

# Notes de chimie

## Notes générales leçon

- au moins 3 types de ref : livre du niveau, livre de niv de dessus pour aller plus loin, livre de manip, et plusieurs de chaque bien sûr
- écrire le plan au fur et à mesure et ne pas l'effacer (mettre les titre de grande partie tout à gauche, faire apparaître progressivement)
- évol de la manip au cours du temps :  $\text{CO}_2$  de l'air peut réagir...
- très valoriser d'utiliser video, simu, sites... montrer savoir faire
- parler 3 min pour rep ValRep. Citer les mots clés (transdisciplinaire, équipe pédagogique, tolérance, ...)
- regarder BO programme (pas oublier STL et BCPST, peut être intéressant)
- pas utiliser molaire
- ccl : tjr faire une ouverture

## Mots-clés ValRep

- équipe pédagogique
- heure de vie de classe
- on est le représentant (le dépositaire) de la république devant nos élèves
- transmettre une forme de civisme
- ne pas perturber l'équilibre de la classe
- ne pas rester passif
- créer du lien, intégration
- neutralité
- vivre ensemble
- Réaction complotisme : ne pas donner son opinion, l'école est là pour forger la rationalité  
l'opinion n'est pas une information, vérifier sources
- téléphone : tolérance zéro dans le code de l'éducation
- loi droit à l'image : ne pas être filmé sans accord
- guide d'utilisation des réseaux sociaux 2019
- ressources numériques : accès par ordinateur fournis par académie, clé 4G...

## Ex questions

- travail en groupe, en quoi fraternité ? travail d'équipe (prémices au travail en entreprise), noté ensemble, créer un lien, partage, ne pas laisser les binômes se choisir eux-mêmes ? hétérogénéiser les binômes, séparer les discriminés pour les élever, discriminants/toxiques : trouver un équilibre pour pas qu'ils prennent de mauvaises habitudes, groupe rassurant, travailler environnement sain
- profil sur réseau sociaux pour échanger avec élèves ? dans certains lycées, il existent des forums pour communication prof/élèves (avantage : modéré)
- dans le couloir, vous surprenez des insultes racistes juifs/arabes, que faites-vous ? demander ce qui se passe, dit à la légère (préjugé) ou pensé vraiment (injures) ? dans tous les cas, ce n'est pas acceptable, pas à prendre à la légère, pas de banalisation, ne pas laisser passer, sujet grave, contacter les parents, sanctions, faire prendre conscience que c'est raciste, c'est un délit, éventuellement du harcèlement, déconstruire préjugés
- TP différents à différents élèves ? intérêts ? équité ? assez de matériel ? groupe hétérogène/homogène ? éviter la triche ? il faut s'assurer que les tp sont évalués de façon équitable,

ce sont les compétences qui sont évaluées, on peut trouver des tp pour que les mêmes compétences exp soient mobilisées. Faire des groupes de niveau pour que chacun progresse ?

- Constat d'une fraude au bac, cmt réagit ? est-ce une rupture du ppe d'égalité ? sanction ? interdit d'examen pdt 5 ans. Intervention : saisie des pièces qui permettent d'établir la réalité des faits, rédaction d'un procès-verbal, signé par autres enseignants présents. Le recteur peut par la suite : abandonner poursuites, saisir commission de discipline ou convoquer lui-même le candidat pour un blâme
- prof de phys-chim, cours de mécanique, modèle de terre ronde, élève dit que terre plate, bcp d'arguments. Que répondre ? qu'en pense-t-il ? un lac aux USA très grand où on voit la courbure, cache l'horizon. Débat scientifique ? ou c'est comme ça ? plutôt discuter et avancer des arguments, proposer une activité, expériences de pensée, ne pas être insultant. C'est une démarche scientifique, à partir d'hypothèses on fait des expériences, et celles en faveur de la terre plate ne marche pas. Implique tellement de choses bcp plus compliquées. Invoquer les sources
- Covid : en quoi enseignement de Phys-chim participe à l'éducation des jeunes citoyens ? Toutes les matières scientifiques permettent d'apprendre à faire la part des choses, enseigner vérifier sources, rigueur. Démarche expérimentale, théorie, vérifié par expérience, ex : c'est long d'avoir un vaccin...
- élève prend photo tableau. Est-ce qu'il a pb pour prendre des notes ? C pour reprendre le cours ? arrivé en retard ? lui dire de ranger son portable, il vient à la fin du cours pour en discuter. Voir le règlement intérieur. Ne pas laisser passer utilisation du tél en classe. Dernier niveau : droit confisquer tel ? non mais droit de convoquer, sanctions. Loi droit à l'image. Hétérogénéité dans une classe : être vigilant à ce que tous les élèves soient capables de prendre des notes en temps
- place que doivent occuper l'utilisation des réseaux sociaux dans le cadre de l'enseignement ? guide d'utilisation des réseaux sociaux 2019, devoir d'éduquer les jeunes... dans le contexte, ça a effectivement un intérêt. Notre rôle : éduquer les élèves à ce genre d'outils. Cyberharcèlement... Savoir les aborder, les traiter avec les élèves. Pb éthique, juridique : pas compatible avec une utilisation en classe. Il y a des réseaux sociaux ouverts et libres, ou fermés au niveau d'une utilisation scolaire-académique (conversation, forum). On est censé les former à des outils modernes
- quelle est la place de l'humour dans la relation élèves/prof ? humour déplacé ? tjr être dans le respect, on rigole ensemble. Mots violents ? Privilégier le dialogue avec l'élève. Si un message est mal placé, on met les choses au clair, faire une heure de vie de classe pour faire différence entre les relations prof/élève et élèves/élèves. Humour du prof ? peut-être une manière de captiver l'attention de l'élève, savoir l'utiliser correctement et poser les limites
- activité pédagogique pour donner envie aux filles de s'engager dans des métiers scientifiques ? groupe mixte en TP, traiter garçons filles de la même façon, montrer que possible pour une fille de faire un métier scientifique, journée de sensibilisation/rencontre, faire venir des femmes de différents métiers, rencontrer des hommes et femmes chercheurs, sorties
- refus port du masque car « gouvernement veut nous contrôler », réaction ? pédagogie, essai de raisonner, expliquer pandémie, argument sanitaire : virus contagieux, voie respiratoire, masque permet de protéger tous ; le masque et la pandémie ne sont pas dans l'intérêt du gouvernement : il y a des chiffres avérés de contamination, des gens meurent
- nouvel élève mal intégré : binôme TP, discussion avec l'élève, rejet ? harcèlement ?
- élève en situation de handicap exclu d'un groupe de travail en cours à cause de son handicap. Aller voir l'élève, s'il est effectivement discriminé, aller voir le groupe pour voir pourquoi. Essayer de leur faire comprendre. Si continue, essayer de le placer dans un groupe moins discriminant. A la fin du cours, aller voir élèves qui l'ont discriminé et expliquer qu'il ne faut pas faire ça. En parler au prof principal, demander une heure de vie de classe pour sensibiliser. Arrêter le cours pdt 10 min pour en parler ? Le changer de classe ? Savoir vivre ensemble. En parler à la hiérarchie, CPE/directeur ? Puni par la loi ? Exclusion provisoire/permanente
- pourquoi vous faites grève ? Je ne suis pas censé parlé de mes opinions, devoir de neutralité. Expliquer que la grève est un droit, défendre une conviction ; « C'est mon droit de faire grève mais c'est aussi mon devoir d'être neutre avec vous »

- vous séparez la classe en 2 groupes fille / garçon pour une activité ; un élève ne se sent ni dans l'un ni dans l'autre. Je ne ferais pas ce type de séparation. La catégorisation des filles vers matières littéraires depuis l'enfance et garçon vers science est déjà en défaveur. Il faut montrer à tous les élèves qu'ils ont le choix. Mal-être de la personne ? Psychologue si nécessaire. Mais on n'est pas obligé d'être dans une case bien définie. La personne peut être très bien
- une élève vous dit que la science est une croyance ; la science et les connaissances d'aujourd'hui sont le résultat de milliers d'années de questionnement, d'hypothèses, d'expérimentations, de remises en questions ; elle évolue sans cesse, on peut la remettre en question par des expériences et re-montrer ce qu'on déjà montré nos prédécesseurs par des raisonnements logiques et des preuves tangibles. La science continue de progresser
- élève propose d'utiliser un logiciel payant cracké. Il faut le sensibiliser aux droits d'auteurs, rappel à la loi. Insister pour utiliser des logiciels libres, puis les devoirs qu'on donne sont faisable sans logiciel particulier... si l'acte a été fait, il faut le signaler, il y a des procédures juridiques, article 40

[https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/8-reactions-chimiques-incroyables-2866/  
www.compoundchem.com](https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/8-reactions-chimiques-incroyables-2866/www.compoundchem.com)

## Notes random

ion ferreux :  $\text{Fe}^{2+}$

ion ferrique :  $\text{Fe}^{3+}$

eau permutée : ions calcium remplacé par ions sodium

- zwitterion : espèce chimique moléculaire possédant des charges électriques formelles d'une unité, de signes opposés et situées en général sur des atomes non adjacents (souvent acides aminés ou acide carboxyliques sous forme carboxylate)

lycopode : très très hydrophobe

mercure : densité très très élevée

osmium : matériau le plus dense sur Terre, 22x la densité de l'eau

cuivre + acide nitrique : très dangereux, formation de dioxyde d'azote, solution bleu : nitrate de cuivre

aluminium + HCl : oxydoréduction

- sel dans eau des pâtes : limite la gélification de l'amidon sur les pâtes ; mettre le sel une fois l'eau bouillante, car les bulles brassent les grains et les maintiennent en apesanteur. Si le sel est ajouté à l'eau froide, il se déposera au fond de la casserole et pourrait être corrosif. La cuisson avec sel n'est pas bcp plus rapide car température d'ébullition n'est pas beaucoup plus grande et capacité calorifique à peine plus faible. Il faudrait mettre beaucoup plus de sel pour que ça modifie significativement ptés de cuisson

utiliser une huile pour enlever une colle, ou acétone avec vernis : non non-polaires vs eau polaire !

- 1L vinaigre +  $\frac{1}{4}$ L de bicarbonate de soude : acétate de sodium +  $\text{CO}_2$ , faire bouillir 1h, retirer du feu ( $T_{\text{sol}}=58^\circ\text{C} \rightarrow \text{choc à } 20^\circ\text{C}$ )  $\rightarrow$  surfusion, état métastable (temp plus basse que temp solidification). Dès qu'on y introduit un site de nucléation  $\rightarrow$  formation cristal, solidification à partir de ce site. Peut être fait avec l'eau mais doit être pure
- utilisation acétate de sodium : chauffage à mains portable, goût sel et vinaigre dans chips

Le diiode  $\text{I}_2$  est très peu soluble dans l'eau, à cause des interactions de type van der WAALS peu favorables (molécule "apolaire" de diiode et solvant "polaire" l'eau). La solubilité du diiode dans l'eau est augmentée si on utilise un agent complexant du diiode, l'iodure de potassium KI. Les molécules de diiode forme alors l'anion triiodure,  $\text{I}_3^-$  selon la réaction équilibrée :  $\text{I}_2 + \text{I}^- = \text{I}_3^-$

CCM : codépôt = un peu de chaque réactif pour voir si un effet ensemble, peut permettre de mieux comprendre le résultat du produit si les taches ne correspondent pas exactement à l'un ou l'autre réactif (ralenti/accélééré)

### Orbitales moléculaires

- HO = HOMO en anglais, Hight Occupied Molecular Orbitale
- BV = LUMO, Lowest Unoccupied
- Visualisation des densités électroniques : <https://www.lct.jussieu.fr/pagesperso/orbimol/fr/index-fr.shtml>  
propriétés : énergies OM pour select l'OM qu'on veut voir
- pont salin : tube en U qui trempe dans agar-agar, constitué d'agar-agar, emprisonne ions potassium et nitrate par viscosité, c'est un gélifiant
- utilisation agar-agar : culture bactérienne dans boîte de pétri et pont salin, pour ses propriétés gélifiantes (polymère)
- force d'un acide = stabilité de base conjuguée (concept thermodynamique), ce n'est pas la facilité à arracher un  $\text{H}^+$  (réactivité, concept cinétique)
- approximation d'Ellingham : faux si changement d'état
- pont salin : ions de mobilité équivalente pour équilibrer le potentiel de jonction ; il se vide effectivement au cours du temps
- jeter diiode : neutraliser avec thiosulfate

bromométhane (pesticide) et chlorofluorocarbure (fluide caloporteur) : gaz à effets de serre et destructeur de la couche d'ozone (dans la stratosphère, protège la terre d'un excès d'UV), découverte il y a 30 ans, interdits dans la majeure partie des pays du monde aujourd'hui (1989, protocole de Montréal)

réaction d'estérification : quasiment athermique

équilibre : diving bell spider (équilibre de l'oxygène à l'intérieur de la bulle)

## Réaction de Cannizzaro

dismutation d'un aldéhyde (en milieu basique) : 2 benzaldéhyde = alcool benzylique + acide benzoïque

- acide benzoïque : utilisé dans conservation de fruits ?
- alcool benzylique : indice de réfraction proche de celui du quartz, permet d'identifier le quartz

## Bonus/Vrac

- Osmose : passage de molécules à travers une membrane semi-perméable pour équilibrer les concentrations (ex : cellules, globule rouge). Diffusion des molécules à travers membrane
- Solution isotonique : adaptée pour le milieu extra-cellulaire, ne va pas « diluer » (faire gonfler) les cellules, ne va pas les « assécher ». Même concentration que milieu intra-cellulaire (concentration en sodium le plus souvent, le plus important ?)
- Solution hypotonique : concentration à l'intérieur de cellule plus élevée que dans la solution
- Solution hypertonique : concentration à l'intérieur de cellule moins élevée que dans la solution
- Conséquence : l'eau pure n'est pas une bonne boisson pour s'hydrater, il faut des sels/minéraux. OK quand on mange, sinon (ex : sport important) il faut une boisson adaptée
- Lipides : longue chaîne carbonée insoluble dans l'eau (graisses/cires...), se solubilisent très bien dans solvants gras
- Miscibles : eau + acide acétique, huile + cyclohexane
- Non miscibles : eau + huile, acide acétique + cyclohexane, acide acétique + huile
- Hydrophile : acide acétique
- Hydrophobe : acide oléique, acide linoléique
- Emulsion : mélange de deux corps non miscibles (souvent instable)
- Emulsion liquide-liquide : crème fraîche, mayonnaise, chocolat, lait
- Stabilisation d'une émulsion : utilisation d'un tensio-actif (partie hydrophile (tête) vs partie lipophile/hydrophobe (queue)) => formation de micelles
- From vinaigrette to mayonnaise = gouttelettes d'huile dans l'eau, + jaune d'œuf ou + moutarde (tensio-actifs)
- arbre : sève monte par capillarité sur les parois (l'eau adhère et monte par pression)
- liaison H : La liaison hydrogène est responsable de la **viscosité** de certains liquides (tel que le glycérol, qui possède trois groupes O-H), et de la **dureté** de certains solides (comme le sucre, dont la molécule comporte huit groupes O-H et est de ce fait plus dur que d'autres solides moléculaires). Elle intervient également dans de nombreuses structures **biologiques**, telles que la **structure en hélice** de la plupart des protéines et de l'ADN.

- Fermentation alcoolique : sucre transformé en alcool dans milieu liquide privé d'air
- Fermentation acétique : éthanol précédent est oxydé en acétate, nécessite du dioxygène
- Fermentation lactique : sucre transformé en lactate (base conjuguée de l'acide lactique)  $\text{CH}_3\text{CHOHCOO}^-$  (utilisation yaourt, légumes fermentés, kéfir, kombucha, ginger beer, fromage, levain)
- spectre IR : [https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct\\_frame\\_top.cgi](https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct_frame_top.cgi)

## Slides qu'il faut faire :

01 : règle du duet, règle de l'octet

01 : combustion de l'éthanol, molécules mises en jeu

01 : acide fumarique, acide maléique, + new slide avec Tfus, liaisons H

01 : slide gecko + ADN liaisons H

03 : Intro + et - carvone

03 : VSEPR

03 : acide fumarique, acide maléique, + new slide avec Tfus, liaisons H

03 : slide thalidomide

07 : intro réactions illustratives totale/non totale

07 : talbeau d'avancement  $\text{FeSCN}^{2+}$

07 : pile de Volta

07 : schéma pile Fe/Cu

07 : corrosion bateaux, anode sacrificielle Zn

08 : photo pot catalytique nid d'abeille

09 : polymérisation, polycondensation : synthèse du nylon

09 : slide mécanisme saponification ?

09 : slide réaction totale saponification avec huile d'olive, triglycéride, glycérol, cas général : hydrolyse d'un ester vs estérification

10 : réaction de cannizzaro, mécanisme

10 : ampoule à décanter, extractions

10 : séparation des 2 produits : l'un acidifié + filtre Buchner, l'autre sécher + évaporé

10 : caractérisation/contrôle de pureté

10 : purification : recristallisation

13 : slides Henri aspirine  
13 : slides Dean-Stark  
13 : types de réaction, exemples  
13 : protection/déprotection (figure Tale spé Sirius Nathan 2020 p230)  
13 : ccl, s'inspirer le la slide 13 de Henri

14 : amidon, glucose  
14 : amylase  
14 : ex antiseptiques  
14 : graisse et savon  
14 : acides aminés

19 : cycle de Hess théorique  
19 : valeur en eau d'un calorimètre  
19 : cycle de Hess appliqué à température de flamme  
19 : cycle de Hess à la réaction pour l'enthalpie d'hydratation du carbonate de sodium

22 : expression potentiel chimique gaz, soluté, solvant  
22 : formules  $K^\circ$ ,  $\Delta_r G$ ,  $Q_r$

23 : diagramme E-pH iode  
23 : superposition diagramme E-pH fer et iode  
23 : superposition diagramme E-pH fer et eau  
23 : classes de qualité de l'eau, quantités associées  
(<https://www.lelementarium.fr/product/eau/>)  
23 : dosage de Winkler, jolie slide avec chaque étape  
23 : procédé hydrométallurgie du zinc

24 : Procédé Haber-Bosch, deux prix Nobel  
24 : quotient de réaction de la synthèse de  $\text{NH}_3$ , influence P, procédé industriel

27 : coquilles d'animaux marins et coraux (calcite), équation dissolution  
27 : ex  $K_s$  de  $\text{NaCl}$ ,  $\text{PhCOOH}$   
27 : diagramme d'existence et de distribution  $\text{CaCO}_3$   
27 : source acidification océans, dissolution  $\text{CO}_2$ , réactions  $\rightarrow \text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$   
27 : application analyse chimique (slide Emilie)  
27 : traitement des eaux usées : qualité de l'eau (ions, pH..), enlève métaux, enlève sulfates

28 : montage 3 électrodes  
(28 : système lent/système rapide)  
28 : synthèse de l'eau de Javel (courbe i-E, schéma, équation)

28 : oxydation d'un clou Fe en solution acide avec Pt (courbe i-E)



## LCO1 - Liaisons chimiques

### Ressources

- Physique Chimie 1ère S, Nathan (édition 2015). (p216 : électronégativité, polarisation ; p214 : solide ionique ; p215 : liaisons VdW)
- Physique-Chimie 1S, Collection Dulaurans Durupthy, Hachette (édition 2015). (p150, p168 : solide ionique ; p151 : liaisons hydrogène)
- Chimie Tout-en-un PCSI, Dunod (2013). (p374 : Tfus acides fumarique/maléique ; p376 : liaisons hydrogène)
- Physique Chimie Tle S, Nathan (édition 2012). (p309 : site donneur/accepteur)
- Livre 1<sup>ère</sup> STL
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- 100 manipulations de chimie – Chimie organique et inorganique, Jacques Mesplède.
- <https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/chimie-du-vivant/les-forces-de-van-der-waals-et-le-gecko>

### Exp

- <http://pontonniers-physique.fr/PremiereNew/2013Agir/02ChaleurReactionCor.pdf>
- [http://thierry.col2.free.fr/restreint/exovideo\\_lycee/ex\\_TS\\_2012/ch10\\_comparaison\\_proprietes\\_mol\\_diastereoisomeres.pdf](http://thierry.col2.free.fr/restreint/exovideo_lycee/ex_TS_2012/ch10_comparaison_proprietes_mol_diastereoisomeres.pdf)

### Expériences

- acide maléique
- acide fumarique
- banc Kofler + étalonnage environ 130°C
- 4 tubes à essai + support
- sulfate de cuivre anhydre
- eau de chaux
- tuyau souple + raccord pour bouchon erlen
- tube en U
- lampe à éthanol
- fiole à vide + pince 2 doigts
- entonnoir en verre (accroché au tuyau) + petite pince 3 doigts
- erlen + pince 2 doigts + 1 bouchon (pour mettre le tube en U + raccord pour tuyau)
- thermomètre à alcool
- cannette + 1 pièce 2 doigts
- papier aluminium pour calorifuger
- 4 potences

Tfusion acide fumarique et maléique, solubilité dans l'eau

Combustion de l'éthanol : mise en évidence des produits et détermination énergie de liaison

### REMARQUES

- Mesure énergie liaison covalente : brûler éthanol
- Liaisons ionique, H, VDW
- polarité : électronégativité (Pauling (gagner des é et ne pas en perdre), Mulliken (gagner des é))
- exemple VDW : adhérence gecko, inspiration pour adhésifs
- représentation de Lewis : pas vu avant 1ere, intérêt : visuel
- double liaison : 2 traits équivalents ? Ok en rpz de Lewis mais niv d'énergie différents
- à quoi ça sert de définir toutes ces liaisons ? regrouper des molécules par leurs propriétés, prévoir des réactions/mécanismes en chimie organique
- infos sur température de fusion, énergie de liaison, miscibilité

- Infos sur d'autres propriétés ? ductilité ? fragilité (ptés mécaniques) ? Liaisons métalliques : explique ductilité métaux
- Géométrie des molécules, VSEPR
- logiciel Avogadro pour construction géométrie molécules : cmt ça marche ? calcul ou juste données ? calcul
- tous les paramètres géométriques ont un sens ? taille atome, distance de liaison, ... quantique, 95% de proba, ça tourne
- cmt définir énergie de liaison ? én nec pour casser la liaison
- cmt s'utilise un banc Koeffer ? étalonner, produit à décaler de froid vers chaud en diagonale pour connaître précisément le lieu où ça commence à fondre...
- van der waals : int dipole-dipole
- liaison covalente -> directionnalité, info supplémentaire qu'énergies
-

## LCO2 – Énergie chimique

### Ressources

- 
- 
- 
- 

#### Exp

- Des expériences de la famille oxydoréduction, Cachau, p217
- Nathan 2012

### Expériences

- cannette
- aluminium
- lampe à éthanol
- électrode Zn
- électrode Cu
- sulfate de cuivre  $0.5 \text{ mol. L}^{-1}$
- sulfate de zinc  $0.5 \text{ mol. L}^{-1}$
- multimètre

Fem de la pile Daniell (Cachau, RedOx, p217)

Combustion éthanol (chauffer de l'eau dans une canette, Nathan 2012)

REMARQUES

## LC03 - Structure spatiale des molécules

### Ressources

- Physique Chimie TS, Collection Dulaurans Durupthy, Hachette.
- Physique Chimie Tle S, Collection ESPACE, Bordas.
- Physique Chimie 1ère S, Édition 2015, Hachette.
- Physique Chimie Term S, Collection Sirius, Nathan (2012).
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- Chimie<sup>3</sup>, Burrows et al., De Boeck (2012).
- [https://ludivineemeric.github.io/Chimie/molecule-shapes\\_fr.html](https://ludivineemeric.github.io/Chimie/molecule-shapes_fr.html)

### Exp

- La chimie expérimentale 2. Chimie organique et minérale, Romain Barbe, Jean-François Le Maréchal. (p16)
- [http://thierry.col2.free.fr/restreint/exovideo\\_lycee/ex\\_TS\\_2012/ch10\\_comparaison\\_proprietes\\_mol\\_diastereoisomeres.pdf](http://thierry.col2.free.fr/restreint/exovideo_lycee/ex_TS_2012/ch10_comparaison_proprietes_mol_diastereoisomeres.pdf)

### Expériences

- + et – carvone
- cyclohexane
- acétate d'éthyle
- plaque CCM
- capillaires CCM
- révélateur UV CCM
- boîte verre pour CCM
- modèles moléculaires
- acide maléique
- acide fumarique
- banc Kofler + étalonnage environ 130°C
- 4 tubes à essai + support

Tfusion acide fumarique et maléique, solubilité dans l'eau

(+)-carvone et (-) carvone : CCM (éluant 80/20 cyclohexane, acétate d'éthyle)

## REMARQUES

- absent en lycée général, s'orienter vers programme STL, bcp de choses
- prendre des modèles (boules-batons à assembler avant) pour bien illustrer les molécules en 3D
- chiralité : ne pas parler de configuration, garder configuration pour isomères, parler plutôt de disposition
- Extraction : on cherche à récupérer un produit, on fait passer produit de la phase aqueuse à la phase organique (en général, ou inverse possible aussi)
- Lavage : on cherche à éliminer un constituant, choses qu'on ne veut pas
- acide fumarique vs acide maléique : fumarique a T<sub>fus</sub> plus grande car molécules plus liées entre elles, maléique plus liée à elle-même
- énantiomères, ex : limonène et carvone
  - carvone : on peut faire sentir aux élèves, au jury ? sans danger, S (cumin)/R (menthe) ont odeurs différentes
  - limonène : peut-être extraite à partir de la peau d'orange  
améliorer la séparation en ne prenant que le zeste (pas la partie blanche)

+ rajouter du NaCl ou  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  à évaporer  
on peut mesurer le pouvoir rotatoire (loi de Biot au programme STL option ...)  
CCM

- Des molécules chirales qui n'ont pas de carbone asymétrique ? halicènes, allènes, biphényles, composés spiro
- Protocole isomérisation de l'ibuprofène par photochimie : livre 1ère S Sirius (ancien prog)  
→ un protocole par catalyse enzymatique dans sujet bac 2015 nouvelle calédonie
- ibuprofène : mélange racémique, une seule config intéressante, l'autre pas d'effets. Moins cher que d'isoler la config d'intérêt
- Scandale thalidomide (années 1950) : (R) anti-nauséeux vs (S) malformations enfants (tératogène)
- CCM : que faire si des caractéristiques sont très proches ? en refaire un en mélangeant les le produit expérimental et le produit de référence, distinguer les 2 taches et faire le lien avec les dépôts séparer autour => améliore précision sur le repérage, comparaison facile

## LC04 - Acides et bases

### Ressources

- Physique Chimie Term S, Collection Sirius, Édition 2017, Nathan. (p340 : pH, produit ionique eau, acide base ; p344 : acide/base forte)
- Physique Chimie Tle S, Bordas. (p330 : base conjuguée, acide acétique)
- Chimie tout-en-un PCSI, Dunod.
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- <https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/chimie-du-vivant/la-chimie-du-gout>

### Exp

- Des expériences de la famille Acide-Base, 2e édition, Danielle Cachau-Herreillat (p165)
- Physique Chimie TS, Collection Dulaurans-Durupthy, Hachette (p175, p326 : importance en milieu biologique)

### Expériences

- chou rouge
- Destop dilué 10x
- vinaigre
- solution tampon
- acide nitrique à  $10^{-2}$  mol. L<sup>-1</sup>
- acide acétique à  $10^{-2}$  mol. L<sup>-1</sup>
- soude à  $10^{-2}$  mol. L<sup>-1</sup>
- acide chlorhydrique à  $10^{-2}$  mol. L<sup>-1</sup>
- 5 tubes à essai
- papier pH
- pH-mètre
- burette + porte burette + potence
- baguette verre + boîtes de pétri
- béchers 50mL

Détermination de la zone de virage d'un indicateur coloré à base de chou rouge

Étude du tampon  $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$

### REMARQUES

- pH dans l'organisme ? 8 dans le sang
- acide=danger ? dépend de la concentration
- yeux sensibles aux acides/bases
- « eau dans l'acide=suicide » ou @ : l'a dans l'o : verser l'acide dans l'eau, variation de pH moins important, éviter projection
- papier pH : association de plusieurs indicateurs colorés, imbibé de phénolphthaléine...
- chou rouge : indicateur coloré naturel d'acidité
- eau distillée : distillation, coûte cher, en réalité colonne à permutation d'ion, en fait c'est de l'eau permutée

- électrode de verre : membrane qui échange  $H^+$ , attention grand pH faussé car  $Na^+$  peuvent passer
- conductimétrie : cellule de conductimétrie, loi de Kohlrausch
- titrage ions carbonate pas recommandé car atteint limites de électrode de verre
- pluies acides : oxyde sulfurique vient d'usine -> retombe sous forme acide
- Phénolphthaléine : pb au lycée car toxique, cancérigène (substitut : bleu de thymol, rouge de phénol, thymolphthaléine, bleu de para-xylénol, bleu de quinoléine)
- La soude se carbonate facilement à l'air. Cette réaction explique les amoncellement blancs qui se forment autour des flacons contenant de la soude. Ce produit blanc est, pour l'essentiel, du carbonate de sodium

Indicateurs colorés extraits de **substances naturelles** : le chou rouge, la rose, la betterave, l'artichaut, le curcuma, le thé

## LC05 - Oxydants et réducteurs

### Ressources

- Physique Chimie Term STL
- Physique Chimie Term enseignement de spécialité Nathan Sirius 2020
- Chimie tout-en-un PCSI, Dunod.
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard

### Exp

- Des expériences de la famille Redox, Danielle Cachau-Herreillat (p217)
- JFLM, La chimie expérimentale (p187)

### Expériences

- sulfate de zinc à  $\text{mol. L}^{-1}$
- sulfate de cuivre à  $\text{mol. L}^{-1}$
- électrode de zinc
- électrode de cuivre
- multimètre
- pont salin
- électrolyseur
- 2 burettes

Fem de la pile Daniell (Cachau, RedOx, p217)

Electrolyse de l'eau (JFLM, La chimie experimentale, p187)

### REMARQUES

- si l'on veut utiliser l'équation de Nernst et les nombres d'oxydations : programme de Terminale STL



# LC06 – Chimie analytique quantitative et fiabilité

## Ressources

- Physique Chimie Term enseignement de spécialité Nathan Sirius 2020 (p54 : dosage, étalonnage)
- Chimie tout-en-un PCSI, Dunod.
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- 

## Exp

- Physique-Chimie Tle S, collection ESPACE, Bordas (p471)
- Physique-Chimie Tle S, Hatier (p476 : p477 : def conductivité)

## Expériences

- conductimètre
- sérum physiologique
- vinaigre 8%
- soude à  $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- 2 burettes

Dosage du sérum physiologique par étalonnage (Physique-Chimie Tle S, collection ESPACE, Bordas p471)

Titrage du vinaigre par soude : colorimétrie, étalonnage conductimétrique

Expérience numérique sur Dozzaqueux : titrage conductimétrique du vinaigre

## REMARQUES

- fiabilité des données fabricant et fiabilité mesures
- analyses importantes, notamment exemple des analyses de sang
-

## LCO7 – Évolution spontanée d'un système chimique

### Ressources

- Physique Chimie Term enseignement de spécialité Nathan Sirius 2020
- Chimie tout-en-un PCSI, Dunod.
- <https://youtu.be/FjgWkxIjRS4?t=103>
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard

### Exp

- 100 manipulations de chimie analytique, Mesplède
- Le Maréchal p49
- JFLM, p191

### Expériences

- sulfate de cuivre à  $10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$
- paille de fer
- acide perchlorique
- soude
- 

pile fer-cuivre (JFLM, p191)

Complexe du fer : détermination de la constante de formation du complexe  $\text{Fe}(\text{SCN})_2^+$  (100 manipulations de chimie analytique, Mesplède p119 -p176)

Réaction d'oxydo-réduction entre  $\text{Cu}^{2+}$  et Fe (Le Maréchal p49, prendre sulfate de cuivre 0,1mol/L)

REMARQUES

## LC08 - Cinétique et catalyse

### Ressources

- Physique Chimie Term enseignement de spécialité Nathan Sirius 2020
- Chimie tout-en-un PCSI, Dunod.
- Cinétique et catalyse / Gérard Scacchi
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- <https://new.societechimiquedefrance.fr/wp-content/uploads/2019/12/1999-nov-225-NT25-Mabilon.pdf>
- [http://www.pccl.fr/physique\\_chimie\\_college\\_lycee/lycee/terminale\\_TS/facteur\\_cinetique\\_temperature.htm](http://www.pccl.fr/physique_chimie_college_lycee/lycee/terminale_TS/facteur_cinetique_temperature.htm)

### Exp

- 100 manipulations de chimie générale et analytique, Mesplède (p199)
- 100 manipulations de chimie générale et analytique, Mesplède (p212)

### Expériences

- nitrate d'argent
- sulfate de cuivre à  $10^{-1}$  mol. L<sup>-1</sup>
- eau oxygénée
- fil d'Ag ou Pt
- navet ou radis
- iodure de potassium à
- peroxodisulfate à
- spectrophotomètre
- 

réaction rapide :  $\text{Ag}^+ + \text{I}^-$  (nitrate d'argent + iodure de potassium)

réaction lente : ions iodure par le peroxodisulfate

Oxydation des ions iodure par le peroxodisulfate et suivi spectro :  $\text{I}^- + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  (Mesplède, Générale, p199)

Expérience qualitative avec tube à essais chauffé. Dans un bain chaud, un tube à essai avec KI, l'autre avec peroxodisulfate

catalyse : dismutation de peroxyde d'hydrogène  $\text{H}_2\text{O}_2$ , fil d'argent ou de platine, ions fer(II), dioxyde de manganèse (Mesplède, Générale, p212)

### REMARQUES

- catalyseurs naturels (enzymatiques) : décomposition de l'eau oxygénée en eau par radis (catalase, vs sulfate de cuivre - homogène vs pierre ponce - hétérogène) (aussi possible avec ions fer, platine, dioxyde de manganèse, du sang...)

éthylène : catalyse maturation des fruits (récepteurs...), 1-Méthylcyclopropène le stoppe, brouille le transmetteur

éthylène est produit par le fruit à partir d'oxygène : en réduisant la proportion d'oxygène, on réduit ainsi la production d'éthylène qui fait murir fruits

- cendre catalyse la combustion du sucre
- pot catalytique : platine palladium rhodium, structure en nid d'abeille pour grande surface de contact : réduction de NO et CO, oxydation de CO, oxydation des hydrocarbures non brûlés

# LC09 - Synthèse chimique, aspects macroscopiques et mécanismes réactionnels

## Ressources

- Physique Chimie Term enseignement de spécialité Nathan, Sirius 2020
- Terminale STL
- Chimie tout-en-un PC, Dunod. (2014)
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- 

### Exp

- la chimie expérimentale 2 : chimie organique et minérale, JFLM (p99)
- la chimie expérimentale 2 : chimie organique et minérale, JFLM (p118)

## Expériences

- poivre
- pastis
- savon
- baguette en verre
- huile d'olive
- NaOH en pellets
- 

saponification de l'huile d'olive (la chimie expérimentale 2 : chimie organique et minérale, JFLM p99)

Synthèse du nylon : réaction de polycondensation (JFLM, orga, p118)

## REMARQUES

- Saponification pour obtenir de l'acide benzoïque :  
saponification : ester+base  $\rightarrow$  ion carboxylate+alcool  
puis acide pour former l'acide carboxylique  
totale car la deuxième réactif « tire » la réaction dans ce sens
- Synthèse du nylon (polycondensation) : hexaméthylènediamine + chlorure de sébacoyl  $\rightarrow$  nylon 6,8  
 $\rightarrow$  très visuel
- Site électrophile, site nucléophile (dans le supérieur) au lycée : site accepteur/donneur
- introduire sites accepteurs donneurs avec les  $H^+$  (couples acide-base)
- Réaction sans couple accepteur/donneur : oxydation métal, chimie radicalaire (transfert d'un électron), réaction polycyclique, polymérisation (au début), Diels Adler (contrôle orbitalaire, régiosélectivité)
- Toutes les liaisons sont nucléophiles ? Dépend de l'environnement
- Faire un code couleurs pour les différents types de réaction : addition, élimination, substitution
- Attention utilisation du banc Koefer : nettoyer tout de suite après
- Attention vérifier hotte

- Attention CCM : entourer les taches au crayon pour les repérer en dehors ou révélateur permanganate
- programme spé Phys-chim en Tle, STL plus complet
- électronégativité, polarité et redox : niveau 1ere
- ajouter une notion de cinétique : une réaction non catalysée et une catalysée (microscopique est très accès sur cinétique dans le programme, parler chocs ?)
- aurait pu faire non organique aussi
- vanille
- front révélateur
- CCM révélation au permanganate
- IR : si on n'a pas enlevé le solvant, pics déplacer. Vibration des molécules : élongation sym/antisym, rotation
- comment prouver An+E et non substitution ? marquer l'oxygène
- seul intérêt d'une synthèse : être le plus rapide ? non : rendement, optimiser l'équilibre donc aspect thermodynamique
- ajout de l'eau à un titrage, important ? non car seule la qté d'acide nous intéressait
- BBT ? Bleu de bromothymol, indicateur coloré : forme acide et forme basique différente, de couleur différente
- pKa ? caract un couple acido-basique

## LC10 – Séparations, purifications et contrôles de pureté

### Ressources

- Physique Chimie Term enseignement de spécialité Nathan, Sirius 2020
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard

### Exp

- 100 manipulations de chimie – Chimie organique et inorganique, Jacques Mesplède (p111)

### Expériences

- chauffage à reflux : ballon + réfrigérant à boules + chauffe-ballon...
- éther (diéthyléther)
- benzaldéhyde
- carton CCM
- capillaires CCM
- bocal CCM
- révélateur UV CCM
- ampoule à décanter + pied
- 

Réaction de Cannizarro avec solvant (formation d'acide benzoïque, 100 manipulations de chimie – Chimie organique et inorganique, Jacques Mesplède, p111) : dismutation du benzaldéhyde  
montrer 2 étapes : recristallisation et produits caract en CCM

### REMARQUES

voir CR Marion

## LC11 – Distillation et diagrammes binaires

### Ressources

- Physique Chimie Term enseignement de spécialité Nathan, Sirius 2020
- Dunod PC Tout en un
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- [https://spcl.ac-montpellier.fr/moodle/pluginfile.php/4973/mod\\_resource/content/2/PARTIE%20C-la%20distillation.pdf](https://spcl.ac-montpellier.fr/moodle/pluginfile.php/4973/mod_resource/content/2/PARTIE%20C-la%20distillation.pdf)

### Exp

- 

### Expériences

- 2 tubes à essai
- huile
- sirop
- pipettes pasteur
- éthanol absolu/pur
- tube réfrigérant
- colonne à distiller (fractionné)
- erlen + boy pour distillat
- 

Séparation ethanol-eau,  $w_{eth}=10\%$ , livre ?

Expérience numérique : Chimgéné

## REMARQUES

- Programme T<sup>ale</sup> STL : distillation fractionnée en savoir expérimental
- raffinage pétrole, enrichissement d'alcool, huile essentielle
- distillation fractionnée pour avoir un alcool pur : des picots dans la colonne de distillation
- industrie : séparer méthanol de l'éthanol, méthanol en premier, il faut l'enlever car toxique
- distillation huile essentielle : par la vapeur qui passe à travers les plantes, entraîne molécules d'huiles essentielles (ou hydro-distillation : feuilles dans l'eau). Phases différentes dans le distillat, facile à récupérer
- Dean-stark : extraire l'eau d'un milieu réactionnel
- dans bcp de cas, phase organique au dessus de la phase aqueuse (aqueuse plus dense)
- un mélange binaire n'est pas forcément une solution liquide, peut être solide, vap (autre transition)
- ex miscible/non miscible : sirop/eau, huile/eau
- température mesurée ? température de l'air
- eau/ethanol : azéotrope
- évaluer composition : mesure de l'indice de réfraction pour mesurer degré d'alcool, étalonner avec fractions connues, puis mesurer
- mélanges faciles : eau/propanol
- industrie : cheminée à plateau, on parle en nombre de plateaux
- approche pression de vapeur saturante, mais pas l'habitude de l'observer, théorique du coup



- distillation à multiples effets : procédé dessalement de l'eau

## LC12 – Caractérisations par spectroscopie en synthèse organique

### Ressources

- Chimie tout-en-un PCSI, Dunod.
- Physique Chimie TS, Collection Dulaurans Durupthy, Hachette (2012) (p90)
- Physique Chimie Term S, Collection Sirius, Nathan (2012). (p492)
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- <https://phychim.ac-versailles.fr/IMG/pdf/Documents-formation-spectroscopies.pdf>
- Spectre IR : [https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct\\_frame\\_top.cgi](https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct_frame_top.cgi) (p43)

#### Exp :

- JFLM, La chimie expérimentale 2. Chimie organique et minérale (p136)
- 100 manipulations de chimie – Chimie organique et inorganique, Jacques Mesplède (p145)

### Expériences

- spectromètre
- banc kofler
- essorage Buchner
- 2 montages à reflux

synthèse du paracétamol (Mesplède, Orga p145)

synthèse de l'indigo (JFLM, chimie exp, p136)

## REMARQUES

- synthèse de l'arôme de cannelle, indicateur coloré à base de chou rouge (molécule : pélargonidine, 2 formes)
- UV (373nm) : lame quartz, pas verre car absorbe UV
- spectro UV-vis limité à 330nm
- pas de spectro IR à l'oral, mais on peut les faire à Montrouge
- IR : empreinte digitale : vibration de toute la molécule, complexe, vers 10 $\mu$ m
- IR : parler de vibration d'élongation
- IR : loi de Hooke,  $\sigma \propto \sqrt{k}$ ,  $k \propto E_{liaison}$
- RMN : protons car seulement le noyau de l'hydrogène qui résonne
- RMN : plus l'env est riche en électron, plus delta petit
- IR : plus nb d'onde est grand, plus les liaisons sont fortes
- dégazage : secoue pour que les produits volatiles, gaz s'échappent
- émulsion, cmt la casser ? baguette
- absorbance de solution diluer : linéarité de Beer Lambert
- fonctionnement spectro : monochromateur avec réseau et fentes pour sélectionner une longueur d'onde, mesure avant et après échantillon pour avoir transmission
- quantitatif en RMN ? mettre un étalon interne

- dans une molécule organique, est ce qu'on peut voir tous les protons en RMN ? non, le H de l'alcool dans certains solvants (solvants deutérés) -> échange de proton, disparition
- distinguer isomères Z et E par RMN ? oui possible. Constante de couplage, loi de Carplus
- TP : UV-vis seul dispo, synthèse de l'indigo, fonction de concentration
- mécanisme formation arôme cannelle ? acétalisation
- attention : réaction dans bécher puis mettre dans l'ampoule
- Faire un tableau récapitulatif des 3 spectro

## LC13 - Stratégies de synthèse

### Ressources

- Physique Chimie Term enseignement de spécialité Nathan, Sirius 2020
- Chimie tout-en-un PCSI, Dunod.
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- 

### Exp

- Florilège de chimie pratique, Daumarie, 2002 (p53)
- Physique Chimie Term enseignement de spécialité Hatier, 2020 (p260)

### Expériences

- CCM
- acide sulfurique à 18 mol. L<sup>-1</sup>
- éthanol absolu/pur
- acide acétique glacial
- 2 cristallisoirs pour bain marie
- 4 ballons monocol
- 2 réfrigérant à boules
- valet
- pipettes 1mL + propipette
- eau distillée très froide (bain glace)
- 1 burette
- soude à 0.5 mol. L<sup>-1</sup>
- fiole à vide + filtre Buchner + papier filtre + spatule métal

Synthèse de l'aspirine (Daumarie, Florilège) : carac fusion, CCM

Synthèse de l'éthanoate d'éthyle (Hatier, Physique-Chimie Terminale spé 2020, p260)

aides ?

[http://wiki.scienceamusante.net/index.php/Synth%C3%A8se\\_de\\_l%27aspirine](http://wiki.scienceamusante.net/index.php/Synth%C3%A8se_de_l%27aspirine)

<https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/chimie-organique/synthese-et-retrosynthese/l-aspirine>

<http://tpe-aspirine-hb.e-monsite.com/pages/production-et-synthese.html>

<https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/chimie-organique/chimie-pharmaceutique/un-exemple-de-chimie-verte-la-synthese>

### estérification entre l'anhydride éthanoïque et l'acide salicylique (jouant le rôle d'alcool)

L'aspirine, couramment utilisée comme antidouleur, antifièvre, anti-inflammatoire, est parfois mal supportée par l'estomac du fait de son acidité (ulcère). Les laboratoires pharmaceutiques ont donc transformé l'aspirine en sa base conjuguée (l'ion acétylsalicylate) à l'aide d'une solution tampon, mieux supportée par l'estomac (par exemple, Aspégic®). Cette forme offre aussi l'avantage d'être plus facile à dissoudre dans l'eau (forme buvable). L'aspirine est un anticoagulant important : elle ne doit pas être absorbée par des personnes souffrant d'hémophilie.

REMARQUES

- Important en industrie
- Param à prendre en compte : enjeux écologiques, coût, sécurité
- si possible, catalyseur
- Aspirine : 2 méthodes possibles dont l'une bcp plus chère que l'autre
- Chauffage à reflux sur bain d'huile car eau peut trop chauffer
- isolement : liquide-liquide ou solide-liquide (buchner)
- purification : distillation (température d'ébullition) ou recristallisation (solubilité)
- Analyse : CCM ou Tfusion (banc Koffler)
- Deen stark pour éliminer l'eau au fur et mesure de la réaction
- Rendement
- Protection/Transformateur/Déprotection : groupe protégé, groupe protecteur
- Application à la synthèse peptidique
- Protocole vs Préparation : attention, différent
- Synthèse de Fischer : esterification, c'est un équilibre
- Loi de Le Chatelier : place un excès de réactif (augmentation du potentiel chimique) => l'équilibre est déplacé dans le sens d'une consommation du réactif (diminue potentiel chimique)
- Différence Acide chlorhydrique et Chlorure d'hydrogène : Acide chlorhydrique est en solution aqueuse, Chlorure d'hydrogène est gazeux dans des CNTP
- Trompe à eau : effet venturi, appel d'air, vide 10kPa, 75mmHg (1mm Hg=1/760 atm), 10-1 bar
- des gens sont allergiques à l'aspirine !! Attention devant une classe, une personne allergique ne devra pas faire ce TP, ou choisir un autre TP
- CCM : plaque recouverte de molécules chromophore (adsorbant : gel de silice ou oxyde d'aluminium) ou révélateurs chimiques (permanganate de potassium, vanilline) s'il n'y a pas d'UV. Faire les 2 c'est important !
- Chauffage à reflux : il faut que ça se recondense à 1/3 de la hauteur

## LC14 - Molécules d'intérêt biologique

### Ressources

- Chimie tout-en-un PC, Dunod.
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- 

### Exp

- 100 manipulations de chimie -Chimie organique et inorganique, Mesplède
- Daumarie, Florilège de chimie pratique
- La chimie expérimentale 2 : chimie organique et minérale, JF Le Maréchal

### Expériences

- essorage Buchner
- montage à reflux

Hydrolyse de l'amidon (100 manip Mesplède Chimie orga et inorga p 195)

Synthèse de l'aspirine (Daumarie, Florilège de chimie pratique p53) : carac fusion, CCM

saponification de l'huile d'olive (la chimie expérimentale 2 : chimie organique et minérale, JFLM p99)

### estérification entre l'anhydride éthanoïque et l'acide salicylique (jouant le rôle d'alcool)

L'aspirine, couramment utilisée comme antidouleur, antifièvre, anti-inflammatoire, est parfois mal supportée par l'estomac du fait de son acidité (ulcère). Les laboratoires pharmaceutiques ont donc transformé l'aspirine en sa base conjuguée (l'ion acétylsalicylate) à l'aide d'une solution tampon, mieux supportée par l'estomac (par exemple, Aspégic®). Cette forme offre aussi l'avantage d'être plus facile à dissoudre dans l'eau (forme buvable). L'aspirine est un anticoagulant important : elle ne doit pas être absorbée par des personnes souffrant d'hémophilie.

### REMARQUES

- Protéines : chez l'être humain qq  $10^4$ , dans tout le vivant 200 millions. Prot sont de véritables nanomachines moléculaires avec des milliers d'atomes. Découpées en briques élémentaires pour fabriquer nos propres protéines : les acides aminés.
- Acide aminé :  $\text{NH}_2\text{-CHR-COOH}$  : amine, acide, radical. Le vivant utilise 21 types différents d'aa. Chacun un radical différent. Liés les uns aux autres pour former une chaîne (protéine, « collier de perles »). Une cellule d'un organisme qui veut fabriquer une prot : plan de montage, info fournie par l'ADN. Prot se replie sur elle-même pour avoir une forme précise, attitrée -> définit sa fonction. Cas de anticorps : structure de Y permet de s'accrocher aux agents pathogènes pour déclencher action immunitaire. Cas de récepteurs : serrures qui attend une clé, cellule de forme complémentaire, app en médicaments et drogues. De nombreuses maladies sont dues au fait que certaines prot

d'adoptent pas la bonne configuration (ex : maladie neurodégénérative). Il faut connaître sa forme pour pouvoir interagir avec. Connaître la séquence des aa : facile à faire, séquençage des génomes. Mais on ne connaît que quelques formes (170k). Déterminer sa forme : cristallographie aux rayons X (purification, cristallisation, rayons X, diffraction, traitement maths), mis au point dans années 50. Ajd, on connaît forme des prot à 1Å près, taille d'un atome. Prot des membranes : difficiles à carac.

- Deviner la forme sans expériences : int entre aa (charges +, charges -, hydrophobes, liaisons H) -> structure tire-bouchon (hélice  $\alpha$ ), chaîne se replie (feuillet  $\beta$ , très courant)... Principe physique qui gouverne : int entre aa permettent de minimiser l'énergie de la molécule, repliement des prot. Simulations informatiques : algorithme Rosetta (succès années 2000), puis compétition Casp : qq dizaines de prot dont on ne connaît que séquence d'aa, une équipe d'expérimentateurs carac leur géométrie aux rayons X, une autre équipe devlp algorithmes pour deviner sa forme. Le meilleur algo gagne : celui qui a le plus grand pourcentage des aa sont bien positionnés. Av 2018 : 20%, en 2018 : max 60%, 2020 : 87%. Deep learning.
- Attention : nom de la leçon a changé
- Pb de programme : médicaments ou aliments ?
- acides aminés, protéines, graisses
- hydrolyse de l'aspartame : dipeptide présent dans la vie de tous les jours, intérêt pédagogique
- aspartame : 2 carbones asymétriques, tous les 2 représentés en L car le plus courant dans la nature, diastéréoisomères : amer ou sucré
- vivant a une stéréochimie préférentielle : L, pas un mélange racémique, qq bactéries produisent D
- tératogène : malformations
- dichlorométhane danger ? cancerigène
- CCM : pas d'eau dans un éluant
- CCM d'acide aminé : particulièrement foireux,
- aussi chromatographie sur colonne, plus long
- caractériser acides aminés ? Electrophorèse (séparation des protéines, différencier des espèces chargées, et notamment des protéines, après leur déplacement dans un champ électrique)
- Electrophorèse : dépôt acides aminés sur plaque avec gel, application chp électrique, migration dans un sens ou dans l'autre suivant cmt chargé
- caractériser une molécule protéine ? récupérer gène, retrouver chaîne, machine learning permet d'avoir 90% de fidélité aujourd'hui. Pblématique : avoir la forme. IR : sert à rien pour protéine, pour avoir la forme ; RMN : trop d'atomes. Cristalliser une protéine (très compliqué) et faire diffraction des rayons X.
- Biologie : un lien entre ce cours/la chimie et les autres matières ? touche à tout, besoin de maths, permet de comprendre la structure des molécules en biologie, adapté pour ceux qui veulent continuer dans les métiers de la santé
- Fonction de la protéine ? catalyseur, assembler des molécules
- à quoi sert le nylon ? bas, collant, parachute 2<sup>nd</sup>e guerre mondiale
- quel rapport avec vivant ? tissu biodégradable, polyamide, expérience visuelle
- synthétiser l'aspartame : mauvais rendement
- graisses=lipides
- acides gras insaturés sous forme liquide, acides gras saturés sous forme solide (int de VdW, fond à temp plus élevée)

insaturé : huile d'olive, huile de tournesol, omega-3 (poissons gras, 3 vient de la 1<sup>ère</sup> liaison double en partant de la fin). Les huiles sont plutôt des triglycérides

saturé (pas de double liaison) : huile de coco, beurre de karité, cire d'abeille

- pquoi se laver les mains ? changer tension de surface de l'eau, micelles, détruit membranes cellulaires, explose, savon s'immisce dans la bicouche phospholipidique de la cellule  
salissure sèche : agent tensioactif diminue la tension superficielle pour que l'eau entoure la poussière (diminution coût énergétique)

salissure grasses : molécules interagissent avec la partie hydrophobe des molécules au cœur de la micelle

- triglycéride : huile végétale, graisses animales, produits laitiers
- relargage : terme provient de la fabrication du savon : déplacement d'équilibre de précipitation du savon. Au moyen de NaCl très concentré,  $\text{Na}^+$  en excès, déplace l'équilibre. Terme généralisé
- eau dure (riche en  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ ): besoin de 50% de savon en plus car formation sels de carboxylate de sodium ou magnésium (explique pourquoi savon marche pas dans eau de mer, beaucoup de magnésium)
- eau de mer : impossibilité d'utiliser un savon
- synthétiser médicaments ?
- micelle, illustration : pastis trouble, goutte de savon (ou liquide vaisselle) -> solubilise
- condensation : forme des fct amides ; synthèse sur support solide
- Le nylon n'a pas vraiment sa place, savon et paracétamol ok
- paracétamol a une fonction amide
- (HP : synthèse pour un des deux énantiomères : catalyse asymétrique)

(other)

- Membrane cellulaire, lipide et stockage d'énergie
- Protéine et catalyse
- ADN et transport d'énergie information, oxygène, électron
- esters : intéressant pour la biologie
- glycérol ( $\text{HO}-\text{H}_2\text{C}-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{OH}$ ) : composé important des graisses et huiles (glycérides), utilisé dans savon
- composition gel hydroalcoolique : éthanol (ou isopropanol), glycérine, eau oxygénée (tue les bactéries) -> pas propice aux molécules du vivant, puis s'évapore
- **isopropanol ( $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_3$ ) : on nettoie lentilles avec isopropanol car alcool gras, évite de rayer, dégraissant**
- ester ( $\text{R}-\text{COO}-\text{R}'$ ) : utile de par sa réversibilité, appliqué dans le cadre de la protection de fonctions (protège soit la fonction alcool, soit la fonction acide carboxylique, soit les deux)
- esters carboxylique : dérivent d'acide carboxyliques, arômes naturels de fruits, arôme synthétique et parfums
- renverser estérification : rétro-estérification ou saponification (hydrolyse d'un ester en milieu basique)
- estérification = estérification de Fischer = production d'un ester et d'eau à partir d'une acide carbox et d'un alcool
- éluant aspartame : <http://svt.enseigne.ac-lyon.fr/spip/spip.php?article113>



## LC15 - Solvants

### Ressources

- Chimie tout-en-un PCSI, 4<sup>e</sup> édition, Dunod 2016
- Techniques expérimentales en chimie, Anne-Sophie Bernard et al
- Solvants et chimie verte 1/3 : Les solvants en chimie organique, [culturesciences.chimie.ens.fr](http://culturesciences.chimie.ens.fr)

### Exp

- 100 manipulations de chimie – Chimie organique et inorganique, Jacques Mesplède

### Expériences

- sel NaCl (s)
- I<sub>2</sub> (s)
- cyclohexane
- 2 béchers
- éthanol pur
- ballon bicol
- montage à reflux
- acétate d'éthyle
- cyclohexane
- 

solubilité : NaCl dans eau et cyclohexane

solubilité : I<sub>2</sub> dans eau et cyclohexane (soluble dans cyclohexane)

miscibilité : Mélange éthanol-eau, cyclohexane-eau

Réaction de Cannizarro avec solvant (formation d'acide benzoïque, 100 manipulations de chimie – Chimie organique et inorganique, Jacques Mesplède, p111)

### REMARQUES

- espèce capable de dissoudre, extraire ou séparer plusieurs substances sans se modifier
- sel de table + eau : bien dissout ; sel + cyclohexane : pas dissout
- diiode + eau : aucune coloration ; dans cyclohexane : couleur rose/violet
- influence du moment dipolaire (-> ionisation), permittivité relative (-> dissociation), solvation et proticité (former des liaisons hydrogène)
- miscibilité
- extraction liquide-liquide, important dans l'industrie
- choix du solvant : influence sur la cinétique (ex SN sur une exp qté eau/acétone variable)
- attention : c'est un pb ojd dans la nature, industrie pharmaceutique, on recherche des solvants verts, moins dommageables pour l'environnement
- cas où solvant est modifié ?
- Quel type d'interaction de VdW solubilise le I<sub>2</sub> dans C<sub>6</sub>H<sub>12</sub> ? pas dipoles donc ...
- Pourquoi changement de couleur avec indicateur coloré ? Espèce change de formule
- Sel : cristaux, quel type de liaison ? ionique
- HCl : type de liaison ? plutôt ionique, très polaire car différence d'électronégativité
- toxicité du cyclohexane ?

- autre : choix d'un éluant pour CCM, temp de fusion, solubilité, comment choisir un solvant pour une extraction (important !)

## LC16 - Classification périodique des éléments

### Ressources

- Chimie 1re année MPSI-PTSI, H-Prépa (2003).
- La classification périodique de Lavoisier à Mendeleïev, [culturesciences.chimie.ens.fr](https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/histoire-de-la-chimie/la-classification-periodique-de-lavoisier-a-mendeleiev)  
(<https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/histoire-de-la-chimie/la-classification-periodique-de-lavoisier-a-mendeleiev>)

### Exp

- Chimie tout-en-un PCSI 4e édition, Dunod, 2016

### Expériences

- Nitrate d'argent
- halogénure de potassium
- solution de KI
- solution de KBr
- solution de KCl
- I<sub>2</sub> (s)
- Br<sub>2</sub> (s)
- Li (s)
- Na (s)
- K (s)
- phénolphtaléine
- cristalliseur d'eau

Précipitation des halogénures, Nitrate d'argent + halogénure de potassium (Chimie tout-en-un PCSI 4e édition, Dunod, 2016, p133)

Illustration du pouvoir oxydant des dihalogènes (Chimie tout-en-un PCSI 4e édition, Dunod, 2016, p131)

Illustration du pouvoir réducteur des alcalins (Chimie tout-en-un PCSI 4e édition, Dunod, 2016, p131)

REMARQUES

## LC17 - Solides cristallins

<https://www.geogebra.org/m/gq4ewapb>

<https://cristal.web-labosims.org/>

<https://www.geogebra.org/m/gq4ewapb#material/pzpxbdhp>

### Ressources

- Chimie tout-en-un MPSI 4e édition, Dunod, 2016
- Chimie : tout-en-un, PCSI, Dunod, 2005
- Chimie<sup>3</sup>, Burrows

### Exp

- 

### Expériences

- $\text{CuSO}_4$  (s)
- eau
- plaque chauffante
- barreau aimanté (à retirer pour la formation des cailloux)
- fil qui pend pour permettre aux cristaux de germer
- modèles moléculaires

Cristaux de sulfate de cuivre

## REMARQUES

### Alliages

- acier : fer + qq% carbone
- acier inox : fer + carbone + nickel + chrome
- electrum (naturel) : or + argent
- bronze : cuivre + étain
- laiton : cuivre + zinc
- amalgame : mercure + or, ou mercure + métal (app en plombage dentaire : « amalgame dentaire », controversé aujourd'hui)

## LC18 - Corps pur et mélanges binaires

### Ressources

- Chimie tout-en-un PC | PC\*, Dunod (2014). (p252)
- Chimie tout-en-un PSI, Dunod (2014)
- Chimie<sup>3</sup>, Burrows

### Exp

- A eutectic mixture with medicinal applications, Reggie L. Hudson, Vicki Perez Osburn, and Robert Brashear. J. Chem. Educ., 1990, 67 (2), p 156.

### Expériences

- Creuset Pb/Sn
- Thermocouple
- Galette + LatisPro ou Synchronie
- phénol
- menthol

Courbe de refroidissement mélange Pb/Sn  
Mélange eutectique phénol/menthol

### REMARQUES

- leçon à programme, PSI (chgt d'états alliages métalliques, programme tourné vers l'exploitation), peut avoir des questions L+V
- composé défini non traités, faire en ouverture en TD
- on peut parler introduire le potentiel chimique
- bec bensun elec ou four pour chauffer, il n'y aura pas de bec bunsun à gaz à St Maur
- montrer avec la flexcam
- utiliser ChimGéné
- montrer diagramme (P,T) de l'eau
- Refroidissement Sn, refroidissement Sn/Pb
- Mélange eutectique phénol/menthol : liquide à T amb, le mélange change les conditions de changement d'état (eutectique -30°C pour une masse 50%)
  - application médecine : baume pour apaiser une douleur
  - cristal phenol et cristal menthol solides séparément, fusion à 44°C (menthol) et 41°C (phenol), ensemble : liquide, placer dans une boîte de petri, projeter
  - toxique ? oui pures → fortes concentrations
- Alliages

- mélanges miscibles/non miscibles
  - variance, phase
  - Salage des routes : NaCl et eau non miscibles à l'état solide
  - abaissement cryoscopique : temp baisse, qq soit mélange des 2 composés, la temp de fusion baisse, applications sur le banc Koeffer (impuretés : baisse temp de fusion)
  - l'eau fait un composé avec NaCl : temp fusion  $-21^{\circ}\text{C}$
  - utilisation des fondants : substances pour baisser température de fusion de ce qu'on manipule
  - DES (solvant) : (avant : liquide ionique, mais marche pas), peu volatile, capacité calorifique, conductivité intéressante, pourrait être utilisé comme solvant vert, on utilise l'eutectique, liquide à température ambiante
  - Marche avec d'autres sels ?
  - Ce qu'il faut retenir : exploiter, savoir déterminer compo, identifier miscible/non miscible
  - Diagramme binaire sans courbe de température ? semble abstrait, savoir comment ça se construit
  - surfusion
  - capacité thermique dépend de température ? très peu
  - sens d'évol d'un corps pur diphasé hors eq : voir différence potentiel...
- refroidissement : pente diminue car capacité thermique liquide ou solide : liquide plus élevée que solide .
  - Chaleur latente : solidification est exothermique, fusion est endothermique.  $L > 0$
  - Miscible à état solide : si on mélange cuivre et nickel, on pourra avoir un seul mélange des deux ; Il faut une pression et une température précises pour avoir un bon alliage, cf cristallographique

Sous hotte :

- menthol : un peu toxique, inhalation
- phenol : toxique

autre manip possible : mélange acide stéarique/acide benzoïque

question à bosser (trouver un doc numérique) : voit-on le 1<sup>er</sup> grain ?

## LC19 - Application du premier principe à la réaction chimique

### Ressources

- Chimie tout-en-un PSI, Dunod, 2014
- Chimie PSI, Grécias, Tec&Doc, 2014
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- 

### Exp

- Des expériences de la famille acide base, Cachau, p129
- Daumarie, Florilège de chimie pratique, p97-98

### Expériences

- $\text{HCl}$  2 mol.  $\text{L}^{-1}$ , 1 mol.  $\text{L}^{-1}$
- $\text{NaOH}$  2 mol.  $\text{L}^{-1}$ , 1 mol.  $\text{L}^{-1}$
- grand calorimètre (on va y mettre 300mL)
- petit calorimètre
- Bouilloire
- $\text{Ca}_2\text{CO}_3(s)$
- 

Calorimétrie : détermination de l'enthalpie de formation de l'eau (? ou neutralisation ?) (Des expériences de la famille acide base, Cachau, p129) (valeur en eau du calorimètre : Daumarie, Florilège, p98)

Détermination de l'enthalpie d'hydratation du carbonate de sodium (Daumarie, Florilège, p97)

### REMARQUES

- illustration : urée dans bécher + eau -> très froid
- une partie calorimétrie, une partie loi de Hess
- slide : inverse -> fusée
- ex monochore : bombe calorimétrique
- procédé Haber(-Bosch) : synthèse de composés azotés, ammoniacque
- carbone sur terre à 25°C : état stable graphite, vs Jupiter : compte tenu des pression et température, pourrait être diamant
- enthalpie d'hydratation du carbonate de sodium
- établir l'énergie thermique dégagée, connaître temp finale d'un système
- table de ref : pourquoi on fixe la pression et pas la temp ? temp varie bcp, pression bcp moins ; phase liquide : négligeable
- approx d'ellingham pas explicitement au programme (on est tjr dans ce cadre, juste le mentionner)

- réac redox ? titrage ? (acide phosphorique : triacide, ruptures de pente, enthalpies de reac différentes)
- une table fait un tout, ne pas les prendre à différents endroits
- déterminer grandeurs thermo : encore des métiers dont ce sont les points ppaux
- en pratique : on ne peut pas tout refaire, ces tables sont très importantes



## LC 20 - Détermination constante d'équilibre

### Ressources

- Chimie tout-en-un PCSI 4<sup>e</sup> édition, Dunod, 2014
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- Chimie des solutions, Blétry

### Exp

- La Chimie Expérimentale - Chimie générale, Jean-François leMaréchal, Dunod, 2000 (p229)
- Des expériences de la famille Réd-Ox, Danielle Cachau-Herreillat (217, 250)
- Chimie physique expérimentale, Bruno Fosset et al., Hermann (p106)

### Expériences

- acide benzoïque
- électrode Zn
- électrode Cu
- sulfate de cuivre 0.5 mol/L
- sulfate de zinc 0.5 mol/L
- $\text{PbI}_2$

Fem de la pile Daniell (Cachau, RedOx, p217)

pKs (Enthalpie de dissolution) de l'acide benzoïque (Chimie physique expérimentale, Fosset, p106)

Détermination du pKs de  $\text{PbI}_2$  (Cachau, RedOx, 250)

Pluie d'or, précipitation  $\text{PbI}_2$  (JFLM, Géné, p229)

## REMARQUES

- sujet important car : équilibre  $\text{CO}_2$  dans atmosphère, dans océan ; précipitation du calcaire dans une bouilloire ...
- précipitation  $\text{AgCl}$ , + ammoniac : dissocié, +Br = nouveau précipité, +thiosulfate sodium ; + KI : précipité jaunâtre
- ptés oxydantes de l'iode : oxydant, complexation, solubilité
- coefficient de partage = constante d'équilibre d'une espèce dans un mélange de 2 solvants ; diiode apolaire, plus en solvant orga (cyclohexane ici) que eau ; eq chimique : complexation du diiode en solution
- médiامتutation diiode :  $\text{I}^-$  et  $\text{IO}_3^-$  (entre autres) pour former  $\text{I}_2$  (entre autres)
- $\text{I}_2$  dans cyclohexane : violet, dû à structure électronique
- $\text{I}_2$  dans eau : complexation, ion triiodure  $\text{I}_3^-$ , brun

- thiodene (amidon) : complexe le diiode, devient incolore ; thiodene : polymère de glucose
- $PbI_2$  par dosage conductimétrique ?
- faire un dosage : conductimétrique ou spectrophotométrique
- mécanisme de Grotthus : explique pourquoi  $H^+$  a une conductivité molaire plus grande, liaisons H

## LC21 – Cinétique homogène

### Ressources

- Chimie tout-en-un PCSI, Dunod.
- Chimie tout-en-un PC | PC\*, Dunod (2014)
- Cinétique et catalyse / Gérard Scacchi
- 

### Exp

- 

### Expériences

- nitrate d'argent
- iodure de potassium
- peroxodisulfate de sodium  $10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$  et  $10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$
- 6 tubes à essai + support
- grand bécher pour faire un bain chaud
- agitateur chauffant

Ag+I- (nitrate d'argent + iodure de potassium)

Oxydation des ions iodure par le peroxodisulfate et suivi spectro :  $I^- + S_2O_8^{2-}$  (Mesplède, Générale, p199)

Expérience qualitative avec tube à essais chauffé. Dans un bain chaud, un tube à essai avec KI, l'autre avec peroxodisulfate, mélanger

### REMARQUES

- En fait les ordres % produits existent, part plus importante quand on s'approche de l'équilibre
- Pas d'ordre quand relation plus compliquée, pas que produits/divisions. Ex :  $H_2 + Br_2 \dots$
- Spectrophotométrie : cuvette plastique OK pour les UV, sinon surtout pas verre, Quartz bien. Spectro TP va dans UV ? à vérifier
- Catalyseur définition exacte : espèce qui favorise la réaction et n'apparaît pas dans le bilan de réaction
- Catalyseur enzymatique : fixation des partenaires sur le site actif de l'enzyme livre dans une géométrie favorable à la réaction, formation d'une liaison avec participation du catalyseur, libération du produit formé et régénération du site actif
- ex de catalyseur ? esterification
- Loi d'Arrhénius : empirique, prix Nobel 1903, préfacteur appelé facteur de collision (facteur de fréquence de collision),  $\log = 100 \text{ kJ/mol}$
- approche théorique : équation d'Eyring en thermodynamique statistique

- procédé Haber-Bosch : synthèse de l'ammoniac à 500°C, 2 prix Nobel
- facteurs cinétique : réactions photochimiques (ex méthane+dichlore lente dans le noir mais explosif au soleil) (longueur d'onde inférieure à une certaine limite %  $E_a$  pour photoactivation ou augmenter intensité lumière), solvants (polarité, proticité, polarité, pouvoir dispersant), pression
- tjr mieux de tracer des lois linéaires, on voit mieux les écarts, moins de param
- acte élémentaire : pas au programme des MPSI/PTSI/MP/PSI
- stabilité : notion thermodynamique
- Réactions permises par la thermodynamique : peu être bloqué cinétiquement, étude cinétique complémentaire de thermodynamique
- trempe=stopper réaction : dilution, baisser température brusquement, ajout/enlever un réactif (ex : ajout sol tampon qui impose son pH)
- ex : diamant : formé à 150km sous la surface terrestre, 1500°C, grande pression, formés il y a un milliard d'années  
     carbone stable sous forme graphite, transfo diamant -> graphite prend des milliards d'année  
      $H_2 + O_2 = H_2O$  : blocage cinétique  
      $H_2O_2 = H_2O + 1/2 O_2$  : blocage cinétique

## LC22 - Évolution et équilibre chimique

### Ressources

- Chimie<sup>3</sup>, Burrows
- Chimie tout-en-un PC, Dunod, 2014
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- Chimie des solutions, Blétry
- Étude de l'équilibre entre  $\text{NO}_2(\text{g})$  et  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ , J. Jézéquel, H.Monin-Soyer, G. Dupuis, BUP n°879.

### Exp

- Chimie physique expérimentale, Fosset, p106

### Expériences

- acide acétique
- 4 seringues bouchées
- copeaux de cuivre
- acide nitrique, c ?
- bain 0°C, 25°C, 60°C
- 2 pH-mètre (électrode de verre et ECS)
- solution soude, c ?
- phénolphthaléine
- burette + support + potence
- 

équilibre  $\text{NO}_2$  et  $\text{N}_2\text{O}_4$  (BUP 879)

Mesure du  $\text{pK}_a$  de l'acide acétique, préparer devant le jury une solution à  $10^{-2}$  d'acide acétique, mesure du pH, calcul de  $K_a$

$\text{pK}_s$  (Enthalpie de dissolution) de l'acide benzoïque (Chimie physique expérimentale, Fosset, p106)

## REMARQUES

- être à T et P constant : est-ce réalisable en labo ? est-ce important ? il faut que la réac soit suffisamment rapide
- Potentiel thermo : enthalpie, enthalpie libre
- y a-t-il d'autres définitions du potentiel chimique ?  $\mu_F$  énergie libre : cas T,V cst. C'est la même grandeur qu'avec G
- grandeurs standards : état standard, ne dep que de T
- a-t-on besoin de  $\mu$  pour définir K ?
- gants pour acide/base à partir de 0,1mol/L
- concept de la variance : de cb de param dep l'équilibre, attention : il y a une formulation où c'est constituant physico-chimique, l'autre constituant chimiques

- seringue de NO<sub>2</sub> à 60°C : gaz roux, devient N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> à 0°C : gaz incolore, à température ambiante orange, mélange. N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> → 2NO<sub>2</sub> : endothermique
- prévoir le signe de Δ<sub>T</sub>H ? regarder les liaisons formées, brisées, cmt les liaisons évoluent ? Casser une liaison = apporter de l'énergie
- NO<sub>2</sub> : ultra-toxique, détruire sur un cristalliseur d'eau (noyer dans l'eau) → formation d'acide nitrique
- NO<sub>2</sub> : impossible à utiliser en établissement scolaire, pas dispo et dangereux
- pH=pK<sub>a</sub> à la demi-équivalence pour titrage d'un acide faible par une base forte : vrai quand concentration pas trop faible. Si trop dilué : l'eau intervient
- faire Dean Stark ? est-il à l'équilibre pdt l'écoulement ? déplacement par hétéro azéotrope
- pas de binaire en MP, PSI que liquide-solide, PC liquide-solide et liquide-vapeur

## LC23 – Diagrammes potentiel-pH (construction exclue)

### Ressources

- Chimie tout-en-un PCSI, Dunod.
- Chimie des solutions, Blétry
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- Une vie de zinc, J.-L. Vignes, BUP n°770
- Chimie : 2e année : PSI-PSI\* Pierre Grécias, Tec&Doc

### Exp

- L'oxydoréduction - Concepts et expériences, Jean Sarrazin
- La Chimie Expérimentale - Chimie générale, Jean-François le Maréchal, Dunod, 2000

### Expériences

- diiode  $10^{-1}$  mol/L
- soude concentrée
- iodure de potassium
- toluène
- chlorure de fer (II) ??
- eau du robinet
- thiosulfate de sodium
- ...

dismutation de l'iode en milieu basique (Sarrazin, p128)

dosage de Winkler (JFLM, géné, p77)

Couples Fe(III)/Fe(II) et  $I_2/I^-$  (Sarrazin, p126)

REMARQUES

## LC24 – Optimisation d'un procédé chimique

### Ressources

- Chimie tout-en-un PC, Dunod 2014
- Chimie PSI Dunod Tout-en-un 2017, p173, chapitre entièrement dédié à l'optimisation d'un procédé
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- <https://www.lelementarium.fr/product/ammoniac/>

### Exp

- Étude de l'équilibre entre  $\text{NO}_2(\text{g})$  et  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ , J. Jézéquel, H.Monin-Soyer, G. Dupuis, BUP n°879
- Chimie physique expérimentale, Fosset, p106
- 100 manipulations de chimie générale et analytique, J.Mesplède

### Expériences

- 4 seringues à bout fermé
- copeaux de cuivre
- acide nitrique
- petit cristalliseur
- petit entonnoir en verre
- acide benzoïque
- thiosulfate de sodium
- agitateur chauffant
- barreau aimanté
- cristalliseur d'eau + bécher avec une croix au fond
- ...

équilibre  $\text{NO}_2$  et  $\text{N}_2\text{O}_4$  (BUP 879)

pKs (Enthalpie de dissolution) de l'acide benzoïque (Chimie physique expérimentale, Fosset, p106)

Dismutation des ions thiosulfate en milieu acide à 60°C (Mesplède, 100 manip généré, p194)

REMARQUES



## LC25 – Corrosion humide des métaux

### Ressources

- Chimie tout-en-un MP-PT, Dunod, 2014
- Chimie<sup>3</sup>, Burrows
- Chimie MP MP\* - PT PT\*, Pierre Grécias, Tec & Doc (2009).
- Electrochimie, Miomandre

### Exp

- 100 manipulations de chimie générale et analytique, J.Mesplède (p172)
- Des expériences de la famille Réd-Ox, Danielle Cachau-Herreillat (p166)
- L'oxydoréduction - Concepts et expériences, Jean Sarrazin (p290-291) (pas utilisé en préparation, Cachau suffit, mais à lire)

### Expériences

- 8 clous en fer poncés
- 1 clou en fer écroué
- 1 morceau d'étain
- 1 morceau de cuivre
- acide sulfurique 1mol/L
- boîtes de pétri
- agar-agar
- agitateur chauffante
- barreau aimanté
- ...

Corrosion du fer (clou) en milieu acide (Mesplede, 100 manip géné, p172) (chapelet de bulles) (mil basique : passivation, invisible) ;  
clou dans agar-agar (Redox Cachau p166)

## REMARQUES

## LC26 - Conversion réciproque d'énergie chimique et électrique

### Ressources

- Chimie tout-en-un PCSI, Dunod. 2016
- Chimie PSI PSI\*, Pierre Grécias, Tec & Doc (2009).
- Chimie tout-en-un PC | PC\* 3e édition, Dunod (2017)
- Chimie tout-en-unMP | PT 4e édition, Bruno Fosset et al., Dunod (2017). (p279 activité documentaire accumulateurs)
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- Cellules électrochimiques : aspects thermodynamiques et cinétiques, Didier Devilliers et ÉricMahé, L'actualité chimique n°262 (janvier 2003)

### Exp

- Des expériences de la famille Réd-Ox, Danielle Cachau-Herreillat (p217)

### Expériences

- sulfate de zinc 0.005 mol/L
- sulfate de cuivre 0.5 mol/L
- électrode de Zn
- électrode de Cu
- multimètre
- électrolyseur

Fem de la pile Daniell, résistance interne (Cachau, RedOx, p217)

### Plan scanné incomplet

Pile Daniell dans I + courbe I(V)

II/électrolyseur

électrolyse de l'eau

courbe I(V)

III/ accumulateur

### REMARQUES

- piles, électrolyse
- pile = objet du quotidien, on va essayer de voir ce qu'il s'y passe
- manip introductive : électrolyse de l'eau -> dégagement gazeux
- 1800 : Volta invente la pile, conversion chimique-électrique  
qq mois plus tard d'autres l'utilisent pour électrolyse de l'eau -> déduction eau=H<sub>2</sub>O  
pile de saumure (NaCl dans l'eau)  
(-)Zn/Cu(+)  
il y a aussi redox : (-)Zn/H<sub>2</sub>O(+) : dégagement de H<sub>2</sub>, consommation de Zn

- Pile Daniell : simple, synthèse de l'eau de Javel : pareil, marche bien
- Pile Daniell (1850) : mettre une lampe pour rendre plus visuel, mais n'est plus réversible. Utilisé à l'origine pour télégraphe, pas rendement 100%, pourquoi ? pb cinétique
- séparation 2 compartiments pile : pas avoir dépôt zinc sur cuivre
- différence de potentiel quand ne débite pas ? différence potentiels standards
- électrolyte support : effacer les gradients, submerger, empêche phénomènes de migration
- électrolytes naturels : potassium dans la sueur, plasma sanguin, liquide interstitiel qui englobe les cellules (liquide extracellulaire)...
- électrolyseur de piscine : pko pas du  $\text{Cl}_2$  ? oui si eau très acide
- $\text{Cl}_2$  gaz très irritant pour voies respiratoires, couleur verte
- électrolyses industrielles ? anodisation (protéger ou de décorer une pièce en aluminium ou titane par oxydation anodique), zingage (traitement de surface : métal Zn pour protéger fer, retarder corrosion)
- accumulateur au plomb : 2 couples RedOx du Pb :  $\text{PbSO}_4/\text{Pb}$ ,  $\text{PbO}_2/\text{PbSO}_4$   
1 seul compartiment : oxyde de Pb est sur l'électrode, alternance de cathode et anode acide sulfurique
- voir pile lithium ion pour les questions, pile AA
- pile alcaline : (  $\ominus \text{Zn} \mid \text{Zn(OH)}_4^{2-} \mid \text{K}^+ + \text{OH}^- \mid \text{MnO(OH)} \mid \text{MnO}_2 \mid \text{C} \oplus$  ) ; (ou lithium à la place du Zn pour les piles au format bouton)
- pile saline : (  $\ominus \text{Zn} \mid \text{Zn}^{2+} \mid \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^- \mid \text{MnO(OH)} \mid \text{MnO}_2 \mid \text{C} \oplus$  ) ;
- pile au lithium (  $\ominus \text{Li(s)} \mid \text{LiCl(SOCl}_2) \mid \text{MnO}_2 \text{ (s), Mn}_2\text{O}_3 \text{ (s)} \mid \text{Fe(s)} \oplus$  ) ;
- pile à l'oxyde d'argent (certaines piles boutons pour montres)
- pile zinc-air (utilisée notamment dans les prothèses auditives) ( $\ominus \text{Zn} \mid \text{ZnO} \mid \mid \text{Ag}_2\text{O} \mid \text{Ag} \mid \text{C} \oplus$ ).

## LC27 - Solubilité

### Ressources

- Chimie tout-en-un PC, Dunod, 2017
- Chimie tout-en-un MPSI, Dunod, 2016
- Chimie des solutions, Blétry
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- <https://www.suezwaterhandbook.fr/eau-et-generalites/processus-elementaires-du-genie-physico-chimique-en-traitement-de-l-eau/precipitations-chimiques/precipitation-des-metaux>
- <https://www.suezwaterhandbook.fr/eau-et-generalites/processus-elementaires-du-genie-physico-chimique-en-traitement-de-l-eau/precipitations-chimiques/autres-precipitations-cas-des-anions>
- Chimie3, Burrows

### Exp

- La Chimie Expérimentale - Chimie générale, Jean-François leMaréchal, Dunod, 2000 (p229)
- Chimie physique expérimentale, Bruno Fosset et al., Hermann (p106)
- 100 manipulations de chimie générale et analytique, J.Mesplède, p187

### Expériences

- NaCl (s)
- acide benzoïque
- PbI<sub>2</sub> (s)

dissolution de NaCl dans l'eau (montrer la limite de solubilité. préparer une solution saturée témoin agitée depuis lgtps pour parer la remarque "si ça se trouve vous avez pas agité assez longtemps", première def semi-quantitative de la solubilité : quantité de solide que l'on peut dissoudre dans une sol)

pKs (Enthalpie de dissolution) de l'acide benzoïque (Chimie physique expérimentale, Fosset, p106)

pKs (Enthalpie de dissolution) de l'acide benzoïque en fct du pH (100 manipulations de chimie générale et analytique, J.Mesplède, p187)

illustratif dep de T : Pluie d'or, précipitation PbI<sub>2</sub> (JFLM, Génée, p229)

### REMARQUES

- intro dissolution du sel, pKs de dissolution de l'acide benzoïque, pluie d'or PbI<sub>2</sub> + PbNO<sub>3</sub> (chauffer, refroidir)
- **Faire dissolution de l'acide benzoïque à différentes températures pour déterminer DeltarH° ?**
- solvation ? schématiser les molécules
- diiode dans l'eau ? augmenter sa dissolution ? iodure de potassium -> I<sub>3</sub><sup>-</sup>
- pourquoi pas filtration buchner du PhCOOH ? car on ne s'intéresse pas au solide ni au rendement, on veut juste enlever cristaux en trop, donc on fait filtre plissé

- pourquoi phénolphtaléine ? pourquoi couleurs changent ?
- prendre concentration adaptée pour lecture burette
- déterminer  $\Delta H^\circ$  quantitativement ? déterminer  $K_s$  à différentes températures ? loi de Van't Hoff
- niveau lycée ? laisser influence T, pH, exemple  $PbI_2$  endothermique, exemple bouillouire calcaire exothermique. Connait acide base donc ok pour effet sur solubilité. Attention, ils ne connaissent pas produit de solubilité
- autres param d'influence ? effet d'ions communs, complexation, I<sub>2</sub>
- on ne peut pas faire une étude autour du calcaire car trop d'ions communs, trop d'effets acide/base, pb cinétique
- Van't Hoff => 2eme année de prépa
- une réaction est régie par une constante d'équilibre

## LC28 - Cinétique électrochimique

### Ressources

- Chimie tout-en-un PC, Dunod (2014)
- Chimie 2e année MP-MP\* - PT-PT\*, H-Prépa (2004)
- Electrochimie, Miomandre
- Techniques expérimentales en chimie : classes prépas et concours : travaux pratiques, Bernard
- 

### Exp

- Des expériences de la famille Rédox, Danielle Cachau-Herreillat.

### Expériences

- fil de Pt
- tubes à essai
- clou
- acide sulfurique 1mol/L
- montage 3 électrodes : ECS, .. ..
- sel
- 

Qualitatif : clou en fer et acide sulfurique (1mol/L) ; Fil de platine au contact : bulles ; ferricyanure de potassium pour visualiser la présence de  $\text{Fe}^{2+}$  ? (besoin de l'acide sulfurique ? juste eau d'après Roussille)

Courbes  $i(V)$   $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  (Cachau, RedOx)

Synthèse de l'eau de Javel (électrolyse du chlorure de sodium) (Cachau, RedOx, p337 ou p264 ou p292 ?) (sous la hotte)

## REMARQUES

- montage à 3 électrodes
- corrosion clou, courbe  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ , synthèse de l'eau de Javel (électrolyse de NaCl dans l'eau, sous la hotte)
- IL FAUT DIRE **COURANT-POTENTIEL**, pas intensité-potentiel
- transfert de charge, transfert de matière, mur du solvant
- gants, ploi ? risques ? corrosif
- courant anodique est positif
- contre-électrode en Pt car rapide
- électrode au calomel saturé, calomel ( $\text{HgCl}_2$ ), saturé en KCl, dangereux ? Hg ne rentre pas en contact avec solution
- on aurait pu se servir d'un potentiostat à la place de 3 électrodes séparées, mais il y a rarement un potentiostat en lycée, et le montage est plus pédagogique
- s'affranchir des effets de convection : électrode tournante
- transfert de matière : que diffusion car migration que sur électrode support
- éviter corrosion du fer : passivation, électrozingage (=galvanisation, déposition électrolytique), anode sacrificielle...

- synthèse eau de javel sous la hotte : risque d'émission de dichlore (dismutation pas parfaite), toxicité eau de Javel (inhalation, corrosif)
  - paliers de diffusion : hypothèse que solubilisé
  - test caractéristique de  $\text{ClO}^-$  avec KI : titrage
  - jeter diiode : neutraliser avec thiosulfate
- 
- corrosion rapide ? réaction avec l'eau, rouille pour le fer, effritement ou passivation, rapide si courant est grand
  - si thermodynamiquement possible, peut être cinétiquement bloqué (courant faible, surtension)
  - préquel du cours : oxydo-réduction, potentiométrie, piles et électrolyse, électrodes 1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> espèce
  - Fe(II) stable en solution ? précautions ?
  - oxydoréduction  $\text{SO}_4^{2-}$  : doser  $\text{I}_2$  et forme  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , potentiel du couple à 2V
  - Pendant mesure à 3 électrodes : ne pas agiter
  - expliquer pourquoi tel ou tel électrode : choisir une électrode sur laquelle ce couple est lent
  - en PSI : palier vu avec loi de Fick → diffusion, expliquer hauteur avec nb électrons échangés, concentration
  - que réducteur → il n'y a pas la partie cathodique
  - que oxydant → pas la partie anodique
  - électrolyte support : subit la migration
  - pile : réaction spontanée ; électrolyse : forcé → étude de cinétique
  - chute ohmique : on peut appliquer une tension plus grande des fois car solution a une résistance
  - doser ions hypochlorite → loi de Faraday
  - on peut tracer la courbe i-E de l'eau de plusieurs électrodes, comparer
  - important : choix de l'électrode