



simulationconcours.be



Chimie

Carnet d'entraînement

Nature des liaisons et règle de l'octet

Liaisons et structures de Lewis · Mécanique 1 — des exercices calibrés concours, du plus simple au plus retors.

45 exercices

3 niveaux

corrigés détaillés

Comment bosser ce carnet

- ✓ Lis d'abord le tutoriel : la mécanique y est expliquée pas à pas
- ✓ Fais chaque niveau en entier **avant** d'ouvrir les corrigés
- ✓ Note à côté de chaque exo : réussi, hésité ou raté — et rejoue les ratés 48 h plus tard



simulationconcours.be

scanne & continue en ligne

Sommaire

- 1 Le tutoriel — la mécanique expliquée
- 2 Les exercices Facile x15 · Moyen x15 · Difficile x15
- 3 Les corrigés détaillés exercice par exercice

Le tutoriel

Ce document est un **carnet d'exercices** : on t'explique d'abord la mécanique, puis tu la travailles sur 45 exercices classés en trois niveaux. Les corrigés détaillés t'attendent en deuxième partie, après la page « Corrigés » — pas avant de l'avoir mérité.

Avant de dessiner la moindre molécule, il faut savoir *de quoi* elle est faite : quel type de liaison assemble ses atomes, et combien d'électrons chaque atome cherche à s'entourer.

À RETENIR *Les trois types de liaisons*

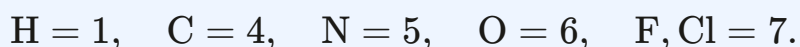
- **Covalente** : mise en commun d'un *doublet liant*, chaque atome fournissant *un* électron. Typique entre deux non-métaux d'électronégativités voisines (ex. Cl_2 , O_2 , HCl).
- **Ionique** : *transfert total* d'un ou plusieurs électrons d'un atome peu électronégatif (devient un **cation**) vers un atome très électronégatif (devient un **anion**). C'est l'attraction $+/-$ qui lie. Typique métal + non-métal (ex. NaCl , MgO).
- **Covalente de coordination** (dative) : partage d'un doublet dont *les deux* électrons proviennent d'un *seul* atome (le **donneur**, qui a un doublet libre) vers un **accepteur** à case vide (ex. la 4^e liaison de NH_4^+).

MÉTHODE *Reconnaître le type de liaison en 3 réflexes*

- 1 Deux atomes *identiques* ou deux non-métaux voisins $\Rightarrow$ **covalente**.
- 2 Un *métal* et un *non-métal* (grand écart d'électronégativité) $\Rightarrow$ **ionique**.
- 3 Un atome à *doublet libre* qui se lie à un atome (ou ion) à *case vide* $\Rightarrow$ **dative**. Une fois formée, elle est identique à une covalente ordinaire.

À RETENIR Électrons de valence, octet et duet

Le nombre d'électrons de valence d'un atome est égal à son **numéro de colonne** :



Chaque atome cherche à s'entourer de **8 électrons (octet)**, configuration d'un gaz rare) — *sauf* **H** et **He** qui visent **2 électrons (duet)**. On compte autour d'un atome ses *doublets non liants* **et** ses *doublets liants* : chaque liaison apporte 2 électrons à *chacun* des deux atomes.

PIÈGE Les exceptions à l'octet

- **Lacune électronique** (sous-octet) : le **bore** se contente de $6 e^-$ (BF_3 , BH_3), le **béryllium** de $4 e^-$ (BeCl_2).
- **Octet étendu** (hypervalence) : les éléments de la **3^e période et au-delà** (P, S, Cl, Br, I, Xe...) peuvent dépasser $8 e^-$: PCl_5 (10), SF_6 (12).
- En revanche C, N, O, F sont **strictement** limités à $8 e^-$.

EXEMPLE un exemple de chaque type

Cl_2 : liaison **covalente** (un doublet partagé, un e^- de chaque Cl). NaCl : liaison **ionique** (Na cède son e^- à Cl $\rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$). NH_4^+ : trois liaisons N—H covalentes + une **dative** (le doublet libre de l'azote capte H^+).

REMARQUE

« S'entourer de 8 électrons » ne signifie pas « posséder 8 électrons en propre » : les électrons liants sont *comptés deux fois*, une fois pour chaque atome de la liaison — d'où la possibilité de compléter deux octets en ne partageant qu'un doublet.

Les exercices

FACILE 15 exercices**Exo 1** covalente ou ionique ?

Indique si la liaison est plutôt **covalente** ou **ionique**.

a) Cl_2 **b)** KCl **c)** O_2 **d)** MgO **e)** HCl **Exo 2** électrons de valence d'un atome

Donne le nombre d'électrons de valence de chaque atome (utilise le numéro de colonne).

a) N **b)** O **c)** C **d)** Cl **e)** H **Exo 3** octet ou duet ?

Chaque atome cherche à respecter soit l'octet, soit le duet. Précise lequel.

a) H

b)

C

c)

O

d)

He

e)

F

Exo 4 l'octet est-il respecté ?

Pour chaque atome central décrit, compte le nombre total d'électrons qui l'entourent, puis dis s'il respecte l'octet (ou le duet).

a)

N dans NH_3 : 3 liaisons et 1 doublet non liant.

b)

C dans CH_4 : 4 liaisons, aucun doublet non liant.

c)

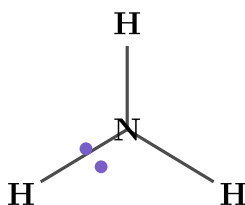
O dans H_2O : 2 liaisons et 2 doublets non liants.

d)

H dans HCl : 1 liaison.

Exo 5 doublets liants et non liants

Voici la structure de Lewis de l'ammoniac NH_3 .



a)

Combien de doublets *liants* entourent l'azote ?

b)

Combien de doublets *non liants* porte-t-il ?

c)

L'azote respecte-t-il l'octet ?

Exo 6 le bon type de liaison

Pour chaque description, nomme le type de liaison : **covalente**, **ionique** ou **covalente de coordination** (dative).

a)

Mise en commun d'un doublet, chaque atome fournissant *un* électron.

b)

Transfert *total* d'un électron d'un atome vers un autre, puis attraction des ions.

c)

Partage d'un doublet dont les *deux* électrons proviennent d'un *seul* atome.

Exo 7 électrons de valence : métal ou non-métal ?

Donne le nombre d'électrons de valence (numéro de colonne) de chaque atome, et précise s'il s'agit d'un **métal** ou d'un **non-métal**.

a)

Na

b)

Mg

c)

Al

d)

P

e)

S

Exo 8 cation ou anion ?

Dans chacun de ces composés ioniques, indique quel atome devient un **cation** et lequel devient un **anion**, en précisant leur charge.

a)

NaCl

b)

MgO

c)

KBr

d)



Exo 9 quel gaz rare l'atome vise-t-il ?

En formant ses liaisons, chaque atome cherche à imiter la configuration du gaz rare le plus proche. Indique lequel : He, Ne ou Ar.

a)



b)



c)



d)



e)



Exo 10 liaison simple, double ou triple ?

Dans chaque molécule, les deux atomes mettent en commun un, deux ou trois doublets. Précise s'il s'agit d'une liaison **simple**, **double** ou **triple**.

a)



b)



c)



d)



Exo 11 nombre total d'électrons de valence

Ces molécules sont neutres. Donne le nombre total d'électrons de valence (somme des numéros de colonne).

a)



b)



c)



d)



Exo 12 compter les électrons autour de l'atome central

Pour chaque atome central décrit, compte le nombre total d'électrons qui l'entourent (chaque liaison, simple, double ou triple, apporte $2 e^-$ *par doublet partagé*), puis dis s'il respecte l'octet (ou le duet).

a)

F dans HF : 1 liaison simple et 3 doublets non liants.

b)

N dans N_2 : 1 liaison *triple* et 1 doublet non liant.

c)

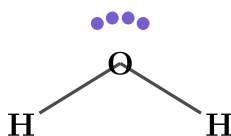
C dans CO_2 : 2 liaisons *double*s, aucun doublet non liant.

d)

P dans PH_3 : 3 liaisons simples et 1 doublet non liant.

Exo 13 lire une structure de Lewis

Voici la structure de Lewis de l'eau H_2O (les points violets sont les doublets non liants de l'oxygène).



a)

Combien de doublets *liants* entourent l'oxygène ?

b)

Combien de doublets *non liants* porte-t-il ?

c)

L'oxygène respecte-t-il l'octet ?

Exo 14 donneur ou accepteur ?

Pour former une liaison dative, il faut un **donneur** (qui possède un doublet non liant) et un **accepteur** (qui possède une case vide). Pour chaque espèce, dis quel rôle elle peut jouer.

a)

Le proton H^+ (aucun électron).

b)

L'azote de NH_3 (un doublet non liant).

c)

L'oxygène de H_2O (deux doublets non liants).

d)

Le bore de BF_3 (seulement 6 e^- autour de lui, une case vide).

Exo 15 combien de doublets non liants ?

Dans chaque molécule, donne le nombre de doublets *non liants* portés par l'atome central.

a)

O dans H_2O

b)

N dans NH_3

c)

C dans CH_4

d)

F dans HF

MOYEN 15 exercices

Exo 1 repérer la liaison dative

Ces deux ions se forment par capture d'un proton H^+ . Pour chacun, indique quelle liaison est **dative**, quel atome est le **donneur** et lequel est l'**accepteur**.

a)

NH_4^+ (formé à partir de $\text{NH}_3 + \text{H}^+$).

b)

H_3O^+ (formé à partir de $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$).

Exo 2 nombre total d'électrons de valence

Calcule le nombre total d'électrons de valence de chaque édifice (attention à la charge).

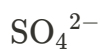
a)

CO_2

b)



c)



d)



Exo 3 octet, lacune ou octet étendu ?

Pour l'atome central souligné, dis s'il respecte l'octet, présente une **lacune** (sous-octet) ou un **octet étendu**.

a)



b)



c)



d)



e)



Exo 4 qui peut dépasser l'octet ?

Parmi ces atomes centraux, lesquels *peuvent* dépasser l'octet ? Justifie par leur période dans le tableau périodique.

a)



b)



c)



d)



e)

C

Exo 5 électronégativité et caractère ionique

On donne les électronégativités : H 2,2 ; Cl 3,2 ; Na 0,9 ; F 4,0. Classe les liaisons suivantes de la **moins polaire** à la **plus polaire** (caractère ionique croissant).



Exo 6 nombre total d'électrons de valence d'un ion

Calcule le nombre total d'électrons de valence de chaque ion (tiens compte de la charge : on *ajoute* $|q|$ pour un anion, on *retranche* q pour un cation). On donne H=1, C=4, N=5, O=6, S=6, P=5, Cl=7.

a)



b)



c)



d)



e)



Exo 7 octet, lacune ou octet étendu ?

Pour l'atome central indiqué, compte les électrons qui l'entourent (liaisons et doublets non liants) et conclus : octet, **lacune** (sous-octet) ou **octet étendu**.

a)

Al dans AlCl_3 (3 liaisons, 0 doublet non liant).

b)

Xe dans XeF_4 (4 liaisons, 2 doublets non liants).

c)

P dans PCl_3 (3 liaisons, 1 doublet non liant).

d)

Cl dans ClF_3 (3 liaisons, 2 doublets non liants).

e)

C dans CO_2 (2 liaisons doubles, 0 doublet non liant).

Exo 8 polarité et sens du dipôle

On donne les électronégativités : H 2,2 ; C 2,5 ; O 3,4 ; Cl 3,2 ; F 4,0. Pour chaque liaison, dis si elle est **polaire** ou **non polaire** et, si elle l'est, quel atome porte la charge partielle négative δ^- .

a)

H—Cl

b)

H—F

c)

la liaison C—O

d)

la liaison C—H

e)

Cl—Cl

Exo 9 compléter l'octet avec l'hydrogène

Un non-métal forme le nombre de liaisons covalentes simples qui complète son octet (règle « $8 - N$ », où N est le nombre d'électrons de valence). Donne ce nombre de liaisons, puis la formule de l'hydruire correspondant (composé avec H).

a)

N ($N = 5$)

b)

O ($N = 6$)

c)

C ($N = 4$)

d)

S ($N = 6$)

e)

Cl ($N = 7$)

Exo 10 liaisons datives moins classiques

Chaque édifice ci-dessous se forme par création d'une liaison **datif**. Indique l'atome **donneur**, l'atome **accepteur**, et ce qui rend l'accepteur capable de recevoir le doublet.

a)

L'adduit $\text{H}_3\text{N} \rightarrow \text{BF}_3$ (à partir de NH_3 et BF_3).

b)

L'ion AlCl_4^- (à partir de AlCl_3 et Cl^-).

c)

L'ion H_3O^+ (à partir de H_2O et H^+).

Exo 11 covalente pure, covalente polaire ou ionique ?

On classe une liaison d'après la différence d'électronégativité $\Delta\chi$: covalente **non polaire** si $\Delta\chi < 0,4$; covalente **polaire** si $0,4 \leq \Delta\chi < 1,7$; **ionique** si $\Delta\chi \geq 1,7$. On donne H 2,2 ; Br 3,0 ; O 3,4 ; Cl 3,2 ; F 4,0 ; K 0,8 ; Cs 0,8. Qualifie chaque liaison.

a)

F_2

b)

$\text{H}-\text{Br}$

c)

KCl

d)

la liaison $\text{O}-\text{H}$ (dans H_2O)

e)

CsF

Exo 12 lacune électronique et acidité de Lewis

Ces trois atomes centraux présentent une **lacune électronique**. Pour chacun :

a)

compte les électrons autour de l'atome central ;

b)

donne le nombre d'électrons qui lui manquent pour atteindre l'octet ;

c)

déduis-en combien de liaisons *datives* supplémentaires il peut accepter.

Applique à :

1 B dans BH_3

2 Be dans BeCl_2

3 Al dans AlCl_3

Exo 13 molécule covalente ou solide ionique ?

D'après la nature de leurs atomes (métal + non-métal $\Rightarrow$ ionique ; non-métaux entre eux $\Rightarrow$ covalent), dis si chaque corps est plutôt une **molécule covalente** (ou un solide covalent) ou un **solide ionique**.

a)

CO_2

b)

CaCl_2

c)

NH_3

d)

K_2O

e)

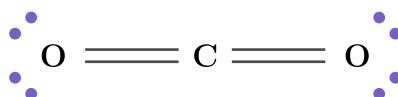
SiO_2

f)

MgF_2

Exo 14 analyser une structure de Lewis

Voici la structure de Lewis du dioxyde de carbone CO_2 (les points violets sont les doublets non liants).



a)

Quelle est la nature (simple, double ou triple) de chaque liaison C—O ?

b)

Combien d'électrons entourent l'atome de carbone ? Respecte-t-il l'octet ?

c)

Combien de doublets non liants porte chaque atome d'oxygène ?

d)

Chaque oxygène respecte-t-il l'octet ?

Exo 15 l'effet d'un proton sur le décompte

Le proton H^+ n'apporte *aucun* électron ; il possède seulement une case vide. On veut le vérifier sur deux couples.

a)

Calcule le nombre total d'électrons de valence de NH_3 , puis de NH_4^+ . Que constates-tu ?

b)

Calcule le nombre total d'électrons de valence de H_2O , puis de H_3O^+ . Même question.

DIFFICILE

15 exercices

Exo 1 qui n'obéit pas à l'octet ?

Parmi les édifices SiF_4 , BF_3 , IF_5 et C_2H_4 , indique ceux qui **ne respectent pas** la règle de l'octet. Pour chacun, précise s'il s'agit d'une **lacune électronique** ou d'un **octet étendu**. (On rappelle : Si et I peuvent former plus de 4 liaisons.)

Exo 2 compter les électrons de valence d'un sel

Le corps humain régule finement ses ions. On s'intéresse à deux édifices.

a)

Le nitrite d'hydrogène HNO_2 : donne son nombre total d'électrons de valence.

b)

Le sulfite d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$: donne son nombre total d'électrons de valence.

Exo 3 deux ions, deux liaisons datives

On forme l'ion hydronium H_3O^+ et l'ion ammonium NH_4^+ .

a)

Écris l'équation de formation de chacun à partir d'une molécule neutre et d'un proton H^+ .

b)

Dans chaque cas, quel atome est le donneur, et pourquoi peut-il l'être ?

c)

Combien de doublets non liants reste-t-il sur l'atome central *après* formation de l'ion ?

Exo 4 classer par caractère ionique

On donne les électronégativités : Na 0,9 ; C 2,5 ; Br 3,0 ; Cl 3,2 ; O 3,4 ; F 4,0. Classe les composés Cl_2 , CO , NaBr et NaF par différence d'électronégativité **croissante**, puis indique lequel possède le plus fort caractère ionique.

Exo 5 pourquoi PCl_5 existe et pas NCl_5 ?

Le pentachlorure de phosphore PCl_5 et l'hexafluorure de soufre SF_6 existent, mais les édifices NCl_5 et OF_6 n'existent pas. Explique cette différence en t'appuyant sur la règle de l'octet et sur la position des éléments dans le tableau périodique.

Exo 6 décompte électronique complet d'un ion

On applique la méthode du décompte à l'ion nitrite NO_2^- ($\text{N}=5$, $\text{O}=6$). On note n_{max} le nombre d'électrons requis pour que *tous* les atomes aient leur octet, n_v le nombre total d'électrons de valence, $n_\ell = n_{\text{max}} - n_v$ le nombre d'électrons liants et $n_{n\ell} = n_v - n_\ell$ le nombre d'électrons non liants.

a)

Calcule n_v (n'oublie pas la charge).

b)

Calcule n_{max} .

c)

Déduis-en n_ℓ , puis le nombre de liaisons.

d)

Déduis-en $n_{n\ell}$, puis le nombre de doublets non liants.

Exo 7 électrons de valence de molécules du vivant

Le métabolisme manipule sans cesse de petites molécules. Donne le nombre total d'électrons de valence de chacune ($\text{H}=1$, $\text{C}=4$, $\text{N}=5$, $\text{O}=6$, $\text{P}=5$; attention aux charges).

a)

L'urée $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (déchet azoté ; formule brute $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$).

b)

L'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- (tampon du sang).

c)

L'ion hydrogénophosphate HPO_4^{2-} (tampon intracellulaire).

Exo 8 hypervalence : décompte autour de l'atome central

Pour chaque édifice, compte le nombre d'électrons autour de l'**atome central** (liaisons + doublets non liants) et confirme qu'il présente un **octet étendu**.

a)

XeF_4 (Xe : 4 liaisons, 2 doublets non liants).

b)

I_3^- (l'iode central : 2 liaisons, 3 doublets non liants).

c)

SF_4 (S : 4 liaisons, 1 doublet non liant).

d)

BrF_5 (Br : 5 liaisons, 1 doublet non liant).

Exo 9 espèces isoélectroniques

Deux espèces sont dites **isoélectroniques** lorsqu'elles possèdent le même nombre total d'électrons de valence (C=4, N=5, O=6).

a)

Calcule n_v pour CO, N_2 , CN^- et NO^+ .

b)

Que constates-tu ? Ces quatre espèces sont-elles isoélectroniques ?

c)

Sachant qu'elles adoptent la même structure électronique que N_2 , quel est l'ordre de leur liaison (simple, double ou triple) ?

Exo 10 une molécule à électron célibataire

Le monoxyde d'azote NO est une molécule-messager du système cardiovasculaire (il dilate les vaisseaux). On donne N=5, O=6.

a)

Calcule le nombre total d'électrons de valence de NO. Qu'a-t-il de particulier ?

b)

Tous les atomes peuvent-ils atteindre simultanément l'octet ? Explique.

c)

Mène la même analyse pour le dioxyde d'azote NO_2 (n_v et conclusion).

adduits de Lewis et liaison dative

Exo 11

Un atome à **lacune électronique** peut compléter son octet en captant un doublet : il forme une liaison dative (réaction acide-base de Lewis).

a)

Dans l'adduit $\text{H}_3\text{N} \rightarrow \text{BF}_3$, identifie le donneur et l'accepteur, et dis quel atome voyait auparavant son octet incomplet.

b)

Après formation de la liaison dative, combien d'électrons entourent le bore ? Son octet est-il désormais complet ?

c)

Mêmes questions pour l'ion BF_4^- formé à partir de BF_3 et F^- .

Exo 12 classer par caractère ionique

On donne les électronégativités : Cs 0,8 ; Li 1,0 ; H 2,2 ; C 2,5 ; I 2,7 ; Br 3,0 ; F 4,0.

a)

Calcule $\Delta\chi$ pour IBr, LiH, la liaison C—F (dans CF_4), HF et CsF.

b)

Classe ces liaisons par caractère ionique **croissant**.

c)

À l'aide des seuils ($\Delta\chi < 0,4$: non polaire ; $0,4 \leq \Delta\chi < 1,7$: polaire ; $\Delta\chi \geq 1,7$: ionique), qualifie chacune et désigne la plus ionique.

Exo 13 la covalence maximale

On s'interroge sur le nombre maximal de liaisons qu'un atome peut former.

a)

Quel est le nombre maximal de liaisons covalentes que l'azote N peut former ? Illustre par un exemple et justifie par l'octet.

b)

Le phosphore P forme 5 liaisons dans PF_5 . Pourquoi N ne peut-il pas former NF_5 ?

c)

L'ion PF_6^- (six liaisons autour de P) existe. L'ion NF_6^- peut-il exister ? Justifie.

Exo 14 électrons de valence de sels d'ammonium

Ces sels sont formés uniquement de non-métaux (cations NH_4^+ et anions polyatomiques). Donne le nombre total d'électrons de valence de chacun ($\text{H}=1$, $\text{N}=5$, $\text{C}=4$, $\text{O}=6$, $\text{P}=5$; l'édifice global est neutre).

a)

Le carbonate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

b)

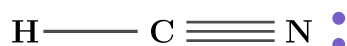
Le nitrate d'ammonium NH_4NO_3 .

c)

Le phosphate d'ammonium $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$.

Exo 15 analyser une structure de Lewis

Voici la structure de Lewis du cyanure d'hydrogène HCN (le doublet violet est le doublet non liant de l'azote).



a)

Quelle est la nature de la liaison $\text{C}-\text{N}$? Et de la liaison $\text{H}-\text{C}$?

b)

Vérifie l'octet du carbone.

c)

Vérifie l'octet de l'azote.

d)

Calcule le nombre total d'électrons de valence et vérifie qu'il se répartit bien en doublets liants + doublets non liants.



DEUXIÈME PARTIE

Corrigés

Chaque exercice repris pas à pas, niveau par niveau.
Compare ta démarche, pas seulement ton résultat.





Une seconde – avant d'ouvrir le corrigé...



Si ce carnet t'aide, rends-nous la pareille : parle de simulationconcours.be à quelqu'un qui prépare le concours. C'est comme ça qu'on peut continuer.

Ce qu'on a préparé pour toi

- ✓ Ce carnet en interactif, avec correction en un clic
- ✓ Les cours complets, chapitre par chapitre – gratuits
- ✓ 3100 QCM type concours, corrigés et expliqués
- ✓ Des fiches de révision à imprimer

Tous les jeudis : simulation du concours en ligne

En conditions réelles – chrono, QCM type concours et score immédiat.



Rejoins-nous sur simulationconcours.be

scanne le QR ou tape l'adresse – puis reviens vérifier tes réponses

Les corrigés

FACILE 15 exercices

Exo 1 covalente ou ionique ?

Deux atomes identiques ou deux non-métaux $\Rightarrow$ covalente ; un métal + un non-métal $\Rightarrow$ ionique.

a)

Cl_2 : **covalente** (deux atomes identiques, aucun n'est plus avide d'électrons).

b)

KCl : **ionique** (K métal + Cl non-métal, fort écart).

c)

O_2 : **covalente** (deux atomes identiques).

d)

MgO : **ionique** (Mg métal + O non-métal).

e)

HCl : **covalente** (deux non-métaux ; liaison polarisée mais non ionique).

Exo 2 électrons de valence d'un atome

Le nombre d'électrons de valence est le numéro de colonne de l'atome.

a)

N : 5.

b)

O : 6.

c)

C : 4.

d)

Cl : 7.

e)

H : 1.

Exo 3 octet ou duet ?

Seuls H et He visent le duet ($2 e^-$) ; tous les autres visent l'octet ($8 e^-$).

a)

H : **duet**.

b)

C : **octet**.

c)

O : **octet**.

d)

He : **duet**.

e)

F : **octet**.

Exo 4 l'octet est-il respecté ?

On compte $2e^-$ par liaison et $2e^-$ par doublet non liant.

a)

N : $3 \times 2 + 2 = 8e^- \Rightarrow$ **octet respecté**.

b)

C : $4 \times 2 = 8e^- \Rightarrow$ **octet respecté**.

c)

O : $2 \times 2 + 2 \times 2 = 8e^- \Rightarrow$ **octet respecté**.

d)

H : $1 \times 2 = 2e^- \Rightarrow$ **duet respecté**.

Exo 5 doublets liants et non liants

On lit directement la structure de Lewis.

a)

3 doublets liants (les trois liaisons N—H).

b)

1 doublet non liant (le lobe violet sur l'azote).

c)

Oui : $3 \times 2 + 2 = 8e^-$ autour de N, l'**octet est respecté**.

Exo 6 le bon type de liaison

On reconnaît chaque type à la façon dont les électrons sont mis en jeu.

a)

Covalente (chaque atome apporte un électron du doublet partagé).

b)

Ionique (transfert total, puis attraction électrostatique des ions).

c)

Covalente de coordination (dative : le doublet vient d'un seul atome).

Exo 7 électrons de valence : métal ou non-métal ?

Le nombre d'électrons de valence est le numéro de colonne ; les métaux sont à gauche du tableau.

a)

Na : **1** électron de valence, **métal**.

b)

Mg : **2**, **métal**.

c)

Al : **3**, **métal**.

d)

P : **5**, **non-métal**.

e)

S : **6**, **non-métal**.

Exo 8 cation ou anion ?

Le métal (peu électronégatif) cède ses électrons et devient un **cation** ; le non-métal les capte et devient un **anion**.

a)

NaCl : Na $\rightarrow$ Na⁺ (cation) et Cl $\rightarrow$ Cl⁻ (anion).

b)

MgO : Mg $\rightarrow$ Mg²⁺ (cation) et O $\rightarrow$ O²⁻ (anion).

c)

KBr : K $\rightarrow$ K⁺ (cation) et Br $\rightarrow$ Br⁻ (anion).

d)

CaF₂ : Ca $\rightarrow$ Ca²⁺ (cation) et **deux** F $\rightarrow$ F⁻ (anions).

Exo 9 quel gaz rare l'atome vise-t-il ?

Chaque atome complète sa couche externe pour ressembler au gaz rare voisin.

a) $\text{H} \rightarrow \text{He}$ (duet).**b)** $\text{C} \rightarrow \text{Ne}$.**c)** $\text{O} \rightarrow \text{Ne}$.**d)** $\text{Na} \rightarrow \text{Ne}$ (en cédant son électron).**e)** $\text{Cl} \rightarrow \text{Ar}$.**Exo 10****liaison simple, double ou triple ?**

Le nombre de doublets partagés donne l'ordre de la liaison.

a) Cl_2 : liaison **simple** (1 doublet partagé).**b)** O_2 : liaison **double** (2 doublets).**c)** N_2 : liaison **triple** (3 doublets).**d)** HCl : liaison **simple** (1 doublet).**Exo 11****nombre total d'électrons de valence**

On additionne les numéros de colonne ($\text{H}=1$, $\text{C}=4$, $\text{N}=5$, $\text{O}=6$, $\text{F}=7$).

a) $\text{H}_2\text{O} : 6 + 2 \times 1 = 8$.**b)** $\text{NH}_3 : 5 + 3 \times 1 = 8$.**c)** $\text{CH}_4 : 4 + 4 \times 1 = 8$.**d)** $\text{HF} : 7 + 1 = 8$.

Exo 12 compter les électrons autour de l'atome central

On compte $2e^-$ par doublet partagé et $2e^-$ par doublet non liant.

a)

F : $1 \times 2 + 3 \times 2 = 8e^- \Rightarrow$ **octet respecté**.

b)

N : $3 \times 2 + 2 = 8e^-$ (la triple liaison vaut 3 doublets) $\Rightarrow$ **octet respecté**.

c)

C : $2 \times (2 \times 2) = 8e^-$ (deux liaisons doubles) $\Rightarrow$ **octet respecté**.

d)

P : $3 \times 2 + 2 = 8e^- \Rightarrow$ **octet respecté**.

Exo 13 lire une structure de Lewis

On lit directement la figure.

a)

2 doublets liants (les deux liaisons O—H).

b)

2 doublets non liants (les deux paires violettes).

c)

Oui : $2 \times 2 + 2 \times 2 = 8e^-$ autour de O, l'**octet est respecté**.

Exo 14 donneur ou accepteur ?

Le donneur possède un doublet non liant ; l'accepteur possède une case vide.

a)

H⁺ : **accepteur** (aucun électron, une case vide).

b)

N de NH₃ : **donneur** (il partage son doublet non liant).

c)

O de H₂O : **donneur** (il partage un de ses deux doublets libres).

d)

B de BF₃ : **accepteur** (octet incomplet, une case vide).

Exo 15 combien de doublets non liants ?

On retranche les doublets liants du total ; le reste est non liant.

a)

O dans H_2O : **2** doublets non liants.

b)

N dans NH_3 : **1** doublet non liant.

c)

C dans CH_4 : **0** doublet non liant.

d)

F dans HF : **3** doublets non liants.

MOYEN 15 exercices

Exo 1 repérer la liaison dative

Le proton H^+ n'a aucun électron (case vide) : c'est toujours l'**accepteur**. L'atome qui possède un doublet non liant est le **donneur**.

a)

NH_4^+ : une des quatre liaisons $\text{N}-\text{H}$ est dative. Donneur = **azote** (il apporte son doublet non liant) ; accepteur = **H^+** . Les quatre liaisons deviennent ensuite identiques.

b)

H_3O^+ : une des trois liaisons $\text{O}-\text{H}$ est dative. Donneur = **oxygène** (un de ses doublets libres) ; accepteur = **H^+** .

Exo 2 nombre total d'électrons de valence

On additionne les électrons de valence de tous les atomes, puis on retranche la charge q (on ajoute $|q|$ pour un anion, on retranche q pour un cation).

a)

CO_2 : $4 + 2 \times 6 = 16$.

b)

NH_4^+ : $5 + 4 \times 1 - 1 = 8$ (cation : -1).

c)

SO_4^{2-} : $6 + 4 \times 6 + 2 = 32$ (anion : $+2$).

d)

CH_4 : $4 + 4 \times 1 = 8$.

Exo 3 octet, lacune ou octet étendu ?

On compte les électrons autour de l'atome central (2 par liaison).

a)

C dans CH_4 : 4 liaisons = $8 e^- \Rightarrow$ **octet**.

b)

B dans BF_3 : 3 liaisons = $6 e^- \Rightarrow$ **lacune** (sous-octet).

c)

S dans SF_6 : 6 liaisons = $12 e^- \Rightarrow$ **octet étendu**.

d)

P dans PCl_5 : 5 liaisons = $10 e^- \Rightarrow$ **octet étendu**.

e)

Be dans BeCl_2 : 2 liaisons = $4 e^- \Rightarrow$ **lacune**.

Exo 4 qui peut dépasser l'octet ?

Seuls les éléments de la **3^e période et au-delà** (orbitales d accessibles) peuvent dépasser l'octet.

a)

N : **non** (2^e période, strictement $8 e^-$).

b)

S : **oui** (3^e période).

c)

O : **non** (2^e période).

d)

Cl : **oui** (3^e période).

e)

C : **non** (2^e période).

Exo 5 électronégativité et caractère ionique

Le caractère ionique croît avec la **différence d'électronégativité** $\Delta\chi$.

$$\text{Cl}_2 : \Delta\chi = 0 < \text{HCl} : |3,2 - 2,2| = 1,0 < \text{NaCl} : |3,2 - 0,9| = 2,3 < \text{NaF} : |4,0 - 0,9| = 3,1.$$

Classement final : $\text{Cl}_2 < \text{HCl} < \text{NaCl} < \text{NaF}$. La liaison Cl_2 est purement covalente ($\Delta\chi = 0$), NaF est la plus ionique.

Exo 6 nombre total d'électrons de valence d'un ion

On somme les électrons de valence de tous les atomes, puis on corrige la charge.

a)

$$\text{NO}_3^- : 5 + 3 \times 6 + 1 = \mathbf{24} \text{ (anion : +1)}.$$

b)

$$\text{CO}_3^{2-} : 4 + 3 \times 6 + 2 = \mathbf{24} \text{ (anion : +2)}.$$

c)

$$\text{PO}_4^{3-} : 5 + 4 \times 6 + 3 = \mathbf{32} \text{ (anion : +3)}.$$

d)

$$\text{ClO}_4^- : 7 + 4 \times 6 + 1 = \mathbf{32} \text{ (anion : +1)}.$$

e)

$$\text{H}_2\text{SO}_4 : 2 \times 1 + 6 + 4 \times 6 = \mathbf{32} \text{ (édifice neutre)}.$$

Exo 7 octet, lacune ou octet étendu ?

On compte $2e^-$ par liaison et $2e^-$ par doublet non liant.

a)

$$\text{Al} : 3 \times 2 = 6e^- \Rightarrow \mathbf{\text{lacune}}$$
 (sous-octet).

b)

$$\text{Xe} : 4 \times 2 + 2 \times 2 = 12e^- \Rightarrow \mathbf{\text{octet étendu}}.$$

c)

$$\text{P} : 3 \times 2 + 2 = 8e^- \Rightarrow \mathbf{\text{octet}}$$
 (le doublet libre suffit).

d)

$$\text{Cl} : 3 \times 2 + 2 \times 2 = 10e^- \Rightarrow \mathbf{\text{octet étendu}}.$$

e)

$$\text{C} : 2 \times (2 \times 2) = 8e^- \Rightarrow \mathbf{\text{octet}}.$$

Exo 8 polarité et sens du dipôle

La liaison est polaire dès que $\Delta\chi \neq 0$; le δ^- se porte sur l'atome le *plus* électronégatif.

a)

$$\text{H}-\text{Cl} : \mathbf{\text{polaire}}, \delta^- \text{ sur Cl } (\Delta\chi = 1,0).$$

b)

H—F : **polaire**, δ^- sur F ($\Delta\chi = 1,8$).

c)

C—O : **polaire**, δ^- sur O ($\Delta\chi = 0,9$).

d)

C—H : **faiblement polaire**, δ^- sur C ($\Delta\chi = 0,3$).

e)

Cl—Cl : **non polaire** ($\Delta\chi = 0$, aucune charge partielle).

Exo 9 compléter l'octet avec l'hydrogène

Nombre de liaisons = $8 - N$; on ajoute autant d'atomes H.

a)

N : $8 - 5 = 3$ liaisons $\Rightarrow \text{NH}_3$.

b)

O : $8 - 6 = 2$ liaisons $\Rightarrow \text{H}_2\text{O}$.

c)

C : $8 - 4 = 4$ liaisons $\Rightarrow \text{CH}_4$.

d)

S : $8 - 6 = 2$ liaisons $\Rightarrow \text{H}_2\text{S}$.

e)

Cl : $8 - 7 = 1$ liaison $\Rightarrow \text{HCl}$.

Exo 10 liaisons datives moins classiques

Le donneur apporte un doublet non liant ; l'accepteur offre une case vide (souvent un atome à lacune électronique).

a)

$\text{H}_3\text{N} \rightarrow \text{BF}_3$: donneur = **azote** (doublet non liant) ; accepteur = **bore** (il n'avait que $6 e^-$, une case vide $\Rightarrow$ il atteint l'octet).

b)

AlCl_4^- : donneur = **ion Cl^-** (un de ses doublets libres) ; accepteur = **aluminium** (lacune, $6 e^- \rightarrow 8$).

c)

H_3O^+ : donneur = **oxygène** (un doublet libre) ; accepteur = **H^+** (case vide, aucun électron).

Exo 11 covalente pure, covalente polaire ou ionique ?

On calcule $\Delta\chi$ et on applique les seuils.

a)

$F_2 : \Delta\chi = 0 < 0,4 \Rightarrow$ **covalente non polaire**.

b)

$H-Br : |3,0 - 2,2| = 0,8 \Rightarrow$ **covalente polaire**.

c)

$KCl : |3,2 - 0,8| = 2,4 \geq 1,7 \Rightarrow$ **ionique**.

d)

$O-H : |3,4 - 2,2| = 1,2 \Rightarrow$ **covalente polaire**.

e)

$CsF : |4,0 - 0,8| = 3,2 \Rightarrow$ **ionique**.

Exo 12 lacune électronique et acidité de Lewis

Le nombre d'électrons manquants vaut 8 moins le décompte ; chaque liaison dative apporte $2 e^-$.

a)

B dans BH_3 : $6 e^-$; il en manque 2 $\Rightarrow$ il peut accepter **1** liaison dative (ex. BH_4^-).

b)

Be dans $BeCl_2$: $4 e^-$; il en manque 4 $\Rightarrow$ il peut accepter **2** liaisons datives (ex. $BeCl_4^{2-}$).

c)

Al dans $AlCl_3$: $6 e^-$; il en manque 2 $\Rightarrow$ il peut accepter **1** liaison dative (ex. $AlCl_4^-$).

Exo 13 molécule covalente ou solide ionique ?

Métal + non-métal $\Rightarrow$ ionique ; non-métaux entre eux $\Rightarrow$ covalent.

a)

CO_2 : **molécule covalente** (C et O, deux non-métaux).

b)

$CaCl_2$: **solide ionique** (Ca métal + Cl non-métal).

c)

NH_3 : **molécule covalente** (N et H).

d)

K_2O : **solide ionique** (K métal + O).

e)

SiO₂ : **solide covalent** (Si et O, deux non-métaux : piège, ce n'est *pas* ionique).

f)

MgF₂ : **solide ionique** (Mg métal + F).

Exo 14 analyser une structure de Lewis

On lit la figure et on décompte autour de chaque atome.

a)

Chaque liaison C—O est une liaison **double** (O=C=O).

b)

Carbone : $2 \times (2 \times 2) = 8 e^- \Rightarrow$ **octet respecté**.

c)

Chaque oxygène porte **2** doublets non liants.

d)

Oxygène : $4 e^-$ (double liaison) + $2 \times 2 = 8 e^- \Rightarrow$ **octet respecté**.

Exo 15 l'effet d'un proton sur le décompte

Comme H⁺ n'apporte aucun électron, le total est *inchangé* : la liaison dative réutilise un doublet non liant déjà présent.

a)

NH₃ : $5 + 3 = 8 e^-$; NH₄⁺ : $5 + 4 \times 1 - 1 = 8 e^-$. **Total identique** (8).

b)

H₂O : $6 + 2 = 8 e^-$; H₃O⁺ : $6 + 3 \times 1 - 1 = 8 e^-$. **Total identique** (8).

DIFFICILE 15 exercices

Exo 1 qui n'obéit pas à l'octet ?

On compte les électrons autour de l'atome central.

- SiF₄ : Si forme 4 liaisons = $8 e^- \Rightarrow$ octet **respecté**.
- BF₃ : B forme 3 liaisons = $6 e^- \Rightarrow$ **lacune électronique**.
- IF₅ : I forme 5 liaisons + 1 doublet libre = $12 e^- \Rightarrow$ **octet étendu** (I, 5^e période).
- C₂H₄ : chaque C a $8 e^-$ (dont la double liaison C=C) $\Rightarrow$ octet **respecté**.

Ne respectent pas l'octet : BF₃ (lacune) et IF₅ (octet étendu).

Exo 2 compter les électrons de valence d'un sel

On additionne les électrons de valence de tous les atomes ($H = 1, N = 5, O = 6, S = 6$) ; les deux édifices sont globalement neutres ($q = 0$).

a)

$$\text{HNO}_2 : 1 + 5 + 2 \times 6 = 18 e^-.$$

b)

$$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 : 2 \times \underbrace{(5 + 4 \times 1)}_{\text{NH}_4} + \underbrace{6 + 3 \times 6}_{\text{SO}_3} = 2 \times 9 + 24 = 42 e^-.$$

Exo 3 deux ions, deux liaisons datives

a)



b)

Le donneur est l'**oxygène** (dans H_3O^+) et l'**azote** (dans NH_4^+) : chacun possède un doublet non liant qu'il partage avec le proton H^+ , lequel a une case vide (accepteur).

c)

H_3O^+ : l'oxygène avait 2 doublets libres, il en cède un $\Rightarrow$ il en reste **1**. NH_4^+ : l'azote avait 1 doublet libre, il le cède $\Rightarrow$ il en reste **0**.

Exo 4 classer par caractère ionique

Le caractère ionique croît avec $\Delta\chi$:

$$\text{Cl}_2 : 0 < \text{CO} : |3,4 - 2,5| = 0,9 < \text{NaBr} : |3,0 - 0,9| = 2,1 < \text{NaF} : |4,0 - 0,9| = 3,1.$$

Classement : $\text{Cl}_2 < \text{CO} < \text{NaBr} < \text{NaF}$. Le plus fort caractère ionique est celui de **NaF**.

Exo 5 pourquoi PCl_5 existe et pas NCl_5 ?

P et S appartiennent à la **3^e période** : ils disposent d'orbitales *d* accessibles et peuvent donc *dépasser l'octet* — P accueille $10 e^-$ (5 liaisons dans PCl_5), S accueille $12 e^-$ (6 liaisons dans SF_6).

En revanche N et O sont en **2^e période** : ils sont **strictement** limités à $8 e^-$. NCl_5 exigerait $10 e^-$ autour de l'azote et OF_6 en exigerait 12 autour de l'oxygène : ces octets étendus sont **impossibles** pour des éléments de la 2^e période. C'est pourquoi N ne forme au plus que 3 (ou 4 en portant une charge) liaisons et O au plus 2.

Exo 6 décompte électronique complet d'un ion

On suit la méthode dans l'ordre.

a)

$$n_v = 5 + 2 \times 6 + 1 = \mathbf{18} \text{ (l'anion apporte +1).}$$

b)

$$n_{\max} = 8 \times 3 = \mathbf{24} \text{ (3 atomes visant chacun l'octet).}$$

c)

$$n_\ell = n_{\max} - n_v = 24 - 18 = 6 e^- \Rightarrow \mathbf{3} \text{ liaisons (une double N=O et une simple N-O).}$$

d)

$$n_{nl} = n_v - n_\ell = 18 - 6 = 12 e^- \Rightarrow \mathbf{6} \text{ doublets non liants (un sur N, deux sur l'un des O, trois sur l'autre).}$$

Exo 7 électrons de valence de molécules du vivant

On additionne les électrons de valence de tous les atomes et on corrige la charge.

a)

$$\text{Urée } \text{CH}_4\text{N}_2\text{O} : 4 + 4 \times 1 + 2 \times 5 + 6 = \mathbf{24}.$$

b)

$$\text{HCO}_3^- : 1 + 4 + 3 \times 6 + 1 = \mathbf{24} \text{ (anion : +1).}$$

c)

$$\text{HPO}_4^{2-} : 1 + 5 + 4 \times 6 + 2 = \mathbf{32} \text{ (anion : +2).}$$

Exo 8 hypervalence : décompte autour de l'atome central

On compte $2 e^-$ par liaison et $2 e^-$ par doublet non liant ; au-delà de 8, l'octet est étendu (possible car ces atomes sont d'une période ≥ 3 , sauf I en 5^e).

a)

$$\text{XeF}_4 : 4 \times 2 + 2 \times 2 = \mathbf{12} e^- \Rightarrow \text{octet étendu.}$$

b)

$$\text{I}_3^- : 2 \times 2 + 3 \times 2 = \mathbf{10} e^- \Rightarrow \text{octet étendu.}$$

c)

$$\text{SF}_4 : 4 \times 2 + 2 = \mathbf{10} e^- \Rightarrow \text{octet étendu.}$$

d)

$$\text{BrF}_5 : 5 \times 2 + 2 = \mathbf{12} e^- \Rightarrow \text{octet étendu.}$$

Exo 9 espèces isoélectroniques

a)

$$\text{CO} : 4 + 6 = 10 ; \text{N}_2 : 5 + 5 = 10 ; \text{CN}^- : 4 + 5 + 1 = 10 ; \text{NO}^+ : 5 + 6 - 1 = 10.$$

b)

Les quatre valent $10 e^-$ de valence : elles sont bien **isoélectroniques**.

c)

Comme N_2 , elles portent une **liaison triple** (ordre de liaison 3 : une σ et deux π), plus un doublet non liant sur chaque atome.

Exo 10 une molécule à électron célibataire

a)

$$n_v(\text{NO}) = 5 + 6 = 11 : \text{c'est un nombre impair d'électrons.}$$

b)

Non : avec un nombre impair d'électrons, un électron reste *célibataire*. L'azote ne s'entoure alors que de $7 e^-$: NO est une espèce **radicalaire**, exception à la règle de l'octet.

c)

$$n_v(\text{NO}_2) = 5 + 2 \times 6 = 17, \text{ également impair : } \text{NO}_2 \text{ est lui aussi un radical et ne peut satisfaire l'octet de tous ses atomes.}$$

Exo 11 adduits de Lewis et liaison dative

a)

Donneur = **azote** (doublet non liant de NH_3) ; accepteur = **bore**. C'est le **bore** qui avait l'octet incomplet ($6 e^-$ dans BF_3).

b)

Après la liaison dative, le bore porte 4 liaisons, soit $4 \times 2 = 8 e^-$: son **octet est désormais complet**.

c)

BF_4^- : donneur = **ion F^-** (un doublet libre), accepteur = **bore** ; là encore le bore passe de 6 à $8 e^-$ (4 liaisons), octet complet.

Exo 12 classer par caractère ionique

Le caractère ionique croît avec $\Delta\chi$.

a)

$$\text{IBr} : |3,0 - 2,7| = 0,3 ; \text{LiH} : |2,2 - 1,0| = 1,2 ; \text{C-F} : |4,0 - 2,5| = 1,5 ; \text{HF} : |4,0 - 2,2| = 1,8 ; \text{CsF} : |4,0 - 0,8| = 3,2.$$

b)

Ordre croissant : $\text{IBr} < \text{LiH} < \text{C-F} < \text{HF} < \text{CsF}$.

c)

IBr **non polaire** ; LiH et C-F **covalentes polaires** ; HF et CsF **ioniques**. La plus ionique est CsF .

Exo 13 la covalence maximale

a)

L'azote forme au plus 4 liaisons (ex. NH_4^+) : 4 liaisons = $8 e^-$, c'est exactement l'octet, qu'il ne peut pas dépasser.

b)

NF_5 exigerait 5 liaisons, soit $10 e^-$ autour de N : **impossible**, car N (2^e période) est strictement limité à $8 e^-$.
P (3^e période, orbitales *d*) peut, lui, accueillir $10 e^-$.

c)

NF_6^- exigerait $12 e^-$ autour de N : **impossible** pour un élément de 2^e période. PF_6^- existe car P (3^e période) accepte l'octet étendu ($12 e^-$).

Exo 14 électrons de valence de sels d'ammonium

On somme les électrons de valence de tous les atomes ; l'édifice est neutre.

a)

$$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 : 2 \times \underbrace{(5 + 4)}_{\text{NH}_4} + \underbrace{(4 + 3 \times 6)}_{\text{CO}_3} = 18 + 22 = \mathbf{40}.$$

b)

$$\text{NH}_4\text{NO}_3 : \underbrace{(5 + 4)}_{\text{NH}_4} + \underbrace{(5 + 3 \times 6)}_{\text{NO}_3} = 9 + 23 = \mathbf{32}.$$

c)

$$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 : 3 \times \underbrace{(5 + 4)}_{\text{NH}_4} + \underbrace{(5 + 4 \times 6)}_{\text{PO}_4} = 27 + 29 = \mathbf{56}.$$

Exo 15 analyser une structure de Lewis

On lit la figure : $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$ avec un doublet non liant sur l'azote.

a)

La liaison $\text{C}-\text{N}$ est **triple** ; la liaison $\text{H}-\text{C}$ est **simple**.

b)

Carbone : $1 \times 2 (\text{H}-\text{C}) + 3 \times 2 (\text{triple}) = 8 e^- \Rightarrow$ **octet respecté**.

c)

Azote : 3×2 (triple) + 2 (doublet non liant) = $8 e^- \Rightarrow$ octet respecté.

d)

$n_v = 1 + 4 + 5 = 10 e^- = 4$ doublets liants ($8 e^-$: 1 simple + 1 triple) + 1 doublet non liant ($2 e^-$). Le compte est cohérent ($8 + 2 = 10$).



Tous les exos cochés ? Passe au niveau réel.



Ce carnet est un extrait de notre bibliothèque d'entraînement — la suite se joue en ligne.

Sur simulationconcours.be

- ✓ Le même carnet en interactif, avec correction en un clic
- ✓ Les autres mécaniques de la fiche, niveau par niveau
- ✓ 3100 QCM type concours, corrigés et expliqués
- ✓ Les cours complets — gratuits — et les fiches de révision

Tous les jeudis : simulation du concours en ligne

En conditions réelles — chrono, QCM type concours et score immédiat.



Rejoins-nous sur simulationconcours.be

scanne le QR ou tape l'adresse — les cours complets sont gratuits