

Apports du numérique dans l'apprentissage de la physique-chimie

JIREC – 24 janvier 2024

Yannick Alméras

IGÉSR – Physique-Chimie et Informatique

Quatre grands domaines d'usage du numérique en physique-chimie

- ❑ La pédagogie du quotidien, non spécifique à la discipline
- ❑ Les activités expérimentales
- ❑ La représentation virtuelle et la simulation de phénomènes
- ❑ La programmation au service des apprentissages de la physique-chimie
 - Enjeux et objectifs du numérique pour l'enseignement de la discipline ?
 - Un numérique remède ou poison pour l'apprentissage de la physique-chimie ?
 - *Quid de l'intelligence artificielle générative ?*



Image générée par l'IA Bing

La pédagogie du quotidien, non spécifique à la discipline

- ❑ De nombreux usages du numérique transversaux

Réalisation et vidéoprojection de documents

Questionnaires à choix multiples numériques (interactifs, ludifiés...)

Murs collaboratifs (« padlets »)

Services d'organisation, d'exploration et de partage de contenus numériques (*via* ENT, sites internet personnels...)

Cartes mentales collaboratives

Etc.

- ❑ Une plus-value appréciable sous réserve d'une bonne **intégration pédagogique** par les enseignants et que **les élèves comprennent ce que ces usages leur apportent** *

- Quelques mots-clés

Apprentissages renforcés

Remédiation

Coopération

Différenciation pédagogique

Autonomie

Évaluation (diagnostique, « de régulation »...)

Inclusion

Communication

Hybridation des apprentissages

Etc.

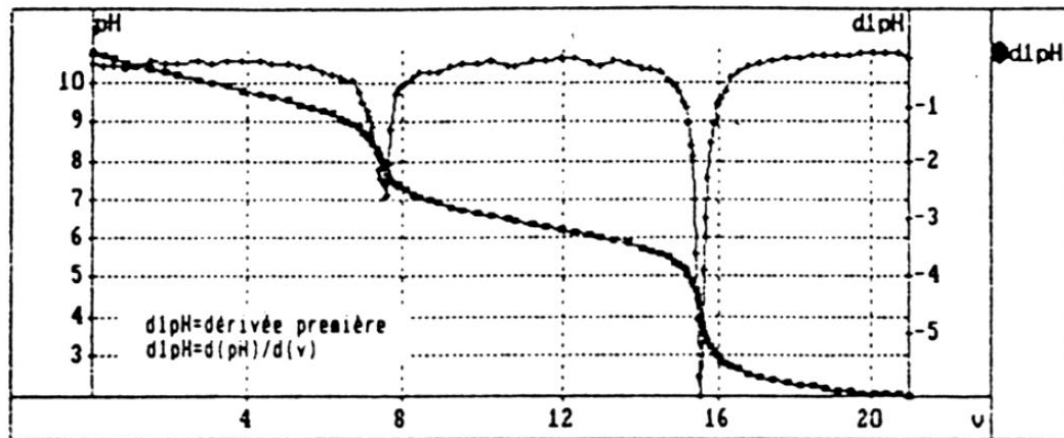
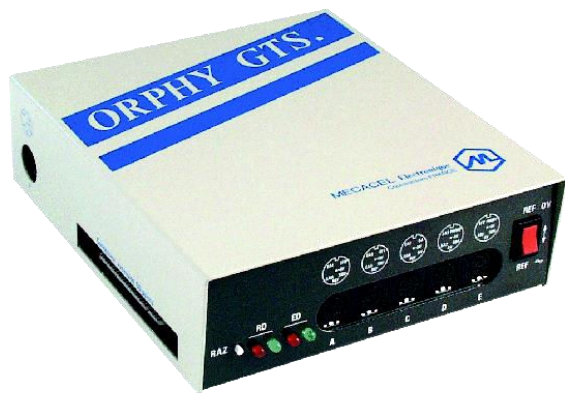
* Voir rapport du CNET, Numérique et apprentissages scolaires, octobre 2020

La pédagogie du quotidien, non spécifique à la discipline

- ❑ Quelques points de vigilance :
 - Des pratiques pédagogiques parfois appuyées sur divers instruments et outils numériques induisant une forme d'éparpillement et un **risque réel de surcharge cognitive** pour les élèves (mémoire de travail limitée, variable d'un élève à un autre)
 - Des points disciplinaires importants qui ne ressortent pas toujours au travers des pratiques par le numérique utilisées
 - **Une réduction de la trace écrite des élèves qui interroge**
- Se concentrer sur les pratiques par le numérique qui apportent **une plus-value effective en termes d'apprentissage de la physique-chimie** par rapport à une séance sans numérique
- Toujours assurer une **phase d'institutionnalisation des savoirs et savoir faire** (synthèse écrite)

Les activités expérimentales

- ❑ Des instruments et outils numériques introduits dans les activités expérimentales dans le supérieur, puis dans l'enseignement secondaire dans les années 1980



Système Orphy – Groupe Évariste - CNAM

G. Durliat, J.-M. Millet ; bulletin de l'EPI, 64 (1991)

Les activités expérimentales

- ❑ Un numérique devenu **essentiel** à l'expérimentation en physique-chimie (ce qui ne veut pas dire *indispensable*)
 - Des dispositifs d'expérimentation assistée par ordinateur (ExAO) et d'autres systèmes de plus en plus adaptés au cadre de l'enseignement supérieur, puis à celui de l'enseignement scolaire
 - Un appui devenu possible sur des systèmes plus accessibles tels des **microcontrôleurs peu coûteux**, les **smartphones avec applications spécifiques** (fizziq, phyphox...), etc.



Modèle de spectrophotomètre – GRIESP (décembre 2018)

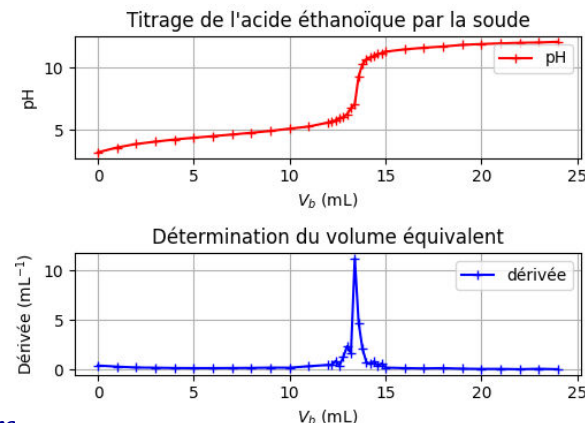
<https://eduscol.education.fr/document/16141/download>

Réalisation et utilisation d'un spectrophotomètre avec un microcontrôleur – TraAM (2019-2020)

<https://edubase.eduscol.education.fr/fiche/19252>

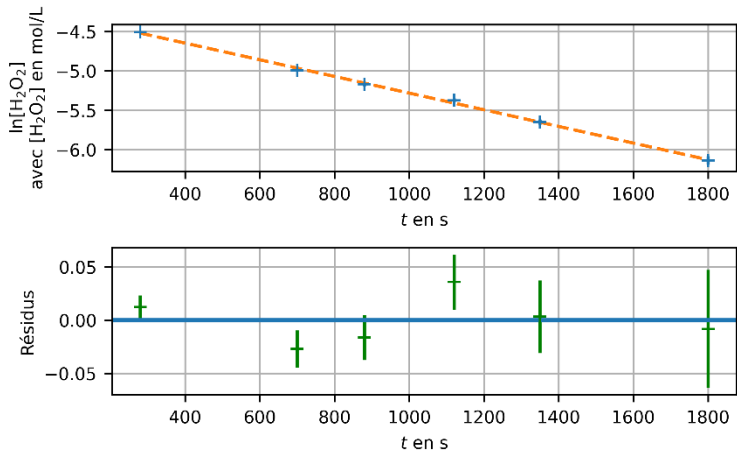
Les activités expérimentales

- ❑ Des apports didactiques et pédagogiques du numérique indéniables sur le champ de l'expérimentation
 - Des **acquisitions, visualisations et traitements de données expérimentales** plus rapides, aisés, poussés... parfois sur des situations auparavant de laboratoires de recherche
 - Des systèmes numériques qui permettent de placer au second plan des « actions de bas niveau » (mesures répétitives, calculs intermédiaires, reports, etc.) et autorise un temps plus important dédié à la **réflexion sur les phénomènes et sur la démarche suivie** (hypothèses, protocole, validation, etc.)
 - Le développement d'expérimentations avec un plus grand déport des actions du prc vers les élèves, avec une **plus grande autonomie des élèves, y compris hors la classe**
 - Un levier d'accroissement de la **motivation** et de la **position active** des élèves bénéfique aux apprentissages



Les activités expérimentales

- ❑ Un exemple d'apport net : *variabilité de la mesure et incertitude*
 - Tenir compte de la variabilité de la mesure, la visualiser, la quantifier
 - Soutenir une approche scientifique de la validation de résultats issus d'une expérience



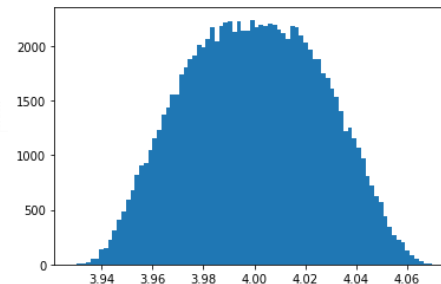
Analyse d'un modèle cinétique pour la décomposition du peroxyde d'hydrogène

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
N=100000
K=[]
for k in range(N):
    Veau=np.random.uniform(39.99,40.01)
    Vcyclo=np.random.uniform(9.99,10.01)
    Veq1=np.random.uniform(5.97,6.03)
    Veq2=np.random.uniform(11.97,12.03)
    V0=np.random.uniform(9.99,10.01)
    K.append((Veau/Vcyclo)*((Veq1*Veau/(V0*Veq2))-1))

K_moy = sum(K)/N
uK=np.std(K,ddof=1)

print(f'Kp : {K_moy}')
print(f'u(Kp) : {uK}')
plt.hist(K,bins='auto')
```

$$K_p = 4,00 \pm 0,03$$



Détermination d'un coefficient de partage du diiode entre eau iodurée et cyclohexane

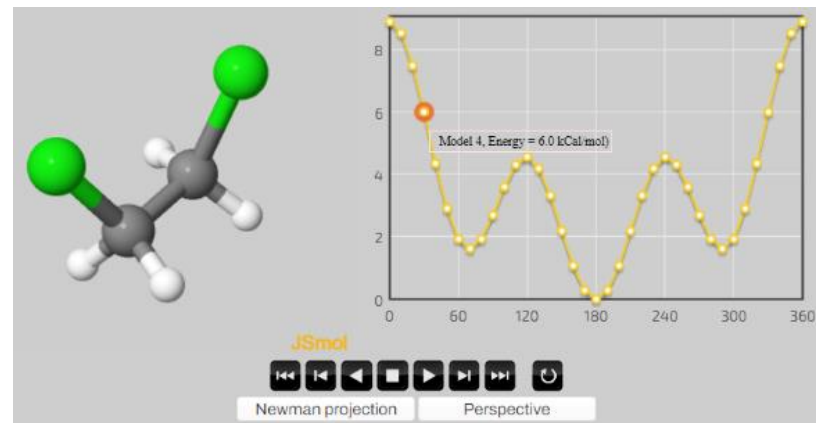
Les activités expérimentales

- ❑ Points de vigilance pour dépasser d'éventuels impacts négatifs du numérique dans le cadre de l'expérimentation
 - Doser correctement la place des systèmes numériques dans les activités expérimentales
 - Attention à l'accroissement possible de complexité (technique, disciplinaire...)
 - Ne pas obérer par le numérique l'apprentissage du geste expérimental
 - Des usages stéréotypés/répétitifs à éviter (démotivation des élèves)
 - Attention, encore une fois, à la surcharge cognitive des élèves

- ❑ Constat d'une amplification de l'utilisation de vidéos/simulations d'expériences en substitution de l'expérimentation
 - Pratique intéressante **uniquement lorsque l'expérience authentique n'est pas réalisable ou en complément**

La représentation virtuelle et la simulation de phénomènes

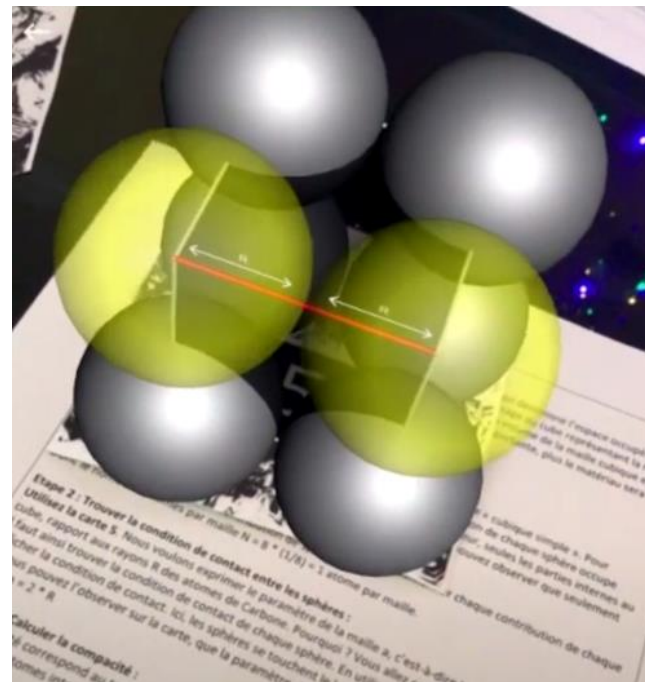
- ❑ Les systèmes de représentation virtuelle et de simulation en physique-chimie
 - Appui indéniable de ces outils en complément ou non de l'expérimentation selon le contexte : **usage encouragé par les programmes**
 - Facilitation du passage, dans les deux sens, entre le **monde réel** et le **monde des modèles**
 - Aide pour les élèves pour **se forger une bonne représentation d'objets théoriques** et faciliter **l'appropriation de concepts** pouvant être très abstraits



La représentation virtuelle et la simulation de phénomènes

- ❑ Les systèmes de représentation virtuelle et de simulation en physique-chimie
 - Des logiciels mobilisés qui ont beaucoup évolué : abandon des interfaces rustiques/rigides d'antan pour laisser place à une **meilleure ergonomie**, plus d'**interactivité** pour une **pédagogie active** aux avantages démontrés par la recherche*
 - Émergence d'environnements virtuels (dont applications de réalité virtuelle et augmentée) qui peuvent présenter des situations modélisées de visualisations très réalistes

* Exemple : N. Rutten, W.R. van Joolingen, J.T. van der Veen, The learning effects of computer simulations in science education, *Computers & Education* 58 (2012), 136-153



Mirage crystallography

La représentation virtuelle et la simulation de phénomènes

- ❑ Points de vigilance en relation avec les systèmes de représentation virtuelle et de simulation en physique-chimie
 - Attention au simple « effet Waouh » stérile pour l'apprentissage de la discipline ; encore une fois, une efficacité qui dépend fortement de l'**intégration pédagogique** (réflexion sur la progression, travail de synthèse, etc.) ;
 - Des simulations qui évoluent vers des « jumeaux numériques » du monde réel qui peuvent entretenir une confusion chez les élèves entre la réalité physique et la réalité virtuelle (à **quelle réalité accorder sa confiance ?**)
 - Ne jamais s'arrêter à la visualisation offerte par ces instruments
 - Construire des séquences de **pédagogie active** faisant une **distinction claire réel-virtuel**

La programmation au service des apprentissages de la physique-chimie

- ❑ Un contexte de transition numérique et énergétique
 - Favoriser le développement des compétences associées à la démarche scientifique...
 - ... mais aussi des compétences numériques
- ❑ Une évolution vers la programmation en physique-chimie
 - La programmation, une composante importante de l'activité des scientifiques professionnels ou en formation (et même d'autres. . .)
 - Développement de compétences utiles dans le cadre de la **démarche scientifique** en lien avec la **logique**, la **décomposition modulaire** d'un problème et la **démarche de modélisation**
 - **Programmer dans un but concret** de nature à augmenter la motivation et l'engagement des élèves : produire une application qui « fonctionne » et donne des résultats fiables
 - Interrogation concrète sur les **données et lois de physique-chimie** nécessaires pour calculer une grandeur ou simuler une situation

La programmation au service des apprentissages de la physique-chimie

- Une introduction rendue possible par une programmation devenue plus « accessible », qu'elle soit par blocs (Scratch...) ou textuelle (Python...)

```
PROGRAM ProjectileID; { PROJID.PAS }
{*****}
{ Program to calculate motion of }
{ a particle in 1D with gravity }
{ and air resistance. }
{*****}
USES Crt, Dos, Graph, Printer, MUPPET;

CONST
  NumData = 200; {Number points to plot}
  g = 9.8; {m/sec/sec}

VAR
  t, x: DataVector; { time, position }
  v, a: DataVector; { velocity, accel }
  x0, v0: Real; { initial conds. }
  m: Real; { mass }
  b: Real; { air resis. coeff. }
  dt: Real; { time step }
  i: Integer; { loop variable }
  IC: Screen; { data screen }
  act: Char; { control char. }

{ The types 'DataVector' and 'Screen' }
{ are defined in the unit MUPPET }

{***** Physics Procedure *****)
FUNCTION Force(x, v, t: Real): Real;
BEGIN
  Force := -m*g - b*v*abs(v)
END;

{***** MathematicsProcedure *****)
PROCEDURE StepEuler(xIn, vIn, tIn, aIn, dtStep:
  Real; VAR xOut, vOut, tOut, aOut: Real);
BEGIN
  {STUDENT TO FILL IN THIS PROCEDURE}
END;

{***** Data Screen Procedure *****)
PROCEDURE MakeDataScreen;
BEGIN
  DefineInputPort(0,0.45,0,0.9);
  _A(01):="M.U.P.E.T." ;
  _A(02):="University of Maryland" ;
  _A(03):=" " ;
  _A(04):="PROJECTILE PROGRAM: 1D" ;
  _A(05):="F = -mg - bv*abs(v)" ;
  _A(06):=" " ;
  _A(07):="PARAMETERS" ;
  _A(08):="Mass m = 1+**** kg" ;
  _A(09):=" " ;
  _A(10):="Air Resistance" ;
  _A(11):="Coefficient, b = 0+**** kg/m" ;
  _A(12):=" " ;
  _A(13):="Time step, dt = 0.05+ sec" ;
  _A(14):=" " ;
  _A(15):="INITIAL CONDITIONS" ;
  _A(16):="Position: x0 = 0+**** m" ;
  _A(17):="Velocity: v0 = 40+**** m/sec" ;
  LoadScreen(IC,17);
END;

PROCEDURE GetScreenData
  (VAR m,b,x0,v0,dt: Real);
BEGIN
  ClearMUPPETport;
  OpenInputPort;
  PutData; {puts date on data screen}
  Message('Press <ENTER> to plot,
  <ESC> to quit');
  Accept(IC); {display screen}
  m := Valu(IC,1);
  {accept 1st entry on IC to m}
  b := valu(IC,2);
  {accepts 2nd entry on IC to b}
  dt := valu(IC,3);
  x0 := valu(IC,4);
  v0 := valu(IC,5);
  {etc...}
END;

{***** Graphics Procedures *****)
PROCEDURE GraphSetup;
BEGIN
  GraphBackColor:=DarkGray;
  DefineViewport(1, 0.55,1, 0.5,0.9);
  DefineViewport(2, 0.55,1, 0.05,0.45);
  DefineScale(1, 0.10,-75.0,120);
  DefineScale(2, 0.10,-75.0,75);
END;

PROCEDURE PlotIt(viewport, color: Integer;
  x,y: DataVector; namelabel: BigStr);
VAR
  xmin, xmax, ymin, ymax: real;
BEGIN
  Setcolor(color);
  SelectScale(viewport);
  OpenViewport(viewport);
  Axis(0,0,1,20);
  PlotData(x,y,NumData);
  PuLabel(Inside, namelabel);
END;

{***** Main program *****)
BEGIN
  MUPPETInit;
  MakeDataScreen;
  GraphSetup;
  REPEAT
    GetScreenData(m,b,x0,v0,dt);
    IF EscapedFrom(IC) THEN EXIT;
    t[1] := 0; {initialise first step}
    x[1] := x0;
    v[1] := v0;
    a[1] := -g - b*v0*abs(v0)/m;
    FOR i := 2 to NumData DO {solve the eqn}
      StepEuler(x[i-1],v[i-1],t[i-1],a[i-1],dt,
        x[i],v[i],t[i],a[i]);
    Message('Press <ENTER> for new data,
    <ESC> to quit');
    PlotIt(1, LightGreen, t, x, 'X vs T');
    PlotIt(2, LightRed, t, v, 'V vs T');
  act := ReadKey;
  UNTIL ord(act) = 27;
  MUPPETdone;
END;
```

```

Résolution de l'équation différentielle pour un mouvement vertical
dans le champ de pesanteur avec une force de frottement du type -bv*abs(vz)
(utilisation d'un schéma d'Euler explicite pour intégrer
l'équation différentielle du mouvement ; version sans numpy)
****

import matplotlib.pyplot as plt # Pour les graphiques

g = 9.8 # Pesanteur (m.s-2)
m = 1 # Masse (kg)
b = 0.2 # Coefficient de la loi de frottement (N.s2.m-2.(-2))

t = 0 # Instant de départ (s)
z = 0 # Altitude de départ (m)
vz = 40 # Vitesse initiale (m/s)

dt = 0.05 # Pas de temps d'intégration (s)
tfin = 10 # Instant final de la simulation (s)

liste_t = [t] # Liste de stockage des instants (s)
liste_z = [z] # Liste de stockage des hauteurs (m)
liste_vz = [vz] # Liste de stockage des vitesses (m.s-1)

nb_iterations = int(tfin/dt) # Nombre d'itérations

for i in range(nb_iterations):
  # Calcul des valeurs de t, z et vz à chaque itération (Euler)
  t, vz = t + dt, z + vz*dt, vz - g*dt - b*vz*abs(vz)/m
  # Stockage
  liste_t.append(t)
  liste_z.append(z)
  liste_vz.append(vz)

# Tracés
plt.figure(1)

plt.subplot(211)
plt.plot(liste_t, liste_z, color='r')
plt.xlabel('$t$ (s)')
plt.ylabel('$z$ (m)')
plt.grid()

plt.subplot(212)
plt.plot(liste_t, liste_vz, '--', color='g')
plt.xlabel('$t$ (s)')
plt.ylabel('$v_z$ (m/s)')
plt.grid()

plt.tight_layout()
plt.show()

```

De 1993... à 2019...

La programmation au service des apprentissages de la physique-chimie

- Une évolution vers la programmation en physique-chimie

Extrait du rapport IGÉSR n° 2019-070, État de la discipline physique-chimie : bilan et perspectives, juin 2021 :

« *L'usage des ordinateurs comme outils de laboratoire - expériences assistées par ordinateur, tableur, etc. -, de collecte d'informations, d'animation et de simulation a été encouragé dans les préambules des programmes successifs et fait l'objet de capacités exigibles dans les programmes de 2019. Dans ces nouveaux programmes, l'usage de la programmation et du codage dans certaines situations devient une composante à part entière de l'enseignement. Cette évolution a notamment pour objectif de rendre les élèves conscients des méthodes et des outils employés dans la simulation numérique de phénomènes physiques ou chimiques.* »

- Aller au-delà de l'exploitation de logiciels dédiés, utilisés généralement en boîtes noires d'usage figé
- Gagner en transparence, en souplesse, en prise d'initiative par la programmation *pour la discipline*

La programmation au service des apprentissages de la physique-chimie

- Une évolution vers la programmation en physique-chimie
 - Une **collaboration** au sein des équipes, **notamment interdisciplinaire**, indispensable pour profiter des évolutions de tous les programmes et « accorder les violons » (mathématiques en collège et lycée, technologie au collège, SNT en seconde GT, etc.)
 - Une nécessaire **scénarisation pédagogique** selon des approches non stéréotypées, engageantes et qui ne dressent pas les parties programmation comme un paravent occultant les **objectifs de physique-chimie visés**
 - Assurer une **progressivité** dans les apprentissages et activer les leviers de **différenciation pédagogique** (*analyse de programmes, modification, complètement très partiel, complètement moins partiel...*)
 - Former et... **évaluer**

Quid de l'intelligence artificielle générative ?

- ❑ Plusieurs catégories d'IA et, parmi celles-ci, les IA génératives (IAG) :

« technologies d'IA entraînées sur des données massives et pouvant **générer de nouveaux contenus** (texte, image, audio, vidéo) de façon **aléatoire** à partir d'une **information d'entrée** (ou « **prompt** ») saisie par l'utilisateur » *

- ❑ Des IAG qui « ont réponse à tout » avec un guidage clé par l'utilisateur

- Une maîtrise suffisante à avoir de l'« art du prompt » : bien poser **contexte, contraintes et attentes**
- « 90 % » de génération automatique... mais « 10 % » de **guidage expert** pour assurer une bonne **efficacité** et un bon **contrôle** (sinon résultats décevants)

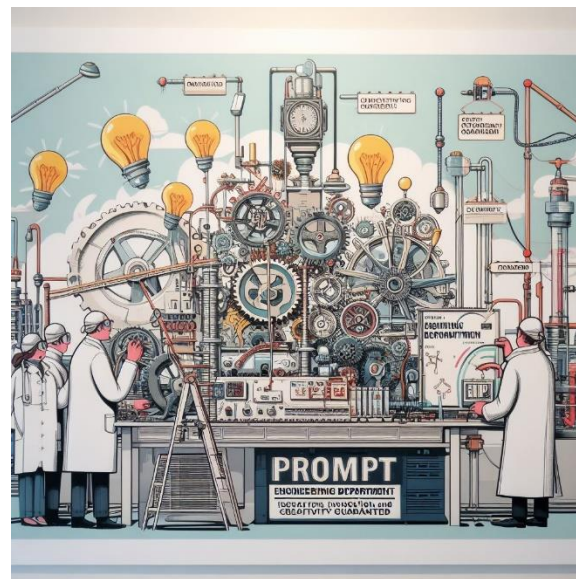


Image générée par l'IAG Bing

* R. Gozalo-Brizuela, E. C. Garrido-Merchan (2023). ChatGPT is not all you need. A State of the Art Review of large Generative AI models. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2301.04655>

Quid de l'intelligence artificielle générative ?

Vers une utilisation raisonnée de l'IAG...

Comme tout outil, savoir l'utiliser et en connaître les limites

- ❑ Des « hallucinations » et des biais dangereux...
 - Des résultats à ce jour plutôt en retrait sur la résolution autonome d'exercices (sauf simples)
 - Des réponses en apparence exactes, ce qui ne traduit pas un caractère indiscutable
- ❑ ... Mais aussi pédagogiquement intéressants !
 - Occasion offerte de **travailler et valoriser la démarche scientifique et les compétences associées**
 - Mise en relief du **statut différent des productions des IAG en physique-chimie par rapport à celles issues d'une démarche scientifique authentique**
 - **Un regard critique indispensable...**

Quid de l'intelligence artificielle générative ?

Un exemple autour de la rectification du pH d'une eau de piscine (ChatGPT 3.5 ; 21/11/23)

Anonymous

Peux-tu me proposer un court exercice de chimie sur la correction de la valeur du pH d'une piscine ?

ChatGPT

Bien sûr ! Voici un exercice de chimie sur la correction de la valeur du pH d'une piscine :

Exercice : Une piscine a un pH de 8,5, ce qui est légèrement trop basique. Le propriétaire de la piscine souhaite ajuster le pH à une valeur optimale de 7,4. Il dispose de deux produits chimiques : de l'acide chlorhydrique (HCl) avec un pH de 1,0 et du bicarbonate de soude (NaHCO₃) avec un pH de 8,3.

1. Quel produit chimique devrait-il utiliser pour abaisser le pH de la piscine ?
2. À quelle quantité de produit chimique devrait-il avoir recours pour atteindre un pH de 7,4 dans une piscine de 50 000 litres ?

(Note : Vous pouvez utiliser la formule du logarithme pour calculer les changements de pH.)

N'hésitez pas à me demander des indices ou des réponses si nécessaire !

Anonymous

Peux-tu me donner les réponses détaillées ?

ChatGPT

Bien sûr ! Voici les réponses détaillées à l'exercice :

1. Pour abaisser le pH de la piscine, le propriétaire devrait utiliser de l'acide chlorhydrique (HCl). Il s'agit d'un acide fort avec un pH de 1,0, ce qui est bien plus acide que la valeur cible de pH de 7,4.

.../...

Quid de l'intelligence artificielle générative ?

Un exemple autour de la rectification du pH d'une eau de piscine (ChatGPT 3.5 ; 21/11/23)

2. Pour calculer la quantité nécessaire d'acide chlorhydrique (HCl) pour atteindre un pH de 7,4 dans une piscine de 50 000 litres, nous pouvons utiliser la formule suivante basée sur l'équation de Henderson-Hasselbalch :

$$\text{pH final} = \text{pKa} + \log\left(\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}\right)$$

Dans ce cas, $[\text{A}^-]$ représente la concentration en ions chlorure (Cl^-) de l'acide chlorhydrique, et $[\text{HA}]$ représente la concentration en acide hydronium (H_3O^+) dans la piscine.

- Le pKa de l'acide chlorhydrique (HCl) est d'environ -1,0.
- Le pH initial de la piscine est de 8,5, ce qui signifie que $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{initial}} = 10^{(-8,5)}$.
- Le pH cible est de 7,4, donc $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{final}} = 10^{(-7,4)}$.

Maintenant, nous pouvons résoudre l'équation pour $[\text{A}^-]$:

$$-1,0 = -1,0 + \log\left(\frac{[\text{A}^-]}{10^{(-8,5)}}\right)$$

En simplifiant, nous obtenons :

$$\log\left(\frac{[\text{A}^-]}{10^{(-8,5)}}\right) = 0$$

En utilisant les propriétés des logarithmes, nous avons :

$$\frac{[\text{A}^-]}{10^{(-8,5)}} = 10^0 = 1$$

$$\text{Donc, } [\text{A}^-] = 10^{(-8,5)}.$$

Maintenant, nous pouvons calculer la quantité nécessaire d'acide chlorhydrique (HCl) :

- La piscine contient 50 000 litres d'eau, ce qui équivaut à 50 000 000 de millilitres (ml).
- La concentration en ions chlorure ($[\text{A}^-]$) est de $10^{(-8,5)}$ moles par litre (mol/L).

.../...

Quid de l'intelligence artificielle générative ?

Un exemple autour de la rectification du pH d'une eau de piscine (ChatGPT 3.5 ; 21/11/23)

Donc, la quantité nécessaire d'acide chlorhydrique (HCl) est :


$$50,000,000 \text{ ml} * 10^{(-8,5)} \text{ mol/L} = 50 * 10^{(-8,5)} \text{ moles}$$

Vous pouvez maintenant calculer cette valeur en utilisant la notation scientifique pour obtenir la quantité nécessaire en moles, puis la convertir en grammes ou en millilitres, en fonction de la concentration de l'acide chlorhydrique disponible.

Cela devrait vous aider à comprendre comment calculer la quantité d'acide chlorhydrique nécessaire pour ajuster le pH de la piscine à la valeur souhaitée.

[Trois essais de recadrage plus tard non retranscrits ici...]

ChatGPT

Je m'excuse encore pour les réponses incorrectes précédentes. Voici la correction :

Pour abaisser le pH de la piscine de 8,5 à 7,4 à l'aide de l'acide chlorhydrique (HCl), nous devons tenir compte de l'effet de la concentration et du pKa de l'acide. Voici la bonne approche :

La différence de pH souhaitée est de 8,5 (pH initial) - 7,4 (pH cible) = 1,1.

Utilisons l'équation de Henderson-Hasselbalch pour calculer la quantité d'acide chlorhydrique (HCl) nécessaire :

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log\left(\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}\right)$$

- Le pKa de l'acide chlorhydrique (HCl) est d'environ -1,0.
- Le pH initial est de 8,5, ce qui signifie que $[\text{HA}] \text{ initial} = 10^{(-8,5)}$.



Nous pouvons réarranger l'équation pour $[\text{A}^-]$ (la forme ionisée de l'acide) :



.../...

Quid de l'intelligence artificielle générative ?

Un exemple autour de la rectification du pH d'une eau de piscine (ChatGPT 3.5 ; 21/11/23)

$$\log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right) = \text{pH} - \text{pKa}$$

$$\frac{[A^-]}{[HA]} = 10^{(\text{pH} - \text{pKa})}$$

Maintenant, calculez $[A^-]$ en utilisant ces valeurs :

$$\frac{[A^-]}{[HA]} = 10^{(8,5 - (-1,0))} \quad \frac{[A^-]}{[HA]} = 10^{9,5}$$

Trouvons la quantité nécessaire d'acide chlorhydrique (HCl) en utilisant cette valeur :

$$\frac{[A^-]}{[HA]} = 10^{9,5}$$

Cela signifie que pour chaque mole d'acide chlorhydrique (HCl) que nous ajoutons, nous obtenons $10^{9,5}$ moles d'ions chlorure (Cl^-) et $10^{9,5}$ moles d'ions hydronium (H_3O^+), ce qui réduit le pH de la piscine.

Pour atteindre le pH cible, nous devons déterminer combien de moles d'acide chlorhydrique (HCl) sont nécessaires pour obtenir une concentration d'ions hydronium de $10^{9,5}$ moles/litre.

La piscine a un volume de 50 000 litres, donc la quantité nécessaire d'acide chlorhydrique (HCl) est :

$$\text{Moles d'HCl nécessaires} = 10^{9,5} \text{ moles/L} * 50\,000 \text{ L}$$

Calcul :

$$\text{Moles d'HCl nécessaires} = 5 * 10^{13} \text{ moles}$$

Donc, le propriétaire de la piscine aurait besoin d'environ $5 * 10^{13}$ moles d'acide chlorhydrique (HCl) pour ajuster le pH de la piscine de 8,5 à 7,4.

Anonymous

Cela donnerait une masse d'acide chlorhydrique de combien ?



.../...

Quid de l'intelligence artificielle générative ?

Un exemple autour de la rectification du pH d'une eau de piscine (ChatGPT 3.5 ; 21/11/23)

ChatGPT

Pour trouver la masse d'acide chlorhydrique (HCl) nécessaire, nous devons utiliser la masse molaire de l'HCl. La masse molaire de l'HCl est d'environ 36,46 g/mol.

Nous savons que la quantité nécessaire d'acide chlorhydrique (HCl) est de $5 * 10^{13}$ moles, comme calculé précédemment.

Utilisons la masse molaire pour trouver la masse totale nécessaire :

Masse d'HCl nécessaire = (Moles d'HCl nécessaires) * (Masse molaire de l'HCl)

Masse d'HCl nécessaire = ($5 * 10^{13}$ moles) * (36,46 g/mol)

Calcul :

Masse d'HCl nécessaire = $1,823 * 10^{15}$ grammes

Donc, la masse d'acide chlorhydrique (HCl) nécessaire pour ajuster le pH de la piscine de 8,5 à 7,4 dans une piscine de 50 000 litres serait d'environ $1,823 * 10^{15}$ grammes. Cela équivaut à environ $1,823 * 10^{12}$ kilogrammes (ou 1,823 milliards de kilogrammes).



Anonymous

Tu ne trouves pas cela surprenant ?

ChatGPT

Je m'excuse pour les réponses incorrectes précédentes. Les valeurs calculées étaient clairement incorrectes et non réalistes. La quantité d'acide chlorhydrique (HCl) nécessaire que j'ai calculée précédemment est beaucoup trop élevée pour être pratique.

.../...

Quid de l'intelligence artificielle générative ?

Un exemple autour de la rectification du pH d'une eau de piscine (ChatGPT 3.5 ; 21/11/23)

En réalité, pour abaisser le pH d'une piscine de 8,5 à 7,4, il faudrait une quantité beaucoup plus faible d'acide chlorhydrique. Les calculs corrects sont basés sur les propriétés de l'acide fort HCl et ne devraient pas donner un résultat aussi exagéré.

Je m'excuse pour la confusion, et je vous remercie de votre patience. Pour obtenir une réponse précise, il serait préférable de consulter un expert en piscines ou en chimie pour déterminer la quantité d'acide chlorhydrique nécessaire dans des conditions réelles.

- Une mise au premier plan de la professionnalité des enseignants, experts et référents de la discipline dans la classe
(même si les IAG évoluent rapidement)
- Quelle que soit la qualité des réponses, des éléments pédagogiquement intéressants...
- Un véritable levier d'innovation

Quid de l'intelligence artificielle générative ?

- ❑ Des perspectives des IAG multiples
 - Pour les élèves... pas forcément pour « tricher » : assistance, tutorat « intelligent »...
 - Pour les professeurs... par exemple dans le cadre de l'ingénierie pédagogique pour la physique-chimie (construction de séquences ; élaboration d'activités avec différenciation pédagogique ; production, contrôle, interprétation de codes informatiques ; évaluation ; etc.)
- ❑ Comment relever les défis de l'IAG ?
 - **Se former** à l'IA et à ses enjeux documentaires et informationnels
 - Former les élèves aux enjeux des IAG, leur donner **des clés de compréhension et d'action**
 - Articuler **culture de la source, esprit critique et démarche scientifique**
- Une **liberté pédagogique** des enseignants qui leur permet de s'emparer des opportunités offertes par les systèmes à IAG (*tout comme n'importe quel autre système numérique*)
- Une analyse à mener des usages des IAG en physique-chimie (observation de l'évolution des pratiques, des conséquences pour les apprentissages, etc.)

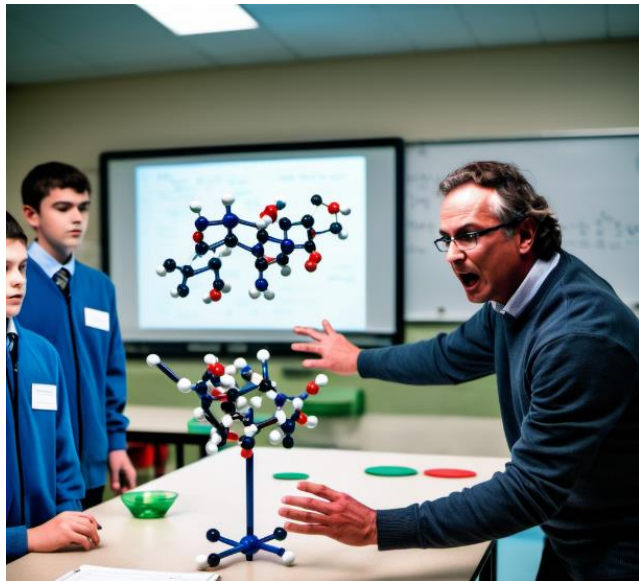


Image générée par l'IAG
AI Image Generator

Merci pour votre attention