choix crucial car la catalyse est une notion essentielle en chimie verte.

J'ai regretté l'absence d'aspect quantitatif par mesure du volume de gaz dégagé et on peut ainsi comparer l'efficacité de différents catalyseurs. On en présente un devant le jury mais on montre les différents résultats obtenus lors de la préparation.

Expérience 3 : synthèse de la galalithe

Insister sur le choix entre denrée agricole consommable et synthèse. C'est également le cas des biocarburants de 1^{ère} génération : on « consomme » des aliments pour faire de l'essence... d'où les recherches sur les autres générations de biocarburants.

Autour des valeurs de la République et des thématiques relevant de la laïcité et de la citoyenneté :

Propos injurieux ou diffamatoire à votre encontre sur les réseaux sociaux : rappel à la loi + signalement à la direction/CPE.

Propositions de manipulations – Bibliographie :

1/ Vous trouverez de nombreuses ressources concernant la chimie verte sur le site CultureSciences-Chimie, notamment sur les solvants / procédés BOOTS-BHC / biocarburants ...

2/ Au niveau expérimental, on peut aussi proposer une synthèse d'un ester en micro-onde (bas coût énergétique)

3/ synthèse en micro-onde avec économie d'atome : synthèse de Biginelli (Actualité Chimie n°330 mai 2009)

LC 03 Titre : Chimie Durable

Présentée par : Eloïse Mestre

Correcteur : Nicolas Levy

date : 21/11/2019

Compte rendu leçon élève

Bibliographie de la leçon :			
Titre	Auteurs	Editeur (année)	ISBN
Physique-Chimie TS – Hachette			
La chimie verte (culturesciences.chimie.ens)			
Un exemple de chimie verte : la synthèse industrielle de l'ibuprofène (idem)			

Plan détaillé
<p><u>Niveau choisi pour la leçon : Lycée</u></p> <p>Prérequis :</p> <ul style="list-style-type: none">- Chimie organique- Solvant- Catalyse <p>Introduction :</p> <p><i>Chrono : 0 min</i></p> <p>Comme vous avez pu le remarquer on est en crise écologique et le développement durable est une démarche voulant associer progrès économique, sociale et environnementale.</p> <p>I/ La chimie durable</p> <p><i>Chrono : 1 min</i></p> <p>La chimie est un pôle économique et génère plus de 2000 milliards d'euros par ans dans le monde.</p>

C'est un pôle social : permet de nous nourrir, crée des emplois, permet de soigner, consomme et produit de l'énergie.

Rôle environnemental important et à en particulier une mauvaise réputation. Quand on pense chimie, on pense rejets, on pense accidents industriels ... (cf slide)

La chimie a développé un pôle durable dans les années 90.

En 1991 : agence américaine pour l'environnement pose une première définition de la chimie verte (au tableau) : la chimie verte a pour but de promouvoir des produits et des procédés chimiques permettant de réduire ou de supprimer l'utilisation et ou la synthèse de substance dangereuses.

Cette définition est un peu trop globale et en 1998, Warner et Anastas ont introduits les 12 principes de la chimie verte qui sont les suivants : (cf slides)

On peut les regrouper en 5 domaines sur lesquels la chimie durable devra agir :

- L'énergie : réduire les coûts énergétiques des synthèses notamment.
- La matière première : Trouver des matières premières renouvelables et non nocives.
- La catalyse qui permettent de réduire le temps de réaction.
- Les solvants qui ont une importance cruciale
- Les produits finis et les déchets : les valoriser notamment.

II/ Des synthèses durables

1/ Les solvants

Ils vont permettre de mettre en contact les réactifs, c'est un support de réaction. Dans l'industrie chimique c'est souvent des composés organiques volatils (VOC) ce qui est un problème car ils posent des problèmes environnementaux et sanitaires : souvent inflammables et ou toxique.

La chimie durable va donc chercher à minimiser l'utilisation de ces VOC.

Parmi les solvants, on peut citer : l'eau, les solvants ioniques, les solvants organiques et halogénés, et les fluides supercritiques.

Il existe également d'autres alternatives comme les réactions sans solvants. C'est ce qu'on va voir tout de suite avec la synthèse d'une Chalcone qui est très étudiée pour ses propriétés anticancéreuses. CF slide

Je vais vous montrer ça tout de suite sous hotte.

On a un mortier dans lequel il y a déjà la soude mise en poudre. On ajoute 10 mmol (1,2 mL) de $C_8H_8O_2$ avec une pipette graduée. On ajoute ensuite 10 mmol (1,3 mL) de $C_9H_{10}O$

Chrono : 14 min

Maintenant on mélange avec le mortier, ce qui augmente la probabilité de contact.

On a effectué la même réaction en préparation. On voit apparaître un solide : la chalcone mélangé à des restes de NaOH et également des traces d'eau. Pour enlever le NaOH on a effectué un lavage à l'eau.

Pour vérifier sa pureté après séchage je teste sa température de fusion sur le banc kofler.

On obtient une température de fusion qui est de $92^\circ C$ au lieu des $98^\circ C$ théoriques. C'est dans les choux parce que le banc a été débranché avant d'arriver dans la salle.

Pour mesurer le fait qu'on ait très peu de sous-produits formés on a inventé le concept d'économie d'atome. Dans le cas de la chalcone, l'économie d'atome c'est le rapport des masses molaires des produits voulus sur la masse molaire des réactifs.

Ici l'économie d'atome est de 93,3%. Ce qui n'est pas si mal.

De manière plus formelle on peut donner 2 définitions équivalentes de l'économie d'atome :

- C'est le rapport des masses molaires des produits souhaités avec les masses molaires des réactifs pondérés par les coefficients stoechiométriques.
- C'est également le rapport des masses molaires des produits souhaités avec les masses molaires de tous les produits.

Chrono : 21 min

On a rencontré plusieurs mécanismes dans l'année. Notamment l'addition qui a une bonne économie d'atome. Car tout va dans le produit. Exemple ethanal + éthanol

Par contre on a des mauvaises économies d'atomes comme la substitution. (Exemple substitution d'un dérivé halogéné)

La réaction qui a la plus mauvaise économie d'atome c'est l'élimination.

Le concept d'économie d'atome s'illustre extrêmement bien avec la synthèse d'ibuprofène. Qui s'appelle le procédé de boots.

Si on calcule l'économie d'atome pour la synthèse de l'ibuprofène.

On obtient 40%. Donc 40% de la masse molaire des réactifs a effectivement servi à former notre ibuprofène.

Avec le nouveau procédé BHC, on a les deux mêmes réactifs qu'au départ. Mais on ne forme que des produits voulus. Donc ici notre économie d'atome est de 100%.

En fait ce procédé est nettement meilleur parce qu'elle est plus rapide, demande moins d'énergie et ne génère pas de déchets.

Tout ça c'est grâce à la catalyse.

Chrono : 29 min

2/Catalyse.

→ On a une accélération de la réaction → Diminution de l'énergie consommée

→ sélectivité augmentée → Diminution des efforts de séparation

→ Utilise moins de réactifs.

On connaît 3 types de catalyse, la catalyse homogène, la catalyse hétérogène et la catalyse enzymatique.

La catalyse enzymatique est en générale la plus recherchée, car elle se fait à température ambiante, est extraite de la faune et la flore et utilise des matériaux biodégradables.

Exemple avec la dismutation de l'eau oxygénée avec des enzymes contenues dans le navet.

III Valorisation des produits et des déchets.

1/ Resources.

On veut éviter l'utilisation de pétrole en tant qu'énergie, mais également en tant que source de réactifs chimiques. Mais le pétrole s'avère encore incontournable dans la synthèse de plastiques notamment.

Le premier plastique biosourcé provient de la galanith. On mélange du lait chaud et du vinaigre. (expérience)

C'est biosourcé mais non biodégradable. On peut en trouver qui sont biodégradables. On n'en présentera pas ici.

2/ Valorisation des déchets exemple du CO₂.

Depuis les différentes conventions sur le climat, les états cherchent à réduire leur empreinte de CO₂.

En fait le CO₂ produit peut être valorisé et réutilisé comme dans l'eau gazeuse, pour des transformation chimique, CO₂ supercritique pour décaféiner ou transformation biologique par des algues.

Conclusion :

La chimie verte n'est pas seulement un concept idéaliste. Elle va dans le sens de la rationalisation des procédés chimiques et pousse à faire des économies d'énergie et de réactifs.

Questions posées

- Vous avez appelé des composés organiques volatils VOC et non COV pourquoi ?
- Vous avez des exemples de solvants halogénés ?
- C'est nocif le dichlorométhane ? Si oui, pourquoi ?
- Que faut-il retenir sur l'utilisation des solvants ?
- C'est quoi des solvants ioniques ? Ça sert à quoi ?
- C'est quoi les deux réactifs pour former la chalcone ?
- C'est quoi leur famille ?
- C'est quoi le mécanisme ?
- Pourquoi la soude prend un H lors de la première étape du mécanisme ?
- Pourquoi il n'attaque pas un H ailleurs ?
- Pourquoi l'énolate n'attaque pas une autre cétone pendant le mécanisme ?
- C'est quoi la réaction entre l'oxygène négatif et l'eau ?
- C'est quoi le nom de la deuxième étape du mécanisme ?
- C'est quoi la force motrice de la crotonisation ? Qu'est ce qui fait que ça marche ?
- Pourquoi un OH part ?
- Comment caractériser la chalcone ?
- Comment la purifier ?
- Quel solvant on utiliserait pour faire une recristallisation ?
- C'est quoi boots et BHC ?
- C'est quoi le nom de la première étape du mécanisme de boots.
- Comment fonctionne un catalyseur ?
- C'est quel type de mécanisme les catalyses enzymatiques ?
- Pourquoi le lait caille en milieu acide ? Idem en milieu salé.

AGIR :

-

Commentaires

- Il y a tout ce qu'il faut mettre dedans.

- C'est assez bien de mettre les solvants en avant
- C'est bien l'ibuprofène
- C'est un peu trop désincarné.
- Faut montrer l'enjeu écologique de l'ibuprofène
- La catalyse très bien.
- En économie d'énergie, faire une synthèse au micro-onde c'est pas mal.
- Faut être au point sur les agrocarburant de 1^{ère} 2^{nde} et 3^{ie} génération
 - o Première génération : ça empêche de manger.
 - o Seconde génération : Valorisation des déchets.
 - o Troisième génération : Les algues. Ça ne consomme aucune surface agricole, on les nourrit au CO₂, on les fait huiler.
- Déçu par le manque d'ambition du caractère quantitatif.

Expérience 1 - Titre : Synthèse de la chalcone sans solvant

Référence complète : 40 expériences illustrées de chimie générale et organique (Elodie Martinand Lurin, Raymond Grüber – p254)

Phase présentée au jury : introduction des réactifs dans le mortier et obtention de la chalcone..

Caractérisation de la chalcone au banc Köffler (séché préalablement à l'étuve)

Durée de la manip : 3-5 min

Expérience 2 - Titre : dismutation de l'eau oxygénée.

Référence complète : 100 manipulations de chimie organique et inorganique (J.Mesplède) (p266) et chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre (J.Girard) (pp 200-201)

Équation chimique et but de la manip :

Pour la leçon, on ne présente que la catalyse enzymatique (peroxodismutase du navet) qui combine les aspects catalyse, et chimie douce Nous avons ajouté le suivi du volume de O₂ émis au cours du temps présenté dans la seconde référence.

Phase présentée au jury : tout

Durée de la manip : 4 min

Expérience 3 - Titre : Synthèse de la Galalithe

Référence complète : -

Équation chimique et but de la manip :

Lait + vinaigre → Lait caillé

Filtré sur büschner et sécher en étuve.

Commentaire éventuel :

Long à faire sécher, s'y prendre tôt.

Phase présentée au jury :

Produit sec présenté au jury et introduction des réactifs dans un bescher sous agitation. (Büchner s'il y a le temps).

Durée de la manip : 2 min

Expérience 4- Titre :

Référence complète :

Équation chimique et but de la manip :

Modification par rapport
au mode opératoire décrit :

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Durée de la manip :

Expérience 5 - Titre :

Référence complète :

Équation chimique et but de la manip :

Modification par rapport
au mode opératoire décrit :

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Durée de la manip :

Compétence « Autour des valeurs de la République et des thématiques relevant de la laïcité et de la citoyenneté »

- **Question posée :**
- Tu découvres en surfant sur le web qu'il y a une page qui t'es consacrée et qui est injurieuse. Tu découvres en surfant sur le web qu'il y a une page qui t'es consacrée et qui est injurieuse. Que fais-tu ?

Commentaires du correcteur :

- Il y a un rappel à la loi → Diffamation publique (= dire qqch qu'on ne peut pas affirmer). Il y a également l'injure publique dont la jurisprudence est assez large et couvre ce types de cas de figure.
- Ca serait dangereux que ça ne reste qu'entre vous.
- Même si c'est élogieux, le site n'a pas lieu d'être. En tant que fonctionnaire de l'état je n'ai pas besoin qu'on me félicite.

LC 3 Titre : Chimie durable

Présentée par : Raphaël Leriche

Correcteur : Jennifer Dupont

Date : 22/05/2020

Compte-rendu de leçon de chimie correcteur

Rappels de définitions, concepts à aborder lors de la leçon :

Le programme concerné par cette leçon est surtout celui de terminale S :

Apport de la chimie au respect de l'environnement Chimie durable : - économie d'atomes ; - limitation des déchets ; - agro ressources ; - chimie douce ; - choix des solvants ; - recyclage. Valorisation du dioxyde de carbone.	Extraire et exploiter des informations en lien avec : - la chimie durable, - la valorisation du dioxyde de carbone pour comparer les avantages et les inconvénients de procédés de synthèse du point de vue du respect de l'environnement.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Programme de sciences physiques et chimiques en laboratoire de première STL :

Recyclage des substances chimiques. Principes de la chimie verte, impact environnemental, économique et social.	- Identifier et justifier le mode d'élimination d'une espèce chimique en se référant aux données de sécurité. - Appliquer les principes de la chimie verte pour choisir parmi différents procédés de synthèse ou d'analyse.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Programme de STL SPCL terminale :

Séparation et développement durable	- Extraire des informations pour justifier l'évolution des techniques de séparation et repérer celles qui s'inscrivent davantage dans le cadre du développement durable.
Bilan de matière lors d'une électrolyse. Applications courantes des électrolyses à la synthèse	- Prévoir les quantités de produits formés dans des cas simples et confronter les prévisions du modèle aux mesures. - Déterminer le rendement d'une électrosynthèse. - Citer quelques applications courantes des électrolyses : synthèse de métaux, de produits minéraux et organiques, stockage d'énergie, analyse et traitement de polluants. - Analyser différentes voies de synthèses et montrer que l'électrolyse peut permettre de respecter quelques principes de la chimie verte (matières premières renouvelables, non-consommation de ressources fossiles, absence de sous-produits carbonés).

Notions et contenus	Capacités exigibles
Synthèses inorganiques industrielles : aspects cinétiques, thermodynamiques, environnementaux. Un exemple de synthèse inorganique au laboratoire : la synthèse des complexes. Complexe, ion ou atome central, ligand, liaison.	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser un ou plusieurs procédés industriels de synthèse d'une même espèce chimique en s'appuyant sur les principes de la chimie verte : <ul style="list-style-type: none"> . matières premières, . sous-produits, . énergie, . catalyseur, . sécurité. - Reconnaître dans un complexe : l'ion ou l'atome central, le ou les ligands, le caractère monodenté ou polydenté du ligand. - Décrire l'établissement de la liaison entre l'ion ou l'atome central et le ou les ligands selon le modèle accepteur-donneur de doublet électronique. - Écrire l'équation de la réaction associée à la synthèse d'un complexe.

Il faut en introduction dire que la chimie fait partie intégrante de notre quotidien (diapo avec images de cosmétiques, textiles, agronomie...) mais l'image de la chimie s'est dégradée et apparaît auprès du public comme une industrie polluante et dangereuse (thalidomide, DDT, Seveso, AZF...). Dates sur ces scandales et sur les mesures prises. On peut faire une frise avec des dates pour que ça soit visuel.

Il faut ensuite définir ce qu'est la chimie durable, et montrer les 12 principes de la chimie verte. Je pense qu'il faut énoncer le lien chimie verte/durable pour être clair, on peut dire que c'est équivalent (voir Chimie verte, concepts et applications, Augé).

Il est indispensable dans cette leçon d'introduire l'économie d'atomes EA, et de faire les calculs sur les expériences choisies. Il faut prendre des exemples de synthèses de chimie verte, c'est bien de les comparer avec des synthèses moins vertes : procédé Boots/BHC pour l'ibuprofène, synthèse au micro-onde/reflux. Pour la synthèse de la chalcone sans solvant, il faut parler de la dangerosité des solvants usuels pour faire ressortir l'avantage de cette synthèse. On peut montrer aussi les étiquettes des produits ou solvants, et pour chaque synthèse revenir à la diapositive des 12 principes de la chimie verte et checker ceux qui sont respectés.

On peut aussi parler de ressources différentes (agro ressources) et de la valorisation des déchets (CO_2 : solvant, microalgues...).

On peut en conclusion évoquer le contrôle-qualité (présent dans le programme de terminale S) du nitrate (polluant pour les eaux) dans les engrais par exemple.

Avis sur le plan proposé, choix des exemples et des expériences :

Le plan proposé est :

I. Enjeux de la chimie moderne

1. Développement durable
2. Les principes de la chimie durable

II. Des synthèses durables

1. Le rôle du solvant (Synthèse de la chalcone)
2. L'économie d'atomes (BHC/Boots ibuprofène)
3. Economie d'énergie (Dismutation de l'eau oxygénée par une enzyme d'un navet, Synthèse de l'hydrobenzoïne méso)

III. Un regard neuf sur les ressources

1. Revalorisation du CO
2. Exemple d'un plastique biosourcé (Etude d'un lait)

Le plan convient, les exemples et les expériences sont bien choisis, mais il y a trop d'expériences. On pourrait déplacer l'expérience de la dismutation de l'eau oxygénée par le navet dans la 3^e partie pour parler des agro ressources et en même temps de la catalyse, et enlever l'expérience du lait.

Remarques sur des points spécifiques de la leçon :

- Rapport de jury 2019 : « La leçon concernant la chimie durable est souvent traitée de manière superficielle alors que des attentes précises tant en termes de contenu que d'activités expérimentales sont explicitement décrites dans les programmes. » Il faut faire attention à cette leçon !
- Bien se préparer à des questions de mécanismes réactionnels sur l'aldolisation (chalcone), sur la tautomérie céto-énolique (racémisation de la thalidomide) et sur les synthèses de l'ibuprofène.

Discussion sur les manipulations présentées au cours du montage (objectifs de l'expérience, phases de manipulations intéressantes, difficultés théoriques et techniques) :

Expérience 1 : Synthèse d'une chalcone

Référence : Protocole dans dossier appelé chalcone 1-4

Synthèse sans solvant, pour laquelle l'économie d'atomes est très bonne aussi. Le seul sous-produit est l'eau. On peut aussi montrer les étiquettes des réactifs utilisés. Cette synthèse est très intéressante dans cette leçon, il peut être bien de revenir à la diapo sur les 12 principes de la chimie verte et de checker les principes respectés. Bien évoquer la toxicité de certains solvants pour montrer que c'est un avantage (dichlorométhane, cyclohexane...). Le protocole dans un mortier est présent aussi dans *Manipulations commentées de chimie organique*, Jacques Drouin.

Etre au point sur le mécanisme d'aldolisation/crotonisation pour cette expérience.

Expérience 2 : Dismutation de l'eau oxygénée par une enzyme d'un navet

Référence : demander à Raphaël

Cette expérience sert à montrer la catalyse, et utilise aussi une agro-ressource pour faire cela. On peut comparer cette expérience à la dismutation de l'eau oxygénée par FeCl_3 , pour montrer l'intérêt des agro ressources. Cependant, il faut bien défendre cette manipulation, car le fait que l'eau oxygénée se dismute est indésirable.

Retour d'oraux 2019 : « l'expérience de dismutation n'avait pas trop sa place ici car on préfère former de l'eau oxygénée que réaliser la réaction de dismutation. »

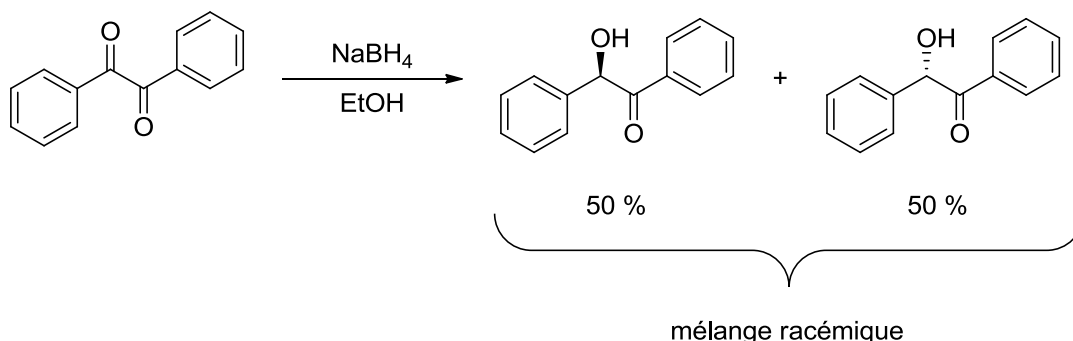
Expérience 3 : Synthèse de l'hydrobenzoïne méso

Référence : Protocole dans pdf Xavier Bataille p.18, explication acidification dans pdf Complement_TP_micro_onda

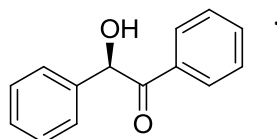
Cette expérience sert à montrer l'économie d'énergie en utilisant un micro-onde. Être au point sur le chauffage micro-onde pour les questions. C'est très bien de comparer ceci à un montage à reflux qui utilise plus de puissance électrique et plus d'eau pour le réfrigérant (quoiqu'en industrie ou en laboratoire, on peut avoir des réfrigérants à air qui n'utilisent pas d'eau, ou une circulation d'eau qui est réutilisée et n'est pas gâchée).

Il faut être conscient que cette réaction est stéréosélective : on forme le composé méso (savoir ce que ça veut dire !) alors qu'on pourrait *a priori* former les composés (R,R) et (S,S). Ceci est expliqué par le modèle de Felkin-Anh qui n'est pas au programme, mais voici une explication rapide pour info :

La première étape est la suivante :



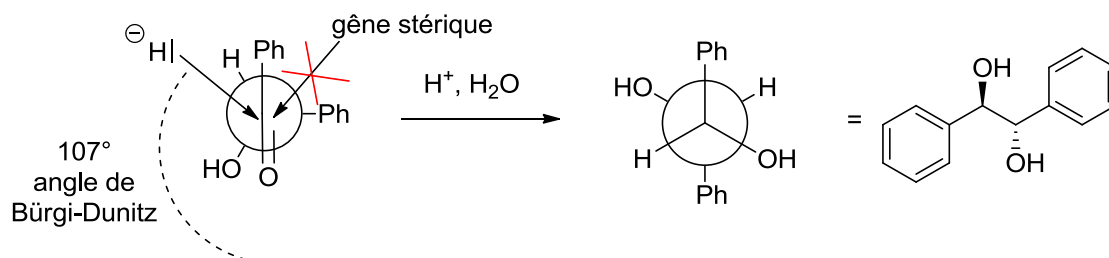
On obtient un mélange racémique. Pour savoir comment attaque le 2^{ème} hydrure, on peut se rapporter au modèle de Felkin-Anh. Celui-ci indique que les conformations les plus stables sont celles pour lesquelles le plus gros groupe (ici Ph) est perpendiculaire au groupe carbonyle. Il y en a 2 pour la molécule



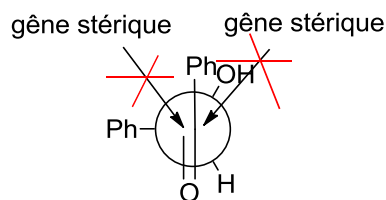
Il s'agit de L'attaque et de l'ion hydrure se fait avec un angle de 107° par

rapport au carbonyle. L'attaque qui présente le moins de gêne stérique est la suivante :

Conformation réactive :



L'attaque sur l'autre conformation présente trop de gênes stériques :



En appliquant le même modèle sur l'énantiomère, on obtient aussi le composé méso.

Expérience 4 : Etude d'un lait

Référence : <http://www.slampert.com/Activites%20pedagogiques/TPONC2.pdf>

C'est une expérience marrante de chimie verte et qui pose un regard neuf sur les ressources, mais je pense que pour coller au programme il vaut mieux parler d'agro ressources, issues de l'agriculture.

Autour des valeurs de la République et des thématiques relevant de la laïcité et de la citoyenneté :

Les REP bénéficient de plus de ressources. Pensez-vous que ceci est une rupture d'égalité ?

C'est plus un respect de l'égalité car pour être au même niveau que les autres, ils ont besoin de plus de moyens (moins d'élèves par classe par exemple).

Propositions de manipulations – Bibliographie :

- Ester de poire au micro-onde, Barbe p 76 + Daumarie p 13 (catalyse homogène + micro-onde)
- Couplage enzymatique, Martinand-Lurin p 370 (agro ressources + catalyse)
- Obtention et étude d'un biocarburant : le biodiesel, Barbe p 89 + BUP n° 904, mai 2008
- Précipitation de la caséine, physique-chimie TS spé Sirius 2002
- Dismutation de l'eau oxygénée par FeCl_3 , Microméga physique-chimie TS enseignement spécifique, 2012

- Synthèse parallèle basée sur la réaction multicomposants de Biginelli, Actualité chimique n° 330, mai 2019
- Ester de lavande au micro-onde, La chimie expérimentale – Tome 2, Chimie organique, Le Maréchal (catalyse homogène + micro-onde)
- Hémisynthèse de l'aspirine (http://www.physagreg.fr/CoursTS/Chimie/TP/Chimie-TP14-hemisynthese_aspirine.pdf) ou d'autres protocoles sur internet
- Chimie verte, Concepts et applications, Augé
- Chimie verte, chimie durable, Antoniotti
- Culture sciences chimie verte <http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/la-chimie-verte-1055>
- Microméga physique-chimie TS enseignement spécifique, 2012
- Synthèse organique sous micro-ondes en absence de solvant : Un procédé efficace pour la chimie verte, Actualité chimique n° 272, février 2004 (pour des détails sur le chauffage micro-onde)
- Dosage du nitrate dans un engrais, Porteur de Buchère p 243 (info pour conclusion)