

Travaux dirigés de révisions sur le module C3

La pierre est d'abord réduite à une grosseur de 125mm puis à 65mm pour ensuite être emmagasinée

Illustration A

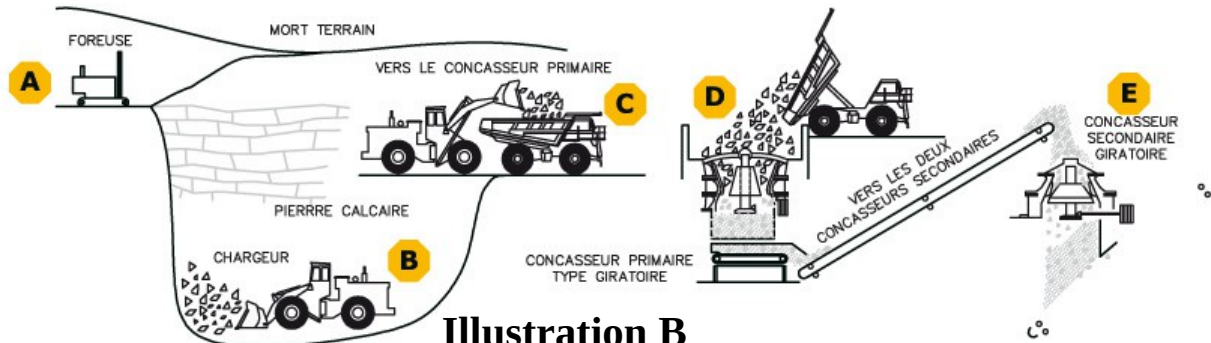


Illustration B

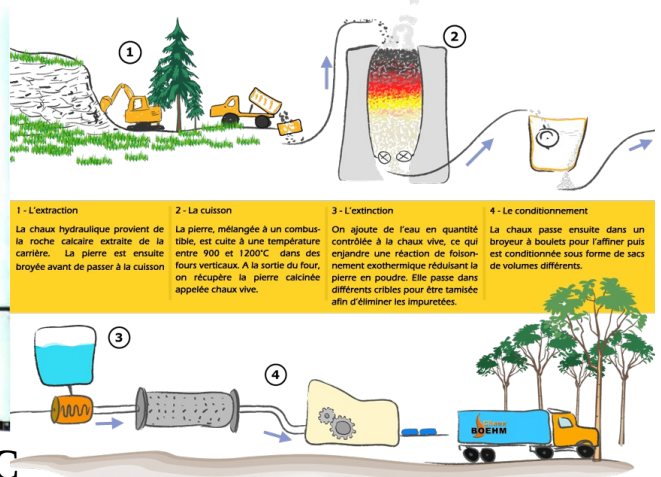
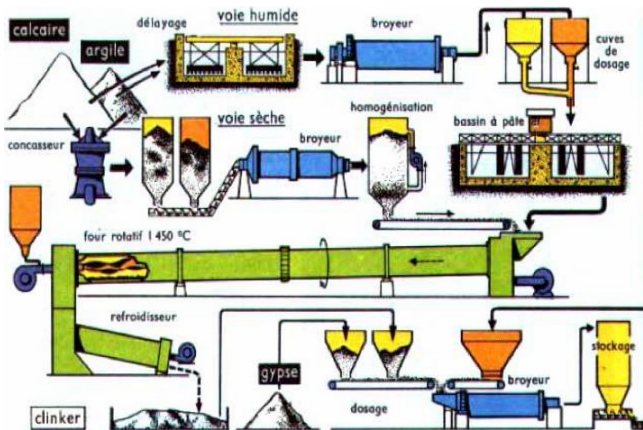
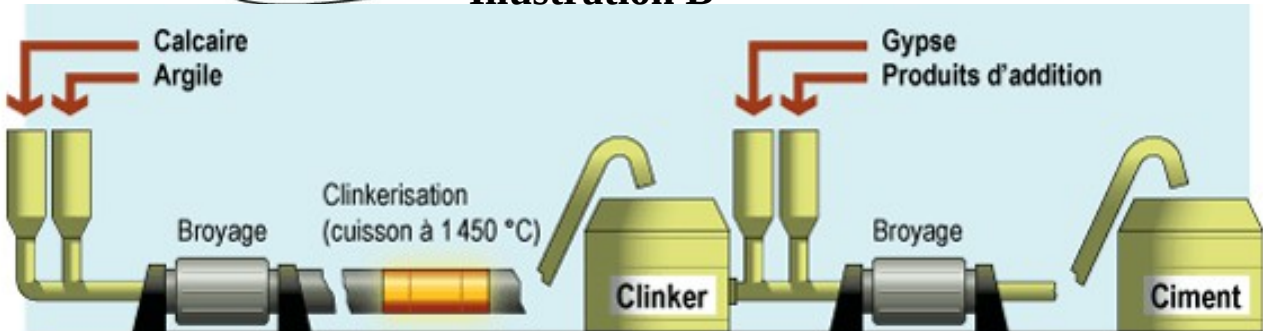


Illustration C

Illustration D

Données : CaO , CaCO_3 , Ca(OH)_2 , CaSO_4 , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Ca^{2+} , CO_3^{2-} , SiO_4^{4-} , Al^{3+} , Fe^{3+} , O^{2-} , OH^- , SO_4^{2-} , $M(\text{Ca})=40,1 \text{ g.mol}^{-1}$, $M(\text{C})=12 \text{ g.mol}^{-1}$, $M(\text{O})=16 \text{ g.mol}^{-1}$, $M(\text{H})=1 \text{ g.mol}^{-1}$, $M(\text{Si})=28,1 \text{ g.mol}^{-1}$, $M(\text{Al})=27 \text{ g.mol}^{-1}$, $M(\text{Ca})=40,1 \text{ g.mol}^{-1}$, $M(\text{Fe})=55,8 \text{ g.mol}^{-1}$

1. Donner la différence entre le ciment et la chaux.
2. Préciser parmi les cinq illustrations (A, B, C, D, E), la ou lesquelles correspondent au ciment et la ou lesquelles correspondent à la chaux (remarque : certaines illustrations peuvent concerner les deux).
3. À partir des illustrations faire un organigramme (mots encadrés et flèches) correspondant à la fabrication du ciment.

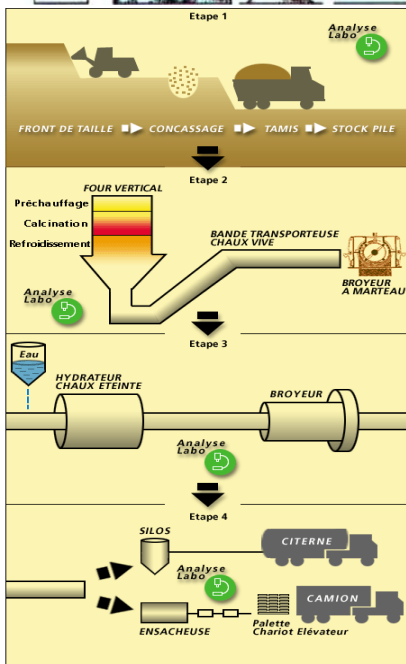


Illustration E

4. De même, faire un organigramme correspondant à la fabrication de la chaux éteinte.
5. Dire combien de types de chaux existent et les nommer. Donner quelques utilisations possibles de la chaux dans le bâtiment et les travaux publics.
6. Donner quelques utilisations possibles du ciment dans le bâtiment et les travaux publics.
7. Dire comment on obtient du béton.
8. Lorsque le béton n'est pas « armé », dire à quelle classe de matériaux il appartient et quelles sont ses propriétés physiques et mécaniques.
9. Dire comment on obtient du béton armé. Dire à quelle classe de matériaux il appartient et quelles sont ses propriétés physiques et mécaniques. Donner et expliquer les avantages du béton armé par rapport au béton non armé.
10. Dire comment on peut encore améliorer les caractéristiques mécaniques d'un béton armé. Préciser pour quel usage particulier.
11. À l'aide des données, en début du questionnaire, associer la formule chimique avec le nom de l'espèce chimique correspondant ainsi que la matière première utilisée dans le BTP dans laquelle on le trouve. Préciser ce qui, dans la liste, est un solide ionique, un solide moléculaire, un solide atomique, un anion (ion positif), un cation (ion négatif), monoatomique (formé à partir d'un seul atome) ou polyatomique (formé de plusieurs atomes).

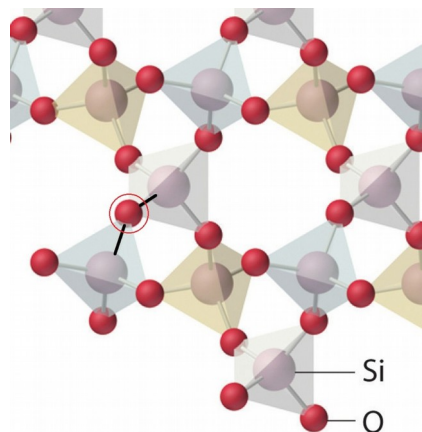


Illustration F : Arrangement des atomes de silicium Si et d'oxygène O liés par des liaisons covalentes dans SiO_2 (on rappelle que Si est tétravalent donc donne 4 liaisons et O est divalent donc donne 2 liaisons)

12. L'argile fait partie de la famille des aluminosilicates. C'est, pour simplifier, un solide ionique dans lequel on retrouve l'ion aluminium (cation) et l'ion silicate (anion). Ecrire la formule ionique correspondant à un tel solide ionique (qui ne contiendrait rien d'autre) ainsi que sa formule statistique.
13. Donner une utilisation possible de l'argile dans le bâtiment ainsi que le procédé de mise en œuvre correspondant.
14. Equilibrer quelques réactions concernant la chaux en précisant le nom de l'étape (carbonatation, décarbonatation, hydratation) :
 - A – $\text{CaCO}_3 \rightarrow \dots \text{CaO} + \dots \text{CO}_2$
 - B – $\text{CaO} + \dots \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots \text{Ca(OH)}_2$
 - C – $\text{Ca(OH)}_2 + \dots \text{CO}_2 \rightarrow \dots \text{CaCO}_3 + \dots \text{H}_2\text{O}$
 - D – $\text{CaCO}_3 + \dots \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots \text{Ca(OH)}_2 + \dots \text{CO}_2$

15. On veut transformer une tonne de calcaire en chaux éteinte. Calculer la masse d'eau à utiliser ainsi que la masse de chaux éteinte et la masse de dioxyde de carbone formée. Montrer, après l'avoir expliquée, que la loi de Lavoisier est vérifiée.
16. Dans un cru, on trouve principalement du carbonate de calcium (77 à 83%), de la silice (13 à 14 %), de l'alumine (2 à 4%) et de l'oxyde de fer III (hématite) (1,5 à 3%). Après sortie du four à 1450°C, le clinker est constitué de quatre principaux constituants formés par réaction chimique lors de la cuisson : le silicate bicalcique Ca_2SiO_4 ou C_2S en nomenclature cimentière (15 à 30%), le silicate tricalcique Ca_3SiO_5 ou C_3S (50 à 70%), l'aluminate tricalcique $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ ou C_3A (5 à 10%) et l'aluminoferrate tétracalcique $\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10}$ ou C_4AF (5 à 10%). En nomenclature cimentière, on rappelle que C correspond à CaO, S à SiO_2 , A à Al_2O_3 , F à Fe_2O_3 , H à H_2O , N à Na_2O et K à K_2O et qu'on ne s'occupe pas de O. Equilibrer les réactions suivantes qui se produisent lors de la cuisson et donner le nom de l'étape correspondante (décarbonatation, transition, cuisson)
- A – $\text{CaCO}_3 \rightarrow \dots \text{CaO} + \dots \text{CO}_2$ B – $\dots \text{CaO} + \dots \text{SiO}_2 \rightarrow \dots \text{Ca}_2\text{SiO}_4$ (C_2S)
- C – $\dots \text{CaO} + \dots \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \dots \text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ (C_3A) D – $\dots \text{CaO} + \dots \text{Ca}_2\text{SiO}_4 \rightarrow \dots \text{Ca}_3\text{SiO}_5$ (C_3S)
- E – $\dots \text{CaO} + \dots \text{Fe}_2\text{O}_3 + \dots \text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \rightarrow \dots \text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10}$ (C_4AF)
17. Le composant principal du ciment, le préféré des cimentiers, est le silicate tricalcique car il donne la meilleure qualité possible à cause de sa prise pas trop rapide (contrairement aux aluminates tricalciques et tétracalciques qui prennent trop rapidement). Lorsqu'on met de l'eau dans le ciment, il y a une réaction chimique (d'hydratation) appelée « prise du ciment » (transformation du mélange ciment eau en matériau minéral solide ou pierre artificielle) correspondant à l'équation chimique suivante qu'il va vous falloir équilibrer dans les deux nomenclatures :
- $\dots \text{Ca}_3\text{SiO}_5 + \dots \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7, 3 \text{H}_2\text{O} + \dots \text{Ca}(\text{OH})_2$ *Nomenclature chimique*
- $\dots \text{C}_3\text{S} \quad \dots \text{H} \rightarrow \text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3 + \dots \text{CH}$ *Nomenclature cimentière*
18. Faire la même chose avec le silicate bicalcique (C_2S), l'aluminate tricalcique (C_3A) et l'aluminoferrate tétracalcique (C_4AF) en équilibrant les réactions nomenclature cimentière pour les retranscrire en nomenclature chimique :
- $\dots \text{C}_2\text{S} + \dots \text{H} \rightarrow \text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3 + \dots \text{CH}$
- $\dots \text{C}_3\text{A} + \dots \text{H} \rightarrow \text{C}_3\text{AH}_6$
- $\dots \text{C}_4\text{AF} + \dots \text{H} \rightarrow \text{C}_4\text{AFH}_6$
19. Le pH basique du béton est dû à la formation de chaux éteinte (appelée portlandite par les cimentiers) lors de la prise du béton à cause de la libération d'ions OH^- (ions hydroxyde responsables de la basicité d'une solution aqueuse) dans l'eau. Quels sont les composants du ciment qui lui donnent ses propriétés basiques ?
20. Expliquer pourquoi on ajoute toujours un soupçon de gypse dans le ciment.
21. Le temps de prise est lié à la vitesse (ou cinétique chimique) des réactions d'hydratation des composés chimiques présents dans le ciment. On appelle « facteur cinétique » tout ce qui peut avoir une influence sur la cinétique chimique de la réaction chimique. Citer quelques facteurs cinétiques de la prise d'un béton ou d'un ciment.
22. On veut fabriquer une tonne de pierre artificielle ($\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$). Calculer la masse de silicate tricalcique (C_3S) et d'eau (H) à prendre ainsi que la masse de portlandite (CH) qui va se former (en nomenclature cimentière). Vérifier que la loi de Lavoisier fonctionne.