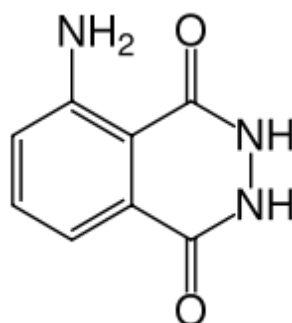


2010

Chimie des Solutions -
Atomistique

Augustin PENEAU



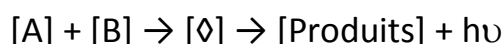
[AUTOUR DU LUMINOL]

Expérimentations, explications et applications de la molécule de Luminol. Expérience réalisée en laboratoire avec T. Barilero et L. Raymond en juin 2010 à l'ESCOM

La Chimiluminescence

Du latin *lumen*, lumière.

La chimiluminescence est une réaction chimique qui émet de l'énergie sous forme de lumière. Une lumière est toujours produite par le retour vers un état d'une plus petite énergie d'électrons que l'on excite. Lorsque les électrons ne sont pas excités par un mode de chauffage, on parle de luminescence.



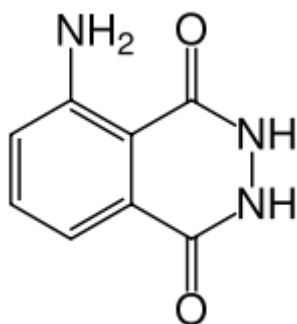
[\diamond] est un intermédiaire réactionnel hautement énergétique

La chimiluminescence est sans nul doute le type de lumière froide le plus utilisé, que se soit par des spécialistes, des ménages ou par toutes autres êtres vivants comme les plantes et les animaux.

Types d'Excitation	Type de Luminescence
Lumière	Photoluminescence
Réaction Chimique	Chimiluminescence
Réaction Biologique	Bioluminescence
Rayon X, Rayonnement α , β , γ	Radioluminescence
Electrons accélérés	Cathodoluminescence
Champ Electrique	Electroluminescence
Elévation de la température	Thermoluminescence
Frottement, Rupture, Déformation	Triboluminescence
Ultrasons	Sonoluminescence



Le Luminol



Nomenclature : 5-amino-2,3-dihydro-1,4-phthalazinedione

Formule Brute : $C_8H_8N_3O_2$

Masse Atomique : $177,16 \text{ g.mol}^{-1}$

Apparence : Cristaux de couleur jaune-verdâtre

T° Fusion : 320° C

Soluble dans l'éthanol, acétone

Insoluble dans l'eau

Le Luminol est un produit chimique présentant une chimiluminescence, avec un éclat bleu caractéristique, lorsqu'il est mélangé avec un oxydant adéquat.

Diverses Utilisations du Luminol

Le Luminol a plusieurs utilisations concrètes dans les perspectives du monde actuel. Il a principalement des utilisations dans la criminologie (aspect légal), dans la microbiologie et la biochimie, ainsi que dans le divertissement. Voici les explications sur ses applications dans la société :

Criminologie :

Comme dans NCIS, le Luminol est utilisé sur les scènes de crimes pour détecter les traces de sang, même si elles sont en faible quantité ou si le sang est séché. Lorsqu'on place une solution de Luminol avec les traces de sang d'une scène de crime, ces traces de sang apparaissent phosphorescentes en l'absence de la lumière prouvant bien souvent qu'à un endroit donné, il y a bien eu agression ou meurtre sanglant.

Mais comment le Luminol peut-il faire pour rendre la présence de sang si évidente ? Le Luminol produira de la lumière par une réaction d'oxydo-réduction impliquant les ions fer des globules rouges du sang.

L'utilité d'une telle pratique est de s'assurer ou de découvrir des scènes de crime même si le sang a été lavé ou s'il est invisible à l'œil nu. Une telle pratique est plutôt rare surtout à cause du prix relativement élevé de la solution du Luminol.

Microbiologie/biochimie :

Le Luminol possède des utilisations en microbiologie et en biochimie moins connues qu'en criminologie mais tout aussi importantes. Il a trois applications principales :

- 1- Il sert à détecter la présence de certaines protéines dans un milieu quelconque
- 2- Il sert de marqueur de réaction antigène-anticorps dans une réaction biochimique
- 3- Il est utilisé pour détecter les aliments irradiés

Cette dernière application sera très prometteuse pour le futur si l'accumulation de déchets radioactifs continue à augmenter rapidement ayant pour possible conséquence de contaminer les terres cultivées.

Divertissement :

Le Luminol, ou même d'autres substances provoquant de la lumière phosphorescente, peut servir pour le pur divertissement. Plusieurs produits sont commercialisés, principalement des produits faits de " light sticks ". Il y a plusieurs produits commercialisés fait de ces " light sticks " comme:

- * des bijoux (bracelets, colliers, boucles d'oreilles)
- * des lunettes
- * des lumières d'urgence
- * des bouteilles
- * de la glace
- * des pailles.

Protocole Expérimental

Matériel

- 2 béchers de 500 mL
- 6 béchers de 100 mL
- Balance de précision
- Agitateur
- 500 mL d'eau distillée
- 0,5 g de Luminol
- 5 g de NaOH
- 7,5 g de Ferricyanure de potassium $K_3[Fe(CN)_6]$
- 0,5 mL d'eau oxygénée à 30% concentrée à 110 volumes



Préparation des Solutions

0,5 L de solution A

Dissoudre 5 g d'hydroxyde de sodium dans 0,5 L d'eau distillée.

Ajouter 0,5 g de Luminol à la solution et agiter jusqu'à complète dissolution.

0,5 L de solution B

Dissoudre 7,5 g ferricyanure de potassium dans 0,5 L d'eau distillée.

Pour la répétabilité, on divise chaque solution en bêcher de 25 mL.

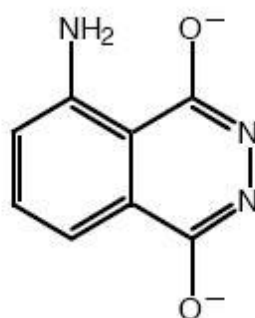
On place les solutions au réfrigérateur.

Au dernier moment, ajouter 2.5 mL d'eau oxygéné dans le bêcher de solution B



Figure 1 Ferricyanure de Potassium (Solide)

Le Luminol se dissout dans l'eau car il va prendre sa forme basique en solution.

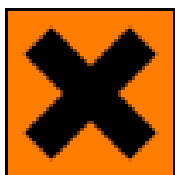


Sécurité

Luminol :

Phrases R : 22, 36/37/38

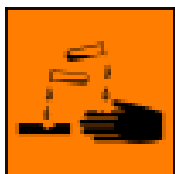
Phrases S : 26, 37/39



Soude :

Phrase R : 35,

Phrases S : 1/2, 26, 37/39, 45,



Ferricyanure de Potassium : *hexacyanoferrate de potassium (III) – Rouge de Prusse*

Phrase R : 32

Phrases S : 22 24/25 50A



Eau Oxygénée :

Phrases R : 5, 8, 20/22, 35,

Phrases S : 1/2, 17, 26, 28, 36/37/39, 45, [8



Réaction Étudiée

Il suffit de mettre en présence les deux solutions précédemment préparées, dans une pièce noire, et d'agiter légèrement pour homogénéiser. Aussitôt, la solution prend une couleur bleue-vert durant une petite minute environ selon les quantités de réactif introduites.

« Dans un bécher, les espèces ne savent pas qui elles vont rencontrer, ni dans quel ordre. Le formalisme de la chimie doit rester cohérent, doit montrer le bilan macroscopique et les phénomènes microscopiques en accord avec la cinétique réactionnelle. Maintenant, un mécanisme n'est jamais, pour moi, "la vérité". C'est un mode de compréhension. »

T. Barilero in Delirium in Laboratory

Le Luminol lorsqu'il est oxydé (exemple avec l'eau oxygénée) libère du diazote gazeux pour obtenir une molécule dans un état excité.

Une molécule dans un état excité est une molécule qui dégage son surplus d'énergie et qui retrouve son état de repos après l'avoir déposé.

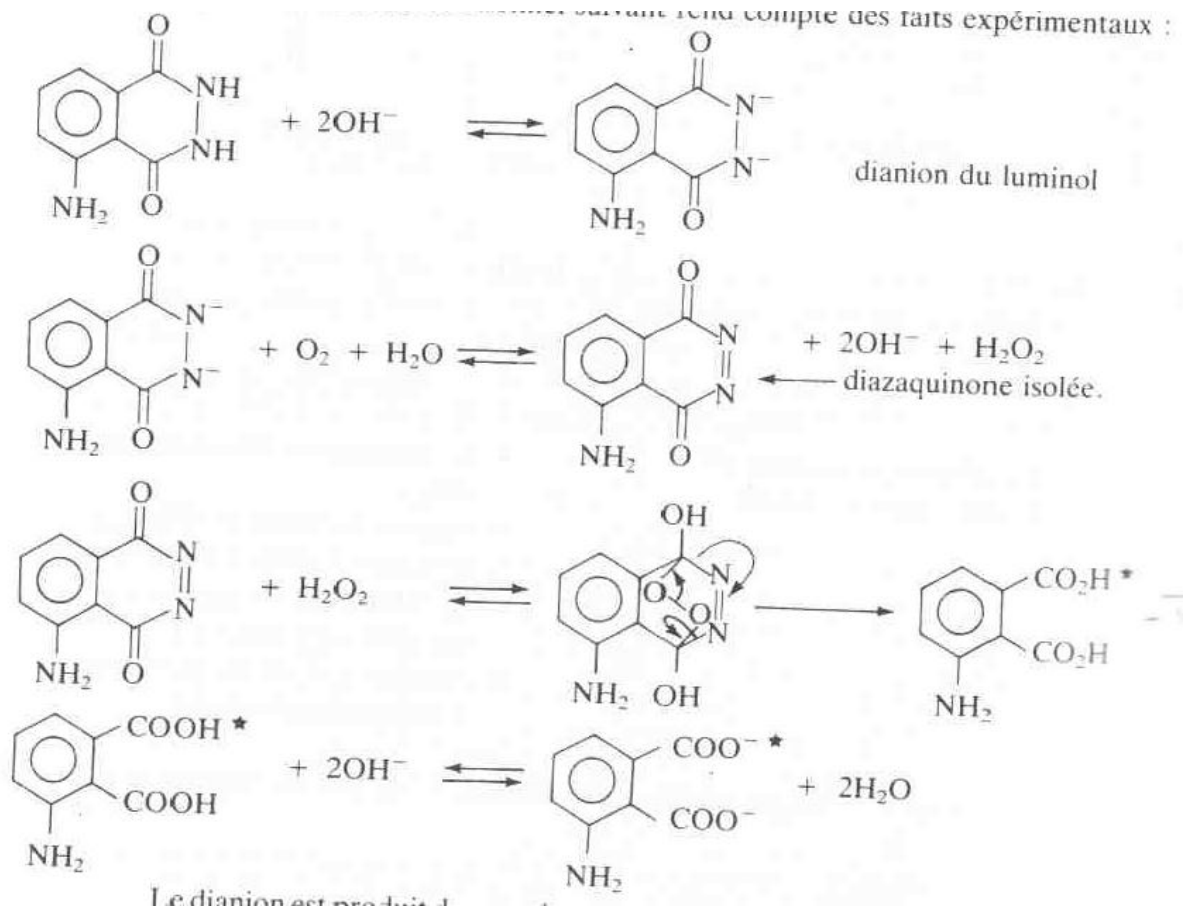
La molécule du Luminol va donc retrouver son état de repos après avoir déposé son surplus d'énergie. Elle dégage ici des photons. La réaction produite est une réaction d'oxydoréduction.

Une réaction d'oxydoréduction est une réaction qui fait intervenir un oxydant et un réducteur. L'oxydant est une espèce qui capte les électrons cédés par le réducteur. C'est pour cela que le Luminol a besoin d'un milieu oxydant pour pouvoir réagir.

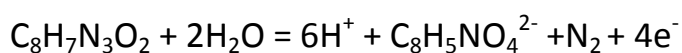
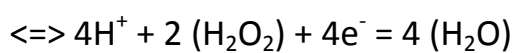
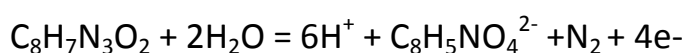
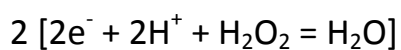
Dans notre cas l'oxydant est l'eau oxygénée H_2O_2 et le réducteur est le Luminol $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_2$ c'est donc lui qui cède des électrons. Il y a alors des couples redox (oxydant/réducteur) : pour le Luminol le couple redox est $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_2/\text{C}_8\text{H}_5\text{NO}_4^{2-}$ et pour l'eau oxygénée le couple redox est $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$.

Le fer, sous forme de Ferricyanure, est catalyseur il est donc négligé dans la réaction. Le luminol réagit alors avec l'eau oxygénée seulement.

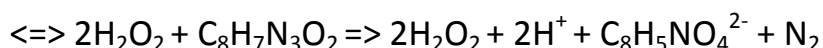
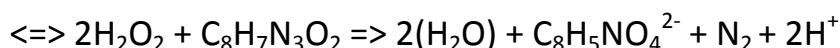
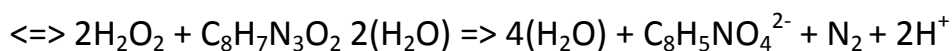
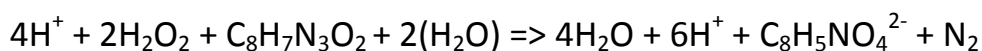
Voici donc la proposition de schéma réactionnel de Blanchard, dont nous avons aussi suivi le protocole.



On procède par demi-équation de chaque couple redox pour avoir l'équation final de la réaction :



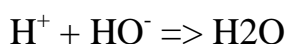
D'ou



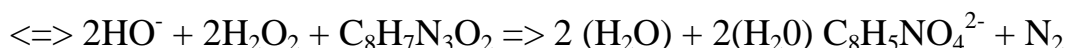
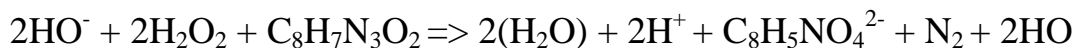
Notre réaction doit être rapide, le Luminol nécessite un milieu basique pour réagir rapidement : le milieu basique est donc catalyseur aussi.

En conclusion si notre réaction est effectuée dans un milieu non basique elle sera lente.

On passe du milieu acide au milieu basique en ajoutant des ions HO^- sachant que



La nouvelle équation pour la réaction en milieu basique est donc :



On obtient donc, après la réaction, de l'eau, des ions aminophthalates et du diazote.

4 (H ₂ O)	C ₈ H ₅ NO ₄ ²⁻	N ₂
Eau	Ions aminophthalates	Diazote

Le Luminol est donc transformé en ion 3-aminophthalate.

De cette oxydation du Luminol par l'eau oxygénée, résulte un dégagement de lumière non thermique. L'ion 3-aminophthalate est dans ce cas dans son état excité, il retrouve ensuite son état de repos en dégageant des photons qui provoquent une lumière visible.