CHAPITRE I MILIEUX POREUX ET DISPERSÉS 1.1 Introduction Les milieux poreux et dispersés sont

omniprésents dans de nombreux procédés industriels et en particulier dans les industries : pétrolière, agro-alimentaire, pharmaceutique, minière et dans la construction. Ces milieux peuvent présenter une cohésion, qui provient des forces intergranulaires et surtout de l'interaction des grains avec les fluides interstitiels qui jouent le rôle de colle.

O. LARKECHE 2 Chapitre 1 Milieux poreux et dispersés Tableau 1.1 Classification des systèmes dispersés

Phase continue	Phase interne	Nomenclature	Exemples
Gaz	N'existe pas	tous les gazes sont mutuellement miscibles	Gaz Liquide Aerosol liquide Le brouillard ; la brume Solide Aerosol solide Les nuages ; les fumées ; la poussière
Liquide	Gaz	Mousse	La crème fouettée ; la crème à raser ; la mousse de détergent
Liquide	Emulsion	Le lait ; la mayonnaise	Solide Suspension l'encre ; la peinture ; le sang
Gaz	Mousse solide	Les aérogels	Liquide emulsion solide La gelée alimentaire Solide suspension solide Les poudres, les alliages

Remarque : Les systèmes : Gaz/Solide et Liquide/Solide, sont formés de grains dispersés, ils constituent la transition avec l'étude des milieux poreux.

Figure 1.2 Représentation d'une émulsion avec et sans émulsifiant

1.2.3.b Les aérosols

Definition C'est une dispersion de fines particules solide ou liquide dans un gaz, les aérosols peuvent être émis par les activités humaines ou naturelles (volcans, incendies) ou des phénomènes de pollution d'air (fumées, combustion automobiles,...). Les pollens ; les bactéries

O. LARKECHE 4 Chapitre 1 Milieux poreux et dispersés peuvent composer des aérosols nommés >. La figure (1.3) représente quelques exemples des aérosols de différentes sources. Il y a très peu de matière solide ou liquide dans une mousse et beaucoup de gaz, c'est ce qui lui confère une faible densité. Les mousses savonneuses par exemple sont constituées de bulles de savon : des bulles d'air reliées entre elles par des films d'eau savonneuse (figure 1.4) Les bulles sont plus ou moins sphériques selon l'épaisseur de liquide dans le film. Ceci est dû au fait qu'il est nécessaire d'ajouter de nombreux additifs en faibles proportions tels que les polymères, tensioactifs, sels, alcool, particules ou autres en vue d'obtenir une ou plusieurs propriétés d'application : stabilité, taille des gouttes, viscosité, activité, saveur, odeur, texture, etc. En fait, seules les deux premières présentent un intérêt pratique, et les applications qui en sont faites conduisent à distinguer deux sortes de systèmes selon que la phase continue est fluide ou solide, nous aurons à faire dans le premier cas à une dispersion ou système dispersé et pour le second cas à un milieu poreux.

Phase huileuse ou grasse ou lipophile (une ou plusieurs substances grasses miscibles à froid ou à chaud) La figure (1.1) représente un schéma descriptif d'une émulsion : L'huile et l'eau sont non miscibles sauf sous agitation violente, Quand l'agitation cesse, les particules dispersées se rassemblent peu à peu et grossissent.

O. LARKECHE 3 Chapitre 1 Milieux poreux et dispersés Figure 1.1 Schéma descriptif d'une émulsion

Remarque : L'instabilité des émulsions est due aux forces qui se développent à la surface de séparation des deux liquides et qui tendent à réduire cette surface (tension inter-faciale), plus la différence entre les deux tensions superficielles des deux liquides sera grande, plus les deux liquides auront tendance à se séparer.

Figure 1.7 milieu poreux granulaire Un matériau poreux n'est pas forcément un rassemblement de plusieurs particules ou fibres, il peut s'agir simplement d'un corps solide unique continu mais présentant lui-même plusieurs pores : Figure 1.8 Milieux Poreux

1.3.2 Classification des milieux poreux

Un milieu poreux se compose d'une matrice solide et de son complément géométrique, l'espace poreux.

Rupture de phases Les milieux dispersés sont des systèmes

thermodynamiquement instables : les particules dispersées sont séparées de la phase continue liquide par des interfaces, qui augmentent l'énergie libre de la dispersion par rapport au système dans lequel toute la phase dispersée serait rassemblée en un seul domaine homogène. En raison de cette instabilité les émulsions industrielles comportent toujours des émulsifiants (ou émulsionnants), formant un film interfacial (film mince, ou membrane interfaciale) autour des globules de la phase dispersée figure 1.2. Il s'agit le plus souvent de petites molécules amphiphiles appelées : tensioactifs, surfactifs, surfactants ou agents de surface. Sedimentation, quand la phase dispersée est plus dense que la phase continue, celle-ci migre vers le bas (par exemple, encre, suspensions, peinture, etc.)

Phénomènes d'augmentation de taille: par lesquels la taille de la phase dispersée (gouttes, particules, bulles) augmente : ? Le propulseur crée une pression à l'intérieur du récipient ; l'ouverture de la valve de sortie induit l'expulsion du mélange en micro-gouttelettes ou cristaux ou fines particules en suspension dans l'air, c'est-à-dire sous forme d'aérosol.

O. LARKECHE 9 Chapitre 1 Milieux poreux et dispersés 1.3.1 Définition Un milieu poreux est un rassemblement étroit de fibres ou de particules. Entre ces particules ou ces fibres des espaces ouverts constituent des pores à travers lesquels l'écoulement d'un fluide est possible. Cependant l'examen microscopique du béton révèle qu'il s'agit moins de véritable connectivité que d'enchevêtrement structure d'éléments solides. En revanche, dans les poreux dits consolidés, l'espace poreux peut être constitué en partie de cavités non connectées entre elles qu'on appelle porosité fermée. L'objectif de ces opérations étant en fait, de favoriser les différents transferts (masse, chaleur) entre les phases en présence et ceci en développant leur surface de contact (L'aire de la surface qui sépare les deux phases étant grande par unité de volume). Ils sont parfois formés in situ par fermentation (levure) ou à l'aide d'un >, une substance qui engendre des pores en se vaporisant sous l'effet d'une augmentation de température. Le système composé par deux ou trois phases est caractérisé par sa structure (composition chimique et cristalline des phases) et sa texture qui est la description de la disposition géométrique d'une phase par rapport à l'autre : ?

o Murissement d'Ostwald: Lorsque la solubilité entre les ingrédients des phases dispersées et dispersantes n'est pas nulle, les gouttelettes les plus fines de la phase dispersée diffusent dans la phase dispersante d'où le terme de murissement. De nombreux matériaux des bâtiments et des ouvrages : la brique, le béton, les terres de construction, les revêtements, les boiseries, sont poreux, ce qui influe sur leur comportement mécanique, capital dans leur utilisation en construction. Partant de tous ces exemples, on peut constater la nécessité d'étude des milieux granulaires et dispersés et leur grande importance dans la compréhension, la conception et l'optimisation de plusieurs procédés industriels.

1.2.1 Définition Une dispersion est un mélange hétérogène de deux ou de plusieurs phases non miscibles, ces phases peuvent être liquides, solides ou gazeuses des phénomènes de surfaces se créent à l'interface des différentes phases. Figure 1.5 Exemple de suspensions

O. LARKECHE 6 Chapitre 1 Milieux poreux et dispersés Propriétés Les suspensions présentent les mêmes problèmes d'instabilité que les émulsions, des tensioactifs seront ajoutés à la formulation afin d'obtenir une certaine stabilité physique. Les catalyseurs, essentiels dans l'industrie chimique pour la synthèse de nombreux composés, sont des solides microporeux dont on exploite la grande surface interne et la capacité d'adsorption des gaz ; ?

Milieux fractures ou consolidés La roche calcaire ou le béton, peuvent être pris comme exemples de poreux consolidés, l'espace poreux est plutôt

> dans la matrice solide. Dans ces deux types de milieux, la cohésion est celle de la phase solide, découlant de sa connectivité. Les aliments sont souvent fabriqués, stockés et transportés sous forme de grains: farine, sucre, sel, céréales, etc.. ou sous forme d'émulsions : lait, beurre, mayonnaise, etc ;

O. LARKECHE 1 Chapitre 1 Milieux poreux et dispersés Propriétés générales Toutes les opérations industrielles font généralement appel à au moins deux phases : solide-liquide, gaz-liquide ou gaz-solide. C'est l'inverse d'une émulsification, c'est-à-dire la fragmentation de grosses gouttes en petites gouttelettes. Ce phénomène aboutit à une rupture de phase (séparation des deux phases). Plusieurs procédés industriels mettent en jeu les transferts en poreux, à commencer par l'industrie du séchage, en particulier des produits alimentaires et du bois. Néanmoins le contrôle de cette stabilité à long terme reste un problème.

O. LARKECHE 8 Chapitre 1 Milieux poreux et dispersés particulièrement difficile du fait de la présence de deux phases susceptibles de se séparer par sédimentation ou crémage. Les sols et presque toutes les roches sont poreux, susceptibles de contenir de l'eau, rarement pure, et par conséquent d'être le siège de tous les phénomènes de transfert possibles ;

De même, le mobilier, les vêtements que nous portons sont en grande partie faits de matières poreuses ou ont lieu de nombreux phénomènes de transfert déterminants pour leurs qualités d'usage ;

De très nombreux médicaments sont élaborés à partir de mélanges de poudres et distribués sous forme de comprimés et gélules ou sous forme de sirops, gouttes, suspensions buvables, pommades, etc ;

La prédiction de certains processus géologiques tels que : les glissements de terrains, les avalanches, le transport de sédiments, etc ; nécessite la maîtrise et la connaissance des milieux granulaires. Une classification très répandue par rapport à la nature de la phase dispersante (phase continue) et celle dispersée (phase interne) est illustrée dans le tableau (1.1) avec quelques exemples représentatifs.

O. LARKECHE 5 Chapitre 1 Milieux poreux et dispersés

1.2.3.c Les mousses Définitions Une mousse est un gaz dispersé dans un liquide ou un solide.

1.2.3.c Les suspensions Définitions Une suspension est la dispersion d'un solide insoluble (ou pratiquement insoluble) et finement divisé dans un milieu liquide. Celui-ci doit être redispersé par simple agitation, de façon à ce que la suspension reprenne un aspect homogène et qu'elle soit suffisamment stable pour être utilisée. Ou bien, l'une des phases est stationnaire et l'autre

?????????.mobile