

S12 – Stabilité chimique : lecture de Lewis



Gaz nobles – Règle de l'octet – Doublets – Radicaux – Liaisons fragiles

En BTS MECP, on attend des réponses **rédigées, justifiées** et utilisant un **vocabulaire scientifique précis**.

Comprendre la stabilité des molécules permet d'anticiper la conservation des cosmétiques et l'action des actifs.

Objectifs de la séance


À l'issue de cette séance, vous serez capables de :

- **expliquer** pourquoi les gaz nobles sont stables
- **appliquer** la règle de l'octet (ou du duet)
- **lire** une formule de Lewis (doublets liants et non liants)
- **identifier** un radical (électron célibataire)
- **repérer** les liaisons fragiles (O–O, S–S)
- **relier** la structure d'une molécule à sa stabilité

Pourquoi c'est important pour votre métier ?

En institut ou en laboratoire cosmétique, vous serez amené(e) à :

- **Comprendre la conservation** des produits : les molécules instables se dégradent plus vite
- **Interpréter l'action des actifs** : peroxydes (décoloration), thiols (permanente)
- **Conseiller sur les antioxydants** : ils neutralisent les radicaux libres responsables du vieillissement
- **Lire les fiches techniques** : identifier les composés sensibles à l'oxydation

 *Savez-vous que la vitamine C (acide ascorbique) s'oxyde très vite et jaunit ? C'est parce que sa structure contient des liaisons fragiles. Les cosmétiques utilisent des formes stabilisées comme l'Ascorbyl Glucoside !*

👉 Cette séance vous permettra de lire une formule de Lewis et d'en déduire si une molécule est stable ou fragile.

Situation professionnelle

Vous travaillez au **service R&D** d'un laboratoire cosmétique.

Le formulateur vous montre deux actifs anti-âge :

- L'**acide ascorbique** (vitamine C pure) – se dégrade en quelques semaines
- L'**Ascorbyl Tetraisopalmitate** – stable plusieurs mois

« Pourquoi ces deux molécules ont-elles des stabilités si différentes alors qu'elles contiennent toutes les deux de la vitamine C ? »

Pour répondre, vous devez comprendre la **structure chimique** et identifier les **zones de fragilité**.

Documents fournis

Document 1 – Les gaz nobles : modèles de stabilité

Les **gaz nobles** (colonne 18 du tableau périodique) sont des éléments chimiquement **inertes** : ils ne réagissent quasiment pas avec les autres éléments.

Gaz noble	Symbole	Z	Configuration électronique	e ⁻ couche externe
Hélium	He	2	K ²	2
Néon	Ne	10	K ² L ⁸	8
Argon	Ar	18	K ² L ⁸ M ⁸	8
Krypton	Kr	36	K ² L ⁸ M ¹⁸ N ⁸	8

Pourquoi sont-ils stables ? Leur couche électronique externe est **complète** :

- 2 électrons pour l'hélium (couche K pleine)
- 8 électrons pour les autres (couche externe pleine)

Periodic Table of the Elements

1 H																	2 He	
3 Li	4 Be																	10 Ne
11 Na	12 Mg																	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
55 Cs	56 Ba	57 *La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
87 Fr	88 Ra	89 +Ac	104 Rf	105 Ha	106 Sg	107 Ns	108 Hs	109 Mt	110	111	112	113						

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

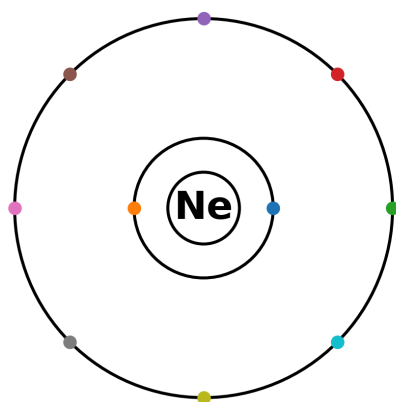
* Lanthanide Series
+ Actinide Series

Families of Elements

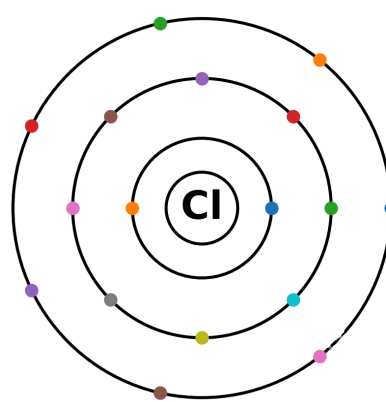
Each element in the periodic table has distinctive properties.
When elements have similar properties they are grouped into families.

■ Alkali Metals	■ Alkali Earth Metals	■ Transition Metals
■ Rare Earth Metals	■ Other Metals	■ Nonmetals
■ Halogens	■ Noble Gases	■ Metalloids

Gaz nobles : couche externe pleine → stabilité



Néon : couche externe saturée



Chlore : 7 e⁻ de valence

Ne : couche externe pleine ; Cl : 7 e⁻ de valence → tendance à compléter

Document 2 – La règle de l'octet (et du duet)

Les atomes cherchent à acquérir la configuration électronique stable des gaz nobles :

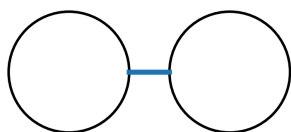
Règle de l'octet : 8 électrons sur la couche externe = STABILITÉ

Règle du duet (pour H) : 2 électrons sur la couche externe = STABILITÉ

Comment atteindre cette stabilité ?

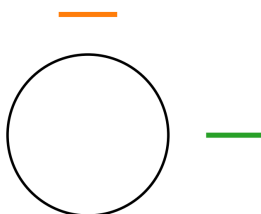
- En **perdant** ou **gagnant** des électrons → formation d'**ions** (S11)
- En **partageant** des électrons → formation de **liaisons covalentes**

Légende - Représentations de Lewis



Doublet liant

Trait entre 2 atomes



Doublet non liant

Trait(s) autour de l'atome

Duet / Octet

Duet : H vise 2 e⁻

Octet : la plupart des autres atomes visent 8 e⁻

Repères : doublets liants / non liants

Document 3 – Les formules de Lewis

La **représentation de Lewis** permet de visualiser les **électrons de valence** d'un atome ou d'une molécule.

Conventions :

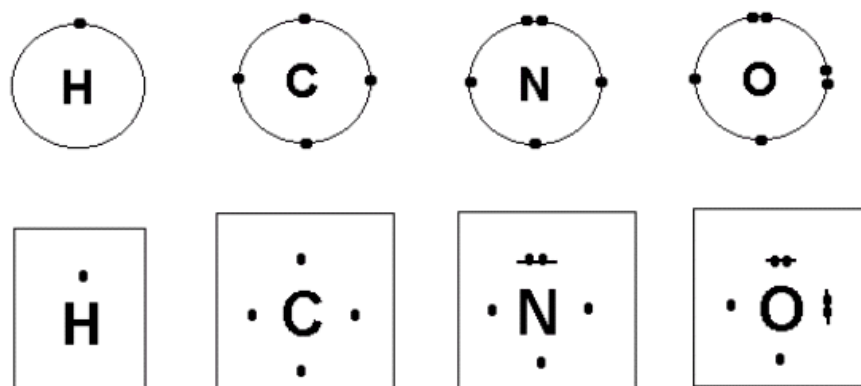
- Un **point** (•) représente **1 électron**
- Un **trait** (—) représente **2 électrons** (un doublet)

Lewis des atomes courants :

Atome	e ⁻ de valence	Représentation de Lewis
H	1	H•
C	4	C avec 4 points autour
N	5	N avec 1 doublet + 3 points
O	6	O avec 2 doublets + 2 points
Cl	7	Cl avec 3 doublets + 1 point

Représentation simplifiée :

Hydrogène	Carbone	Azote	Oxygène	Chlore
H•	• •C• •	— •N• •	• O •	— Cl •
(1 e ⁻)	(4 e ⁻)	(5 e ⁻)	(6 e ⁻)	(7 e ⁻)



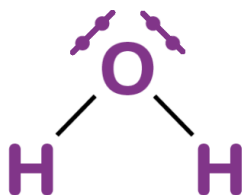
Exemples de Lewis d'atomes et molécules

Document 4 – Doublets liants et non liants

Quand deux atomes mettent en commun des électrons, ils forment une **liaison covalente**.

Type de doublet	Description	Représentation
Doublet liant	Paire d'électrons partagée entre 2 atomes	— (trait)
Doublet non liant	Paire d'électrons appartenant à 1 seul atome	•• ou — sur l'atome

Exemple : la molécule d'eau H₂O



- 2 doublets liants (traits H—O)
- 2 doublets non liants (sur O)

Vérification de l'octet :

- Oxygène : $2 + 2 + 2 + 2 = 8$ électrons ✓
- Hydrogène : **2 électrons** chacun ✓ (règle du duet)

Exemple : la molécule de dioxygène O₂



- 1 double liaison (4 e⁻ partagés)
- 2 doublets non liants sur chaque O

Exemple : la molécule de dichlore Cl₂



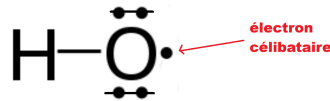
Document 5 – Indices d'instabilité

A) Radical (électron célibataire)

Un **radical** est une espèce chimique possédant un **électron célibataire** (non apparié).

Radical = électron célibataire (\bullet) = INSTABLE et TRÈS RÉACTIF

Exemple : le radical hydroxyle HO•



Électron célibataire → très réactif

L'oxygène n'a que 7 e^- → il lui en manque 1 pour l'octet

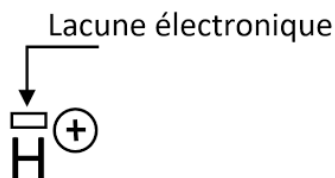
→ Il va "arracher" un électron à une molécule voisine

Les ROS (Reactive Oxygen Species) – Espèces Réactives de l'Oxygène :

ROS	Formule	Origine	Effet sur la peau
Radical hydroxyle	HO•	UV, pollution	Très agressif
Anion superoxyde	O ₂ • ⁻	Métabolisme	Stress oxydatif
Peroxyde d'hydrogène	H ₂ O ₂	Métabolisme	Précurseur de HO•

⚠ **Les ROS sont responsables du vieillissement cutané** : ils attaquent les lipides membranaires, les protéines (collagène) et l'ADN des cellules.

B) Lacune électronique (octet incomplet)

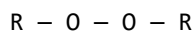


Octet incomplet → tendance à réagir

Document 6 – Les liaisons fragiles O–O et S–S

Certaines liaisons sont plus **faciles à casser** que d'autres. Les liaisons **O–O** (peroxyde) et **S–S** (pont disulfure) sont particulièrement **fragiles**.

Liaison O–O (peroxyde) :

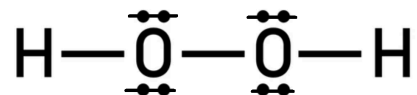


↑

Liaison FRAGILE

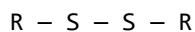
(énergie de liaison faible)

Composé	Formule	Utilisation cosmétique
Eau oxygénée	H ₂ O ₂	Décoloration capillaire
Peroxyde de benzoyle	C ₁₄ H ₁₀ O ₄	Actif anti-acné



La liaison O–O est plus fragile → peut générer des espèces réactives

Liaison S–S (pont disulfure) :

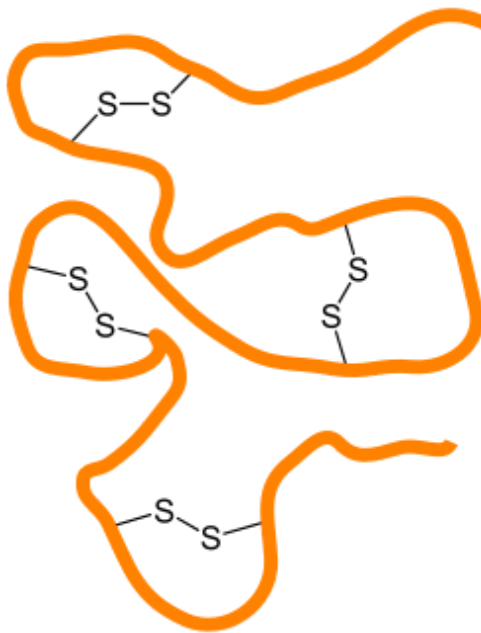


↑

Liaison FRAGILE

(peut être réduite ou oxydée)

Structure	Localisation	Application
Cystine	Kératine du cheveu	Donne sa solidité au cheveu
Ponts S–S	Entre les fibres	Modifiés par permanente/défrisage



Ponts S-S : structure de la kératine (cheveu)

Document 7 – La permanente : exploitation des liaisons S-S

La **permanente** et le **défrisage** exploitent la fragilité des liaisons S-S de la kératine.

Étapes :

CHEVEU NATUREL	RÉDUCTION	MISE EN FORME	OXYDATION
~~~S-S~~~	→    ~~~SH   HS~~~	→    Bigoudis/lissage	→    ~~~S-S~~~
	Acide thioglycolique (casse les S-S)	Nouvelle forme du cheveu	Eau oxygénée (reformule les S-S)

1. **Réducteur** (ex : acide thioglycolique) → casse les liaisons S-S
2. **Mise en forme** → le cheveu est malléable
3. **Oxydant** (ex : H₂O₂) → reformule les liaisons S-S dans la nouvelle position
4. **Résultat** → le cheveu garde sa nouvelle forme (boucles ou lissage)



# Travail 1 – Stabilité et gaz nobles

## 1.1 – Les gaz nobles

À partir du **Document 1**, répondez aux questions :

1. Quelle est la particularité de la couche externe des gaz nobles ?
2. Combien d'électrons possède la couche externe du néon ? De l'argon ?
3. Pourquoi les gaz nobles sont-ils chimiquement inertes (stables) ?

## 1.2 – La règle de l'octet

Complétez les phrases :

1. Pour être stable, un atome doit avoir _____ électrons sur sa couche externe.
2. L'hydrogène fait exception : il suit la règle du _____ (_____ électrons).
3. Un atome peut atteindre la stabilité en formant des _____ covalentes (partage d'électrons).



# Travail 2 – Lire une formule de Lewis

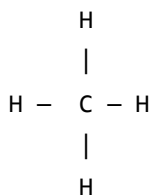


**Compétence E2 : Mobiliser** – Identifier les doublets sur une formule.

## 2.1 – Identifier les doublets

Pour chaque molécule, comptez les doublets liants et non liants :

**Molécule 1 : Méthane  $\text{CH}_4$**



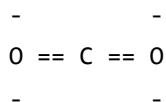
- Nombre de doublets liants : _____
- Nombre de doublets non liants : _____

### Molécule 2 : Ammoniac $\text{NH}_3$



- Nombre de doublets liants : _____
- Nombre de doublets non liants : _____

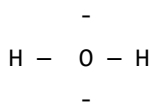
### Molécule 3 : Dioxyde de carbone $\text{CO}_2$



- Nombre de doublets liants : _____
- Nombre de doublets non liants : _____

## 2.2 – Vérifier l'octet

Pour la molécule d'eau  $\text{H}_2\text{O}$ , vérifiez que chaque atome respecte la règle de l'octet (ou du duet) :



- Oxygène : _____ doublets  $\times 2 =$  _____ électrons  $\rightarrow$  Octet respecté ? ☐ Oui ☐ Non
- Hydrogène : _____ électrons  $\rightarrow$  Duet respecté ? ☐ Oui ☐ Non



## Travail 3 – Radicaux et liaisons fragiles



**Compétence E2 : Interpréter** – Identifier les zones d'instabilité.

### 3.1 – Identifier un radical

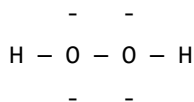
Parmi les espèces suivantes, identifiez celles qui sont des **radicaux** (électron célibataire) :

Espèce	Formule de Lewis	Radical ?
Eau	H—O—H avec 2 doublets sur O	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Radical hydroxyle	H—O• avec 1 doublet et 1 e ⁻ seul sur O	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Chlorure	Cl ⁻ avec 4 doublets	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Radical méthyle	•CH ₃	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

### 3.2 – Liaisons fragiles

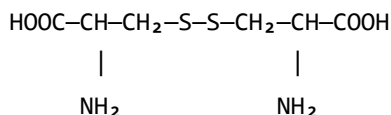
Sur les formules suivantes, **entourez** la liaison fragile :

**Peroxyde d'hydrogène H₂O₂ :**



Type de liaison fragile : _____

**Cystine (acide aminé soufré) :**



Type de liaison fragile : _____

### 3.3 – Question de réflexion

Pourquoi les radicaux libres (ROS) sont-ils dangereux pour la peau ? Utilisez les termes : *électron célibataire, réactif, molécules biologiques*.



## Travail 4 – Applications cosmétiques



**Compétence E2 : Argumenter** – Relier structure et stabilité.

### 4.1 – La décoloration capillaire

L'eau oxygénée ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) est utilisée pour décolorer les cheveux.

1. Quelle liaison fragile contient  $\text{H}_2\text{O}_2$  ?
2. Quand cette liaison se casse, quels radicaux peuvent se former ?
3. Comment ces radicaux agissent-ils sur la mélanine (pigment du cheveu) ?

## 4.2 – La permanente

Expliquez en 4-5 lignes le principe chimique de la permanente en utilisant les termes : *liaison S–S*, *réducteur*, *oxydant*, *kératine*.

## 4.3 – Conservation des cosmétiques

Un sérum contient de la **vitamine C pure** (acide ascorbique). Après quelques semaines, il devient jaune-brun.

1. Ce changement de couleur indique-t-il une réaction chimique ? ☐ Oui ☐ Non

2. Quel type d'espèces chimiques a probablement attaqué la vitamine C ?

3. Proposez deux solutions pour améliorer la stabilité de ce sérum :

- Solution 1 :

- Solution 2 :



## Travail 5 – Exercice de synthèse (niveau E2)



Compétence E2 : Argumenter et Communiquer

### Situation professionnelle

Le laboratoire compare deux actifs anti-âge :

Actif	Structure	Stabilité
<b>Rétinol</b> (vitamine A)	Contient plusieurs doubles liaisons C=C	Se dégrade rapidement à la lumière et à l'air
<b>Rétinyl Palmitate</b>	Rétinol estérifié (liaison ester protectrice)	Plus stable, libère le rétinol lentement

## Questions

**5.1** Pourquoi le rétinol est-il instable ? Quelle partie de sa structure est fragile ?

**5.2** Comment l'estérification (Rétinyl Palmitate) améliore-t-elle la stabilité ?

**5.3** En tant que formateur, quel actif choisiriez-vous pour un sérum de jour ? Justifiez en 3-4 lignes.



## Travail 6 – Approfondissement (pour aller plus loin)

⚡ Ce travail est **facultatif**.

### Les antioxydants : protecteurs contre les radicaux

Les **antioxydants** sont des molécules capables de **neutraliser les radicaux libres** en leur donnant un électron, sans devenir eux-mêmes des radicaux dangereux.

Antioxydant	Source	Mécanisme
Vitamine C	Agrumes, kiwi	Donne un électron au radical
Vitamine E	Huiles végétales	Protège les lipides membranaires

Antioxydant	Source	Mécanisme
Polyphénols	Thé vert, raisin	Piègent les radicaux
Coenzyme Q10	Mitochondries	Régénère la vitamine E

## Questions

1. Expliquez comment un antioxydant peut neutraliser un radical sans créer de réaction en chaîne.
2. Pourquoi associe-t-on souvent vitamine C et vitamine E dans les soins anti-âge ?

## Synthèse personnelle (entraînement E2 – 5 à 7 lignes)

### Compétence E2 : Communiquer

Rédigez un **court paragraphe** expliquant ce qu'est une molécule stable, comment reconnaître une zone de fragilité sur une formule de Lewis, et pourquoi c'est important en cosmétique.

**Votre synthèse doit contenir :**

- La règle de l'octet et son lien avec la stabilité
- La définition d'un radical
- Les liaisons fragiles O–O et S–S
- Un exemple d'application cosmétique

**Mots obligatoires à placer :**

*octet – doublet – radical – électron célibataire – liaison fragile – stabilité – antioxydant*





## Mes réussites aujourd'hui

Avant de passer à l'auto-évaluation, prenez un moment pour reconnaître vos progrès !

**Cochez ce que vous avez réussi à faire :**

Réussite	✓
J'ai compris pourquoi les gaz nobles sont stables	<input type="checkbox"/>
Je sais appliquer la règle de l'octet	<input type="checkbox"/>
Je sais identifier les doublets liants et non liants	<input type="checkbox"/>
Je sais reconnaître un radical (électron célibataire)	<input type="checkbox"/>
Je connais les liaisons fragiles O–O et S–S	<input type="checkbox"/>
Je comprends le lien entre structure et stabilité	<input type="checkbox"/>

💡 **Chaque case cochée est une victoire !** Vous savez maintenant "lire" une molécule pour anticiper sa stabilité.



## Auto-évaluation

Avant de rendre votre travail, vérifiez :

Critère	✓
Je connais la règle de l'octet ( $8 e^-$ ) et du duet ( $2 e^-$ pour H)	<input type="checkbox"/>
Je sais distinguer doublet liant (entre 2 atomes) et non liant (sur 1 atome)	<input type="checkbox"/>
Je sais qu'un radical possède un électron célibataire	<input type="checkbox"/>
Je connais les liaisons fragiles : O–O et S–S	<input type="checkbox"/>

Critère	✓
Je comprends le lien avec la conservation des cosmétiques	<input type="checkbox"/>
J'ai rédigé ma synthèse avec les mots obligatoires	<input type="checkbox"/>

## Pour la suite de la progression

Dans les **séances suivantes**, vous découvrirez :

- **S13** : Interactions moléculaires et pénétration cutanée
- **S19** : Fonctions organiques (alcools, peroxydes, thiols...)

## Outils méthodologiques associés

→ Fiche méthode 01 – Justifier une réponse scientifique (O.A.C.J.)

→ Fiche méthode 06 – Lire une formule de Lewis

## Pour réviser en vidéo

 **Les formules de Lewis – Lumni** – 5 min

*Comprendre les représentations de Lewis.*

 **Les radicaux libres et le vieillissement** – 4 min

*Pourquoi les radicaux libres abîment la peau.*

 **La permanente : chimie du cheveu** – 6 min

*Rôle des liaisons S–S dans la structure capillaire.*

 **Conseil** : Ces notions sont fondamentales pour comprendre la stabilité des actifs cosmétiques !