

1/ REMARQUES GÉNÉRALES

1.1 – PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet portait sur la carbonatation du béton, un phénomène physico-chimique courant dans les ouvrages en béton armé. Il se décomposait en trois parties cohérentes et progressives.

- La première partie portait sur l'acidification du milieu liée à la dissolution du dioxyde de carbone, avec une modélisation chimique des équilibres en solution et le calcul du pH. Une résolution numérique à l'aide de la méthode de Newton permettait de déterminer la concentration en ions hydroxyde.
- La deuxième partie traitait de la propagation du front de carbonatation dans le béton, modélisée par une équation de transport. Les candidats devaient discrétiser cette équation et la résoudre numériquement avec des outils simples de programmation.
- Enfin, la troisième partie abordait l'oxydation des armatures métalliques, à l'aide de réactions d'oxydo-réduction, d'un diagramme de Pourbaix, et d'un traitement d'image pour visualiser l'état de corrosion des armatures.

1.2 – PROBLÈMES CONSTATÉS PAR LES CORRECTEURS

Plusieurs difficultés ont été constatées de façon transversale dans les copies :

- Les justifications sont souvent absentes ou trop brèves, notamment dans les questions de type « montrer que... », dans lesquelles les candidats se contentent trop souvent de proposer un résultat sans démonstration.
- Les applications numériques posent régulièrement problèmes : erreurs de puissance de dix, absence d'unité, confusion entre pH et concentration ou erreurs de conversion.
- Les équations chimiques sont parfois mal rédigées, avec des réactions écrites en milieu acide alors que le contexte impose un milieu basique.
- En informatique, les erreurs sont fréquentes : syntaxe incorrecte (« / » mal utilisé, oubli du « * », confusion entre crochets et parenthèses), difficulté à gérer les tableaux à deux dimensions avec numpy, oubli des conditions d'arrêt ou de l'initialisation dans les boucles while.

Enfin, le manque de rigueur mathématique est notable, notamment dans les expressions des développements limités, pour lesquels les termes d'ordre supérieur sont souvent oubliés ou mal formulés.

Il est important de souligner l'importance de la justification et des détails lors de la rédaction des réponses aux questions. En effet, de nombreux candidats perdent une partie des points par lacunes de rédaction. Cette remarque est valable quelle que soit la discipline : physique, chimie ou informatique.

De même, lors des applications numériques, il est vivement conseillé de présenter l'expression analytique permettant de calculer la valeur, d'expliquer les valeurs des données prises et de justifier les conversions d'unités.

1.3 – SOIN APPORTÉ À LA RÉDACTION

Le soin apporté aux copies reste très variable. De nombreux candidats présentent :

- des copies brouillonnes, parfois avec des ratures superposées ou des réponses réécrites sans suppression des précédentes,
- des numérotations incohérentes ou absentes, compliquant le travail de correction,
- des copies écrites en bleu pâle, peu lisibles à l'écran.

Il est vivement recommandé aux candidats d'utiliser un stylo noir pour garantir la lisibilité des copies numérisées, d'encadrer les résultats, de sauter des lignes entre les questions, et de bien identifier les parties traitées.

1.4 – RÉDACTION DES RÉPONSES

Les réponses manquent trop souvent de structure et de justifications claires. Il est essentiel que les candidats :

- présentent une expression littérale complète avant de faire un calcul numérique,
- explicitent les valeurs numériques utilisées, leurs unités, et les conversions éventuelles,
- vérifient l'homogénéité des expressions (tant au niveau des unités que des dimensions vectorielles ou scalaires),
- respectent la syntaxe Python, et veillent à l'indentation, l'appel correct des fonctions, et la gestion des indices dans les tableaux.

2/ REMARQUES SPÉCIFIQUES

Partie I – Acidification du milieu

Question 1. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 2. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 3. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 4. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 5. De nombreuses erreurs proviennent d'une mauvaise interprétation du milieu réactionnel (acide au lieu de basique), impactant les questions ultérieures.

Question 6. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 7. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 8. Les réactions et/ou constantes d'équilibre ne sont pas écrites dans le bon sens.

Question 9. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 10. On note des confusions entre constante de solubilité et constante d'équilibre.

Question 11. L'application numérique est souvent incorrecte, notamment par oubli d'unités ou de signes dans les conversions.

Question 12. Bien que les expressions soient souvent justes, les conclusions sont parfois inversées ou non justifiées.

Question 13. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 14. Les encadrements de $[\text{OH}^-]$ sont parfois irréalistes. Des confusions subsistent entre $[\text{OH}^-]$, pOH et pH . Des erreurs apparaissent dans le lien entre $[\text{OH}^-]$ et le pH . Peu de candidats traduisent leur raisonnement en code.

Question 15. L'oubli du signe « - » est récurrent dans l'expression de la dérivée de f.

Question 16. Souvent mal traitée, notamment en ce qui concerne l'initialisation de la méthode de Newton et la condition d'arrêt.

Question 17. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 18. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Partie II – Propagation du front de carbonatation

Question 19. Des erreurs d'homogénéité (vecteur vs scalaire) sont fréquentes.

Question 20. La réponse est souvent une paraphrase de l'énoncé, sans recul ni explication.

Question 21. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 22. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 23. Les justifications sont souvent incomplètes : rares sont ceux qui comparent convenablement les régimes transitoires.

Question 24. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 25. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 26. Des erreurs récurrentes dans l'utilisation de np.zeros, avec des inversions de lignes et colonnes.

Question 27. Les conditions initiales et aux limites sont mal formulées et le code est souvent incorrect.

Question 28. Oubli fréquent du -1 dans les formules ; confusion sur les poteaux.

Question 29. Les développements limités sont souvent faux ou incomplètement justifiés.

Question 30. Les développements limités sont souvent faux ou incomplètement justifiés.

Question 31. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 32. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 33. Des erreurs d'indices apparaissent régulièrement.

Question 34. Mauvaise interprétation des tests dans le code ; le tableau Res est mal initialisé.

Question 35. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 36. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Partie III – Oxydation des armatures

Question 37. La demi-équation redox de la réduction de l'oxygène est souvent incorrecte.

Question 38. Le diagramme de Pourbaix est souvent juste, mais rarement commenté ou justifié.

Question 39. Cette question a été bien abordée dans l'ensemble.

Question 40. Des erreurs apparaissent dans les masses utilisées ou dans le raisonnement géométrique (inversions de volumes).

Question 41. Confusion fréquente entre la différence des rayons au carré et le carré de la différence des rayons.

Question 42. Cette question a été mal traitée dans l'ensemble ; peu de candidats comprennent les arguments de range.

Question 43. Le calcul de distance euclidienne est souvent incorrect.

Question 44. Cette question a été rarement abordée de façon pertinente.

Question 45. Lorsqu'elle est traitée, cette question a souvent donné lieu à des propositions correctes de programme.

3/ CONCLUSION

Les correcteurs ont relevé plusieurs points préoccupants : un manque général de rigueur dans les justifications, des erreurs fréquentes en Python (malgré un guidage explicite) et une rédaction souvent négligée, tant sur le fond que sur la forme. Ces défauts limitent la valorisation des raisonnements corrects et pénalisent parfois injustement des copies prometteuses.

Il est donc vivement conseillé aux futurs candidats de veiller :

- à la clarté et à la structure de leurs raisonnements,
- à l'exactitude de leurs notations et de leurs unités,
- à la maîtrise des bases de la programmation scientifique.