

Lycée(s)	Général	Technologique	Professionnel	
Niveau(x)	CAP	Seconde	Première	Terminale
Enseignement(s)	Commun	De spécialité	Optionnel	
Physique-Chimie et Mathématiques				

## La bataille de cartes de mémorisation

### Un outil pour stimuler les apprentissages

Cette ressource décrit comment la conception puis l'utilisation de cartes de mémorisation<sup>1</sup> par les élèves, les rendent acteurs de la construction de leurs apprentissages.

La première séance est dédiée à la conception individuelle de cartes. Les plus pertinentes sont sélectionnées par la « bataille », un jeu au cours duquel les élèves répartis en deux équipes se défient en répondant aux questions des cartes.

Dans un second temps, les cartes choisies sont regroupées pour chaque thème du champ disciplinaire<sup>2</sup> sur un espace numérique de partage pour permettre à chaque élève, hors la classe et à son rythme, de consolider les savoirs pour la poursuite d'études.

Une [vidéo de présentation](#) de la ressource est disponible.

### Scénario pédagogique

L'objectif de cette ressource est d'accompagner les élèves en les aidant à mémoriser et en créant un environnement pour se tester et améliorer leurs connaissances jusqu'à l'obtention de badge(s) attestant des progrès effectués.

### Première étape de l'accompagnement : La fabrication des outils de mémorisation à l'aide du jeu

La classe est divisée en deux équipes. Un lot de cartes de mémorisation est créé par chaque équipe. Après validation par le professeur, les cartes sont communiquées à l'ensemble de la classe pour être apprises hors la classe.

<sup>1</sup> Sur la forme, la carte de mémorisation est un petit rectangle de papier, comprenant une question au recto, qui peut prendre la forme d'une image, et la réponse à cette question au verso.

<sup>2</sup> « Constitution de la matière », « Transformation chimique de la matière », « Mouvement et interactions » et « Ondes et signaux ».

À la séance suivante, chaque équipe doit répondre à cinq questions parmi toutes celles créées. La mise en place de cette bataille permet la sélection des meilleures cartes de mémorisation et une amélioration de leurs contenus par les élèves.

## Seconde étape de l'accompagnement : Des badges pour témoigner des progrès effectués

Pour chaque chapitre, les cartes choisies à l'étape précédente sont regroupées par thème sur un espace numérique de partage.

Lorsqu'il se sent prêt, l'élève répond à un questionnaire<sup>3</sup> qui, s'il est réussi, permet d'obtenir un badge, témoin des progrès effectués.

## Modalité d'évaluation

Les modalités d'évaluation proposées dans cette ressource sont :

- la co évaluation formative par les pairs ;
- l'autoévaluation et rétroaction.

## Références aux programmes

### Thème : Constitution de la matière

Partie 1 : De la structure spatiale des espèces chimiques à leurs propriétés physiques

Notions et contenus	Capacités exigibles
Schéma de Lewis d'une molécule ou d'un ion. Théorie VSEPR.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpréter ou établir le schéma de Lewis de molécules ou d'ions contenant des doublets liants, doublets non-liants, doubles liaisons, triples liaisons.</li> <li>- Utiliser la théorie VSEPR pour déterminer la géométrie d'espèces de formules chimiques <math>AX_nE_m</math>, avec <math>n+m \leq 4</math>, l'atome central étant donné.</li> <li>- Écrire des formes mésomères des ions nitrate et carbonate pour interpréter leur géométrie.</li> </ul> <p><b>Capacité numérique</b> : utiliser un logiciel de représentation moléculaire pour visualiser une molécule.</p>
Atome de carbone asymétrique. Énantiomérie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier un atome de carbone asymétrique.</li> <li>- Définir une relation d'énantiomérie.</li> <li>- Dessiner la représentation de Cram de deux énantiomères.</li> <li>- <b>Capacités expérimentales/numériques</b> : reconnaître deux énantiomères dans le cas d'un seul atome de carbone asymétrique, à partir de modèles moléculaires ou à l'aide d'un logiciel de représentation.</li> </ul>

### Thème : Ondes et signaux

Partie 1 : Ondes mécaniques

<sup>3</sup> Un exemple est proposé dans le fichier 3 en annexe

## Notions et contenus

Ondes sonores et ultrasonores ; propagation.

Notions mathématiques : fonctions périodiques, fonctions trigonométriques.

## Capacités exigibles

- Définir les grandeurs physiques associées à une onde mécanique sinusoïdale : célérité, amplitude, période, fréquence, longueur d'onde.
- Citer et exploiter la relation entre longueur d'onde, célérité et période ou fréquence.
- Citer l'ordre de grandeur de la célérité du son dans un gaz, un liquide et un solide.

## Partie 2 : Ondes électromagnétiques

## Notions et contenus

Photon, énergie d'un photon.

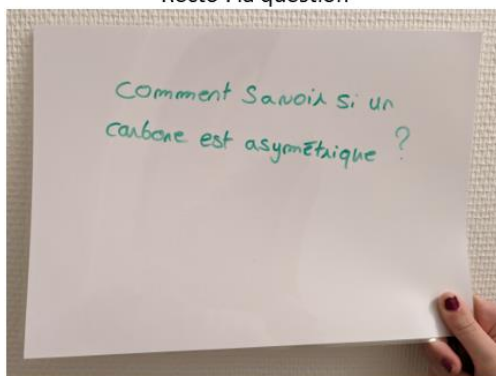
## Capacités exigibles

- Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière.
- Citer et exploiter la relation entre l'énergie d'un photon et la fréquence de l'onde.
- Classer les ondes électromagnétiques selon l'énergie du photon.
- Interpréter et exploiter la présence de raies dans un spectre à l'aide de données tabulées.

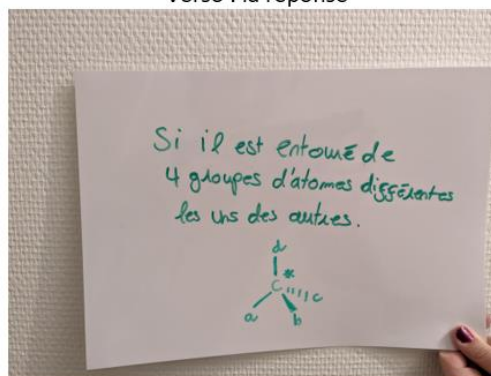
## Présentation de la séquence

La carte de mémorisation se présente comme un petit rectangle de papier avec une question au recto et sa réponse au verso.

Recto : la question



Verso : la réponse



Exemple de carte de mémorisation recto et verso

## Première étape : La fabrication des outils de mémorisation à l'aide du jeu

## Élaboration des cartes

Durée : 20 minutes

Modalité : demi-classe

La classe est scindée en deux équipes. Chaque équipe crée son lot d'une dizaine de cartes.

En fin de chapitre ou en cours de chapitre, les élèves disposent de ces notes de cours ainsi que du plan de travail où figurent les capacités exigibles. Répartie en binôme, ils rédigent une question au recto et sa réponse au verso. La carte peut être créée sur une feuille A4 plastifiée avec un feutre effaçable pour sa réutilisation, ou plus simplement sur un format A5 de papier ou directement sur le mur collaboratif numérique de son équipe.



*création de cartes sur le mur collaboratif*

Le professeur intervient pour éviter les redondances ou aider à améliorer la question ou la réponse. Cinq cartes au minimum par demi-classe sont validées par le professeur.

Pour chaque équipe, un fichier numérique est créé par le professeur à l'issue de la séance à l'aide d'un logiciel en ligne dédié<sup>4</sup>. Le lien est communiqué aux élèves par l'intermédiaire de la messagerie de l'ENT ou directement par QR code. Il est possible de se passer de l'outil numérique en faisant noter aux élèves la liste des cinq questions et des cinq réponses sur papier.

## Apprentissage

**Durée** : 15 minutes en deux temps

**Modalité** : hors classe

Le logiciel<sup>1</sup> permet la visualisation des cartes sur smartphone et/ou ordinateur. Hors la classe, chaque élève doit s'approprier, les cartes de son équipe (dix minutes à consacrer pour cinq cartes), puis dans la soirée ou le lendemain dans les transports, cinq minutes supplémentaires pour consolider l'apprentissage. Le temps total conseillé pour l'apprentissage de ces cartes par l'élève est de 15 minutes en dehors de la classe.

<sup>4</sup> La [digitale](#) propose des outils numériques libres et respectant la RGPD comme un outil de création de flashcards



### La bataille

**Durée :** 10 minutes

**Modalité :** classe entière

À la séance suivante, pour faciliter les échanges, un meneur par équipe est désigné au tirage au sort. Aidé par son équipe, le meneur doit répondre à cinq questions : trois choisies dans le lot de cartes de son équipe et deux dans le lot de cartes de l'autre équipe choisies par l'autre meneur.

Ce travail est répété à chaque chapitre. Ainsi, pour trois chapitres finis, le choix peut se faire parmi quinze cartes.

Pour pimenter le jeu, les règles d'attribution des points peuvent être adaptées, un temps de réponse limité peut être imposé, etc.

Un fond d'écran interactif pour la classe<sup>5</sup> avec les outils de tirage au sort, d'affichage des points, de compte à rebours peut être un outil précieux pour gagner du temps.

### Le choix du lot final de cartes

**Durée :** 10 minutes

**Modalité :** classe entière

Cette étape permet d'éliminer du lot les cartes dont les questions ou les réponses ont été jugées, lors de la bataille, mal formulées par les membres de son équipe ou ceux de l'autre équipe. Tous participent à une amélioration du contenu et de la forme des cartes sélectionnées.

<sup>5</sup> <https://ladigitale.dev/digiscreen/>

## Seconde étape : Des badges pour témoigner des progrès effectués

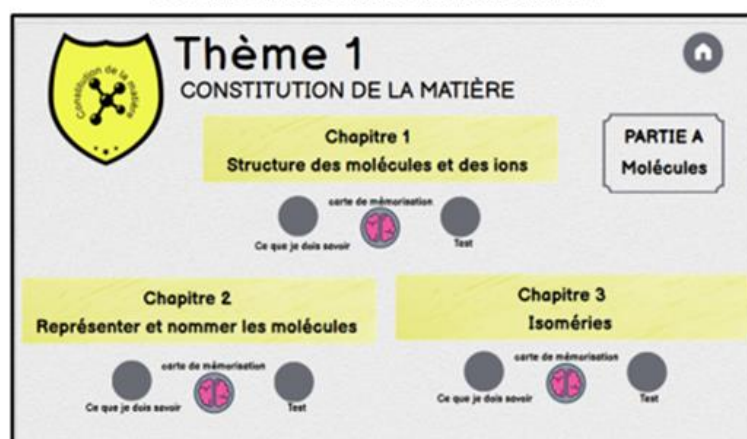
### Le document interactif/numérique de partage des cartes de mémorisation

Le document interactif



Ce document numérique ou « mur de badges » permet le stockage et la mise à disposition, hors la classe, des lots de cartes sélectionnés par la classe pour chaque chapitre. Ils sont regroupés par thème disciplinaire pour faciliter la navigation.

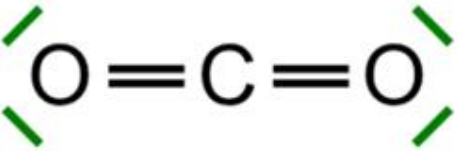
### Exemple de page disponible pour l'élève pour l'obtention de la partie A (Molécules) du badge « Constitution de la matière »



## Exemple du questionnaire associé au chapitre 1

**PARTIE 1 : LEWIS**

Le schéma de Lewis du dioxyde de carbone est : 1 point



☐ a) L'atome de carbone est entouré de 4 doublets d'électrons  
☐ b) Seul l'atome de carbone est entouré de 4 doublets d'électrons  
☐ c) Chaque atome d'oxygène est entouré de 2 doublets non liants

Le schéma de Lewis de la molécule de peroxyde d'hydrogène peut être : 1 point

Formule brute	$\text{H}_2\text{O}_2$		
Schéma de Lewis	$\text{H}-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}-\text{H}$ <b>a</b>	$\text{H}-\text{H}-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}$ <b>b</b>	$\text{H}-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}-\text{H}-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}$ <b>c</b>

☐ a  
☐ b  
☐ c

Lorsqu'il se sent prêt, l'élève répond à un questionnaire<sup>6</sup> qui, s'il est réussi, permet d'obtenir un badge, témoin des progrès effectués.

## Exemples de lots de cartes sélectionnées et test pour délivrance du badge

Un exemple de lots de cartes avant et après la bataille sur les schémas de Lewis est consultable dans l'annexe 1 de la ressource.

Un exemple de test de validation associé au lot de cartes sur les ondes électromagnétiques est consultable dans l'annexe 2 de la ressource.

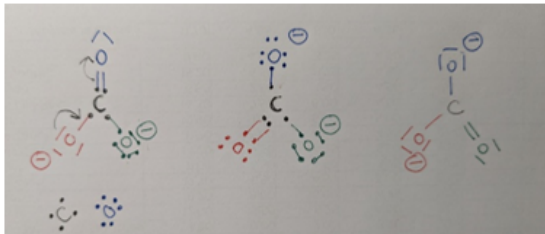
<sup>6</sup> outils pour créer questionnaire : H5P QuestionSet (disponible grâce à l'application Logiquiz à télécharger sur <https://ladigitale.dev/>) ou l'application Text2quiz (<https://text2quiz.vercel.app/>)

## Travaux d'élèves et analyse

La conception des fiches de mémorisation puis leur utilisation sont un exercice pédagogique extrêmement riche.

### La création permet l'appropriation des connaissances

Poser une question, rédiger sa réponse, éventuellement créer son illustration, obligent l'élève à utiliser ses propres ressources intellectuelles et créatives. Ainsi la tâche de reformulation est facilitée avec l'évaluation et la remédiation des pairs.

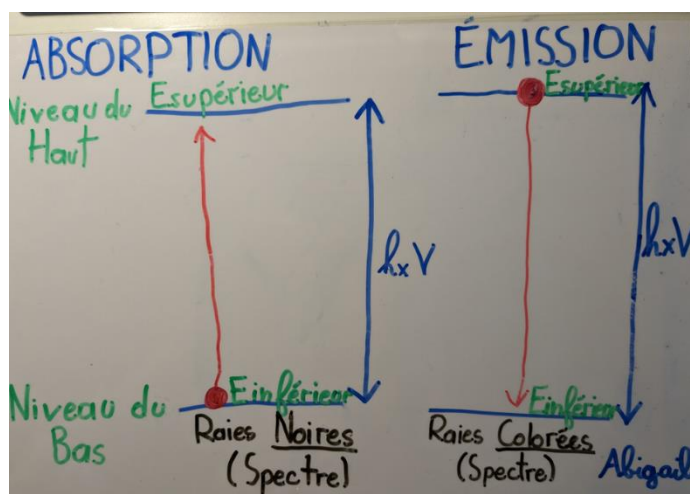
<b>Recto :</b> C'est quoi une forme mésomère ?	<b>Recto :</b> Dans quel cas un ion peut-il avoir des formes mésomères ?
<b>Verso :</b> C'est quand on peut faire des flèches entre des formes différentes	<b>Verso :</b> Lorsque l'ion peut avoir plusieurs schémas de Lewis possibles. Les flèches indiquent comment passer d'une forme à l'autre 

Exemple de proposition de carte avant (à gauche) et après collaboration entre pairs (à droite)

Les élèves apprécient que leurs propres illustrations figurent dans la réponse à la question posée. En effet, c'est une reconnaissance de l'effort fourni pour rechercher la réponse à la question. Une grande partie des élèves guide l'élève rédacteur pour construire ensemble la version finale de la réponse.

Comme le montre l'exemple ci-dessous, cette méthode a permis de réaliser en moins de dix minutes. De plus, l'outil obtenu est personnel et, par conséquent, plus facilement mémorisable, car les élèves ont eux-mêmes élaboré la réponse.





### La carte de mémorisation permet un apprentissage expansé

La mise à disposition hors la classe permet de revoir autant que nécessaire des notions abordées par les cartes. Ces reprises assurent la mémorisation durable des informations. Certains élèves utilisent d'ailleurs la durée des trajets jusqu'au lycée pour travailler les lots de cartes.

Le format des cartes de mémorisation présente d'autres avantages : la pratique d'une mémorisation active par l'interrogation et la rétroaction immédiate.

Cette démarche peut être mobilisée dans des dispositifs d'accompagnement des élèves (AP, devoirs faits, je réussis au lycée, groupes de soutien...).

La rétroaction est un levier de l'apprentissage. Lorsqu'elle est immédiate, la rétroaction donne à l'élève l'occasion de corriger ses erreurs pour s'améliorer sans que l'erreur soit ressentie comme un échec.

### La bataille permet une amélioration du niveau de tous

Le jeu permet aux plus fragiles de consolider leurs acquis et aux meilleurs de développer leurs connaissances par stratégie.

#### Exemple d'une amélioration profitable à tous

En prenant du recul sur les difficultés, les élèves ont ajouté les questions suivantes :

- La célérité du son dans le fer est-elle plus grande que celle dans l'air égale à 340 m/s ?
- Comment convertir cette valeur en km/h ?

Ces questions s'adaptent ainsi aux niveaux de tous les élèves.

## Les badges contribuent à développer la motivation

L'utilisation des badges est un levier supplémentaire qui demande plus de travail au professeur, mais des outils numériques peuvent alléger la gestion quotidienne de l'attribution du suivi.

Cette évaluation informelle a été totalement adoptée par les élèves de la classe. En effet, certains ont collectionné les badges comme on collectionne les cartes à jouer.

## Bilan global

Cette ressource permet de soutenir la compréhension et la mémorisation en classe en créant un accompagnement adapté. Le climat créé par cet accompagnement contribue à développer le sentiment d'efficacité personnelle. En effet, d'après Albert Bandura<sup>7</sup>, l'acquisition d'un sentiment d'efficacité réside dans la capacité à faire face à ses échecs et surmonter les obstacles par des efforts persévérants.

De sa création à son utilisation, la carte de mémorisation permet à l'apprenant de se concentrer sur les acquis et non sur les difficultés. Ainsi, les élèves éprouvent des sentiments positifs qui stimulent leur motivation et leur permettent de développer une bonne régulation métacognitive conduisant à une spirale de la réussite.

La rétroaction est un levier essentiel. De ce fait, les outils numériques peuvent améliorer le dispositif présenté en permettant une rétroaction d'entraînement avec un décompte de chaque progrès effectué et des remédiations immédiates adaptées, sans intervention du professeur.

## Prolongations possibles

L'ensemble des lots de cartes classés par thème disciplinaire et les questionnaires associés peuvent tout à fait être utilisés avec le dispositif « Devoirs faits » afin de consolider les savoirs pour la poursuite d'études.

## Références bibliographiques

- CSEN (Conseil scientifique de l'éducation nationale) : [Mes clés... pour favoriser les sentiments métacognitifs](#)
- CSEN - GT5 - [Métacognition et confiance en soi — Qu'est-ce que le feedback ?](#) Joëlle PROUST
- Conférence 2020 - [Encourager le sentiment d'efficacité et l'engagement de l'élève](#) de Joëlle Proust
- CSEN : [La métacognition de quoi s'agit-il ?](#) Interview de Joëlle Proust :

---

<sup>7</sup> [Synthèse de la théorie d'Albert Bandura](#) : De l'apprentissage social au sentiment d'efficacité personnelle.

- [Optimisation de l'apprentissage par récupération en mémoire pour promouvoir la rétention à long terme de nouvelles connaissances](#), thèse de Latimier Alice en Psychologie à Université Paris sciences et lettres, 2019
- Livre : 1001 propositions pédagogiques - Pour innover en classe et animer son cours, André de Peretti et François Müller, Édition 2013, Editeur ESF
- Article : Mémoire : [Une affaire de plasticité synaptique](#)
- [Les badges numériques : une évaluation alternative pour accompagner l'enseignement à distance](#), article de la page des lettres de l'académie de Versailles
- [Les automatismes et la mémorisation à partir de cartes flash](#), article de la page des mathématiques de l'académie de Rennes

## ANNEXES : travaux d'élèves et supports d'activités d'élèves

### ANNEXE 1 : Lots de cartes de mémorisation avant et après la bataille sur les schémas de Lewis

#### Capacités exigibles de la partie sur les schémas de Lewis

*Est-ce que je sais répondre aux questions suivantes ?*

#### PARTIE 1 : Lewis

- o Est-ce que je sais faire le schéma de Lewis de diverses molécules, ions monoatomiques ou polyatomiques à partir du tableau périodique ?
- o Est-ce que je sais écrire les formules mésomères des ions nitrate et carbonate ?

#### Lot de cartes équipe A



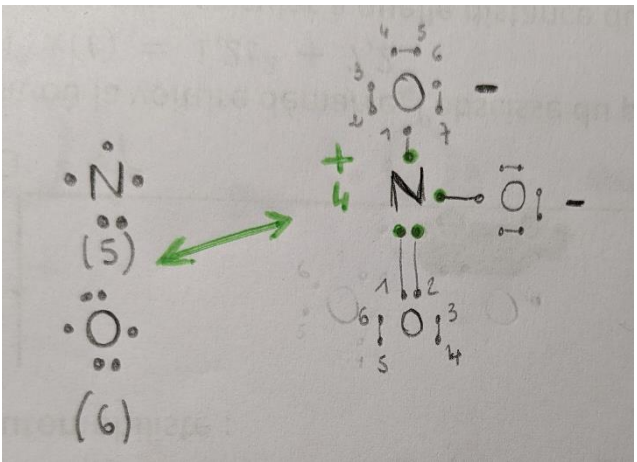
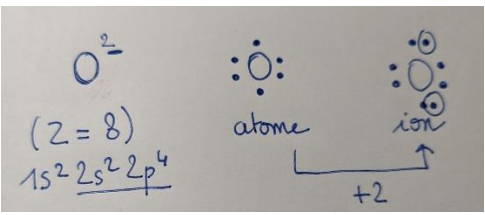
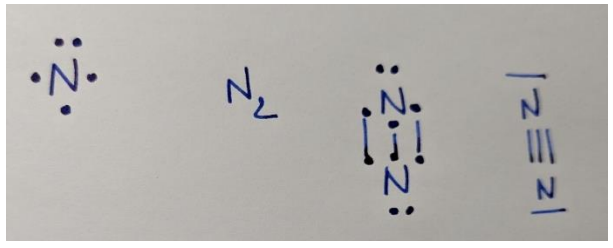
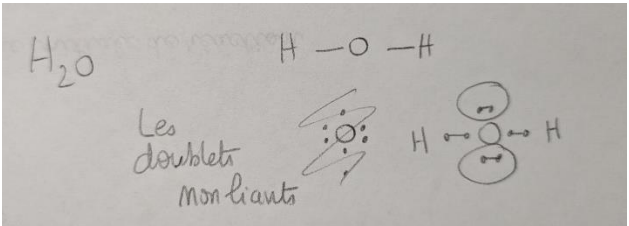
	Recto	Verso
Carte 1	<p>Quel est le schéma de Lewis de l'ion <math>\text{Cl}^-</math> ?</p> <p><math>\text{Cl} : Z = 17</math></p>	
Carte 2	<p>Quelles sont les autres formes mésomères de l'ion <math>\text{CO}_3^{2-}</math> ?</p> <p><math>\text{C} : Z = 6</math> et <math>\text{O} : Z = 8</math></p>	
Carte 3	<p>Quel est le schéma de Lewis de l'atome d'oxygène ?</p> <p><math>\text{O} : Z = 8</math></p>	
Carte 4	<p>Quel est le schéma de Lewis de <math>\text{CO}_2</math> ?</p>	
Carte 5	<p>Dans quel cas un ion peut-il avoir des formes mésomères ?</p>	<p>Lorsque l'ion peut avoir plusieurs schémas de Lewis possibles</p>

### Lot de cartes équipes B

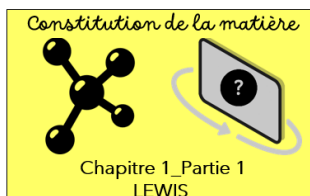
Constitution de la matière

**B**

Chapitre 1\_Partie 1  
LEWIS

	Recto	Verso
Carte 1	<p>Qu'est-ce qu'une liaison covalente ?</p> <p>Qu'est-ce qu'un doublet non liant ?</p>	<p><b>Liaison covalente</b> : Doublet (liant) d'électrons de valence entre 2 atomes</p> <p><b>Doublet non liant</b> : 2 électrons de valence d'un même atome non engagés dans une liaison</p>
Carte 2	<p>Pourquoi l'azote N porte-t-il une charge positive dans <math>\text{NO}_3^-</math> ?</p> <p><math>\text{N} : Z = 7</math> et <math>\text{O} : Z = 8</math></p>	<p>Dans l'ion nitrate, l'azote porte un électron de moins que son nombre d'électrons de valence</p> 
Carte 3	<p>Quel est le schéma de Lewis de l'ion <math>\text{O}^{2-}</math> ?</p> <p><math>\text{O} : Z = 8</math></p>	
Carte 4	<p>Quel est le schéma de Lewis de <math>\text{N}_2</math> ?</p> <p><math>\text{N} : Z = 7</math></p>	
Carte 5	<p>Quelle est la différence entre le schéma de Lewis et la formule développée d'une molécule ?</p>	<p>Dans le schéma de Lewis il y a les doublets non liants</p> 

### Lot de cartes sélectionnées après la bataille



1. Carte 3 équipe A avec précision ajoutée à l'issue de la bataille :  $1s^2 2s^2 2p^4$  soit 4 (2 de 2 s et 2 de 2 p) électrons de valence à répartir autour du symbole de l'élément
2. Carte 1 équipe B
3. Carte 2 équipe B
4. Carte 3 équipe B
5. Carte 4 équipe A avec précision ajoutée à l'issue de la bataille : pour être stables (couche de valence saturée comme celle des gaz nobles chimiquement inertes), tous les atomes dans les édifices chimiques (molécules ou ions) sont entourés de 4 doublets sauf l'atome d'hydrogène entouré de 1 doublet (règle de l'octet et du duet).

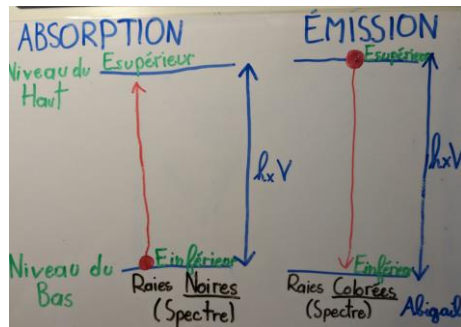
## ANNEXE 2 : Lots de cartes de mémorisation après la bataille et questionnaire associé sur les ondes électromagnétiques


### Capacités exigibles du chapitre 7

- o Énoncer qu'une onde électromagnétique peut se propager dans le vide.
- o Citer la valeur de la célérité de la lumière dans le vide ou dans l'air.
- o Citer les ordres de grandeurs des longueurs d'onde limites du spectre visible.
- o Caractériser différentes sources lumineuses à l'aide de leur spectre
- o Distinguer spectres d'émission et spectres d'absorption, spectres continus et spectres de raies
- o Exploiter la relation entre longueur d'onde, célérité et fréquence
- o Exploiter la relation entre l'énergie d'un photon et la fréquence de l'onde c'est-à-dire calculer l'énergie d'un photon en Joules et en électron volt connaissant sa longueur d'onde ou sa fréquence et inversement
- o Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière
- o Interpréter et exploiter la présence de raies dans un spectre à l'aide de données tabulées
- o Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence et leurs longueurs d'onde dans le vide et selon l'énergie du photon

## Lot de cartes sélectionnées après la bataille



	Recto	Verso
Carte 1	Qu'est-ce qu'une onde électromagnétique ?	Propagation d'une perturbation dans le vide et tous les milieux matériels La perturbation est une variation des propriétés électriques et magnétiques du milieu.
Carte 2	Quelles sont les catégories d'onde électromagnétique ?	Par ordre de fréquence croissante : Les ondes hertziennes, les micro-ondes, les IR, le visible compris entre 400 nm et 800 nm, les UV, les rayons X et les rayons gamma
Carte 3	Quelle est la relation entre la célérité, la fréquence et la longueur d'onde ?	$c = \lambda \times \nu$ Célérité : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ Longueur d'onde : $\lambda$ en nanomètre ; 1 nanomètre (nm) $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ Fréquence : $\nu$ en hertz (Hz)
Carte 4	Énoncer la loi de Planck-Einstein.	Un rayonnement de fréquence $\nu$ est constitué de photons portant une énergie : $E \text{ (J)} = h \times \nu \text{ (Hz)}$ constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
Carte 5	Écrire la transition énergétique pour un photon absorbé et un photon émis.	Photon absorbé : Passage à un niveau excité $E \text{ (niveau du bas)} \rightarrow E \text{ (niveau du haut)}$ Photon émis : retour à un niveau d'énergie plus stable $E \text{ (niveau du haut)} \rightarrow E \text{ (niveau du bas)}$ 

Carte 6	Par quoi est caractérisée une source de lumière ?	 <p>Son spectre Il peut être :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- continu spectre 1 ;</li> <li>- discontinu spectre 2 et 3 ;</li> <li>- d'émission 1 et 2 ;</li> <li>- d'absorption 3.</li> </ul>
---------	---	---

### Questionnaire associé

- Une onde Bluetooth de fréquence 3 GHz (1 giga = 1 milliard) a une longueur d'onde de :
    - 100 mm
    - 10 nm
    - 10 m
  - L'apparition de raies noires dans un spectre continu signifie qu'il s'agit d'un spectre
    - d'absorption
    - d'émission
  - Une étoile a un maximum d'intensité pour un rayonnement de période  $T = 10^{-15}$  s.
    - Sa longueur d'onde est  $3 \times 10^7$  m
    - Sa longueur d'onde est 300 nm
    - Il s'agit d'une radiation visible
  - Lorsqu'un atome passe d'un niveau d'énergie excité à un niveau d'énergie stable :
    - Il absorbe un photon
    - Il émet un photon
    - Il se désintègre
  - Quelle est la valeur en eV de l'énergie transportée par un photon de longueur d'onde 100  $\mu\text{m}$  ? (SOS : un micromètre est un millionième de mètre)  
(Données 1 eV =  $1,6 \cdot 10^{-19}$  J et constante de Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J. s)
- Réponses : 1) a ; 2) a ; 3) b ; 4) b ; 5) 0,0124 eV