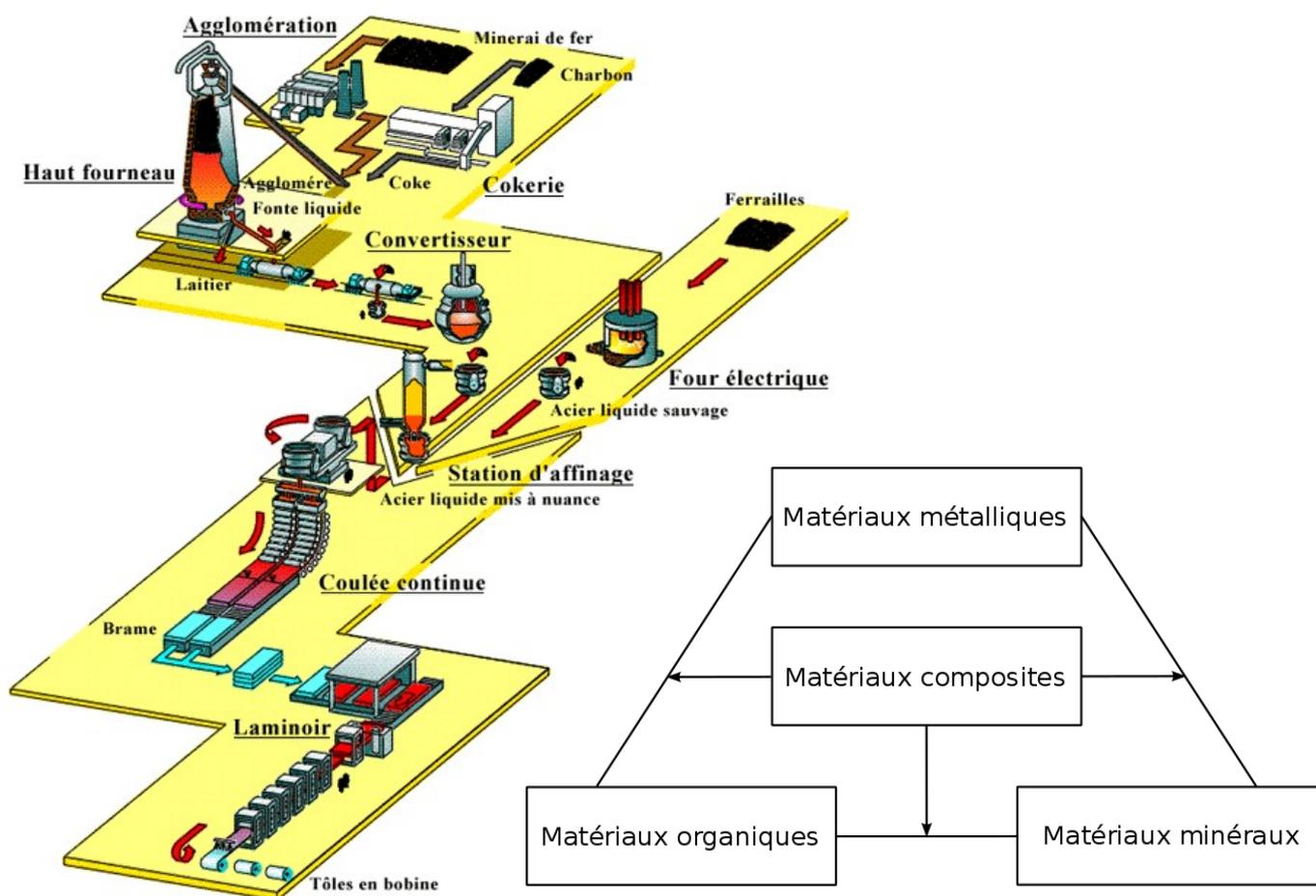


## Travaux dirigés sur le module C1

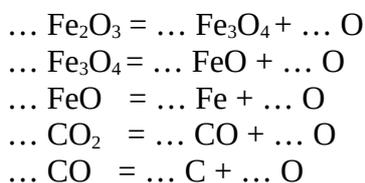


Données :  $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $M(Fe) = 56 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ , point de fusion du fer  $1538^\circ\text{C}$ , numéro atomique du fer : 26, numéro atomique du carbone : 6, numéro atomique de l'hydrogène : 1, numéro atomique de l'oxygène : 8, formule statistique de quelques oxydes de fer :  $Fe_3O_4$  (magnétite),  $Fe_2O_3$  (hématite ou oxyde ferrique),  $FeO$  (oxyde ferreux)

1. Dire ce que l'on trouve dans du minerai de fer.
2. On donne la formule statistique de quelques oxydes de fer dans les données. Donner le nom de l'autre type de formule que l'on met toujours en corrélation avec la formule statistique. Donner cette formule pour l'oxyde ferreux, l'oxyde ferrique et la magnétite sachant que le fer peut prendre les degrés d'oxydation 0 (Fe), 2 ( $Fe^{2+}$ ) et 3 ( $Fe^{3+}$ ).
3. Dire si le solide correspondant est atomique, ionique ou moléculaire et justifier la réponse.
4. Préciser l'utilité de la formule statistique.
5. Donner les trois grandes classes de matériaux ainsi que leurs propriétés respectives.
6. Dire à quelle classe de matériaux appartient le minerai de fer.
7. Dire à quelle classe de matériaux appartiennent le fer et l'acier et donner leurs propriétés physiques.
8. Donner la différence entre fer et acier.
9. Dans le document, on voit « charbon » et « coke ». Dire ce qu'ils contiennent principalement. Donner leur différence et dire à quelle classe de matériaux ils appartiennent.
10. Donner l'utilité du « haut-fourneau ». Préciser ce qui rentre et ce qui sort du haut-fourneau. Dire quel type de réaction se produit à l'intérieur.

11. Donner l'utilité du « convertisseur ». Préciser ce qui rentre et ce qui sort du convertisseur.
12. Dire si à l'entrée et à la sortie du convertisseur, le métal est un alliage ou non en donnant la définition du mot alliage et en précisant sa composition dans le cas d'une réponse affirmative.
13. Donner une autre méthode que le haut-fourneau pour obtenir de l'acier. Donner son intérêt.
14. En oxydoréduction par voie sèche (mais c'est valable également en oxydoréduction par voie humide), on définit une oxydation comme étant une réaction consistant à « prendre » des électrons et une réduction comme étant une réaction consistant à « donner » des électrons. De la même manière, en oxydoréduction par voie sèche uniquement, on appelle un réducteur une espèce chimique susceptible de « prendre » des atomes d'oxygène et oxydant une espèce chimique susceptible de « donner » des atomes d'oxygène.  
À l'aide de cette définition, dire ce qu'est le carbone C, le fer Fe, l'hématite  $Fe_2O_3$ , le dioxyde de carbone  $CO_2$ .

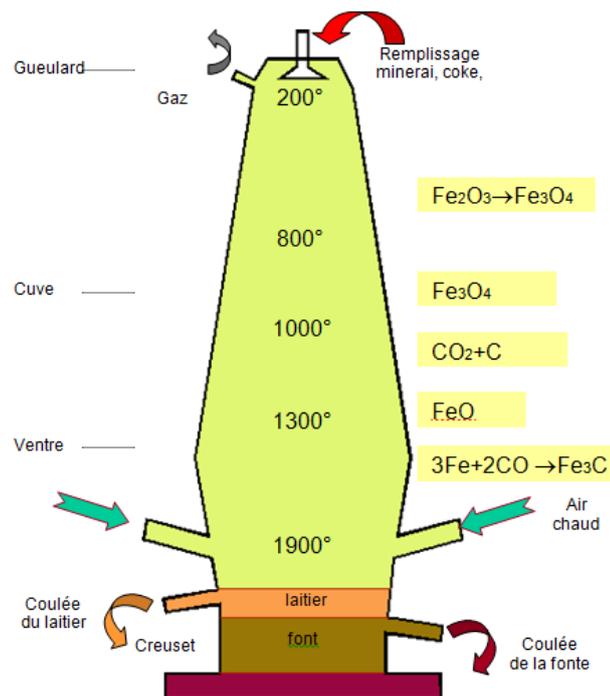
15. Avec cette définition, on peut écrire la demi-équation formelle « oxydant = réducteur + nO » pour le couple noté avec une barre oblique « oxydant / réducteur ».  
On donne les demi-équations formelles suivantes que vous devrez équilibrer et dont vous direz à quel couple « oxydant / réducteur » cela correspond :



16. On donne les équations suivantes correspondant aux différentes étapes qui se déroulent dans la cuve (en haut) puis le ventre (en bas) du haut-fourneau à différentes températures (qui augmente au fur et à mesure qu'on descend). Équilibrer ces équations et préciser quel réactif est l'oxydant et quel réactif est le réducteur et quels sont les couples oxydant/réducteur qui sont mis en jeu lors de cette équation.

- A - ...  $Fe_2O_3 + \dots CO \rightarrow \dots Fe_3O_4 + \dots CO_2$  (700°C)  
 B - ...  $Fe_3O_4 + \dots CO \rightarrow \dots FeO + \dots CO_2$  (1000°C)  
 C - ...  $FeO + \dots CO \rightarrow \dots Fe + \dots CO_2$  (1300°C)  
 D - ...  $Fe + \dots CO \rightarrow \dots Fe_3C + \dots CO_2$  (1500°C)  
 E - ...  $CO_2 + \dots C \rightarrow \dots CO$  (1000°C)

- A : Transformation de l'hématite en magnétite ;  
 B : Transformation de la magnétite en oxyde ferreux ;  
 C : Transformation de l'oxyde ferreux en fer ;  
 D : Transformation du fer en cémentite (fonte) ;    E : Formation de monoxyde de carbone.



17. En oxydoréduction par voie sèche uniquement, on définit une **oxydoréduction** comme un échange d'un ou plusieurs atomes d'oxygène.
- Une **oxydation** est une réaction consistant à **recevoir un ou plusieurs atomes d'oxygène O** ;
  - une **réduction** est une réaction consistant à **céder un ou plusieurs atomes d'oxygène O** ;
  - un **oxydant** est une **espèce chimique susceptible de « donner » un ou plusieurs atomes d'oxygène**.
  - un **réducteur** est une espèce chimique **susceptible de prendre un ou plusieurs atomes d'oxygène O** ;

Avec ces définitions, on peut écrire la demi-équation d'échange d'oxygène (formelle, dans le sens où elle ne se fait pas toute seule et s'écrit dans les deux sens d'où le signe égal) : « **oxydant = réducteur + n·O** » permettant de définir le couple « **oxydant / réducteur** », avec une barre oblique entre les deux, défini par cette demi-équation formelle.

À l'aide de cette définition, en voie sèche, dire ce qu'est le fer Fe puis l'hématite Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dans laquelle on trouve l'ion fer III ou ion ferrique Fe<sup>3+</sup> (car Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 2·Fe<sup>3+</sup> + 3·O<sup>2-</sup>). Justifier.

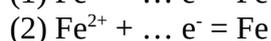
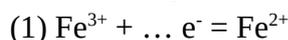
18. Dans le cas le plus général, valable aussi bien en voie humide qu'en voie sèche, on définit une **oxydoréduction** comme un **échange d'un ou plusieurs électrons**.

- Une **oxydation** est une réaction consistant à **céder un ou plusieurs électrons e<sup>-</sup>** ;
- une **réduction** est une réaction consistant à **recevoir un ou plusieurs électrons e<sup>-</sup>** ;
- un **réducteur** est une espèce chimique **susceptible de donner un ou plusieurs électrons e<sup>-</sup>** ;
- Un **oxydant** est une espèce chimique **susceptible de prendre un ou plusieurs électrons e<sup>-</sup>**.

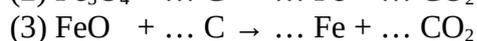
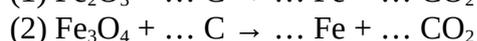
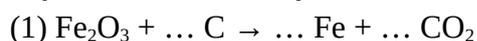
Avec ces définitions, on peut écrire la demi-équation d'échange électronique (formelle, dans le sens où elle ne se fait pas toute seule et s'écrit dans les deux sens d'où le signe égal) : « **oxydant + n·e<sup>-</sup> = réducteur** » permettant de définir le couple « **oxydant / réducteur** », avec une barre oblique entre les deux, défini par cette demi-équation électronique formelle.

On demande si l'ion fer III ou ion ferrique de formule Fe<sup>3+</sup> est un oxydant ou un réducteur, même chose pour l'ion fer II ou ion ferreux de formule Fe<sup>2+</sup> et même chose pour le fer de formule Fe.

Pour cela, on donne les deux demi-équations électroniques formelles suivantes à compléter dont vous devrez préciser à quel couple « oxydant / réducteur » cela correspond :



19. Compléter les équations bilan formelles suivantes (comprenant plusieurs étapes mais que l'on résume en une seule et unique équation simplificatrice en considérant la fonte complètement débarrassée de son carbone, ce qui est impossible en réalité) qui ont lieu dans le haut fourneau à haute température (vous avez le droit d'utiliser des fractions pour les coefficients stœchiométriques demi-entiers). Préciser quel réactif correspond à l' « oxydant », quel réactif correspond au « réducteur » en le justifiant de deux manières différentes avec une demi-équation d'échange d'oxygène et une demi-équation d'échange électronique. Préciser si l'oxyde de fer est oxydé ou réduit, en le justifiant de deux manières différentes et en précisant comment.



20. On veut transformer une tonne d'hématite Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (oxyde ferrique) en fer Fe, ce qui correspond à l'équation bilan (1) de la question 19. Calculer la masse de fer ainsi que la masse de dioxyde de carbone formés. Calculer la masse de carbone nécessaire. Dire si la loi de Lavoisier est vérifiée en expliquant cette loi.

21. Même question pour une tonne de magnétite Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> correspondant à l'équation bilan (2) de la question 19.

22. Même question pour une tonne d'oxyde ferreux FeO correspondant à l'équation bilan (3) de la question 19.

23. À partir des données, dire combien il y a de protons et de neutrons dans le noyau et combien d'électrons dans le nuage électronique de Fe (atome de fer), Fe<sup>2+</sup> (ion fer II ou ion ferreux), Fe<sup>3+</sup> (ion fer III ou ion ferrique). Rappeler où on trouve les protons, les neutrons et les électrons ainsi que leur charge respective. Donner la représentation symbolique du nucléide correspondant.

24. Dire quel(s) problème(s) peut poser la métallurgie (appelée sidérurgie dans le cas du fer). Préciser si on peut s'en passer ou non et pourquoi.

25. Préciser le rôle de la métallurgie dans le bâtiment et les travaux publics.