Chapitre III :

LE BETON LEGER

La norme NF EN 206-1[41] définit les bétons légers comme ayant une masse volumique après séchage entre 800 et 2100 kg/m. L'emploi de granulats légers a pour première conséquence une diminution de 20 à 30 % de la masse volumique des bétons. A titre de comparaison, la masse volumique d'un béton hydraulique est de l'ordre de 2300 kg/m alors qu'elle se situe autour de 1600 kg/m pour un béton d'argile expansée, entre 600 et 900 kg/m pour un béton de bois et qu'elle varie entre 350 et 650 kg/m pour un béton cellulaire (norme NF P 14-306). L'intérêt est d'avoir un matériau facile à mettre en œuvre lorsqu'il est vendu manufacturé sous forme de parpaings.

Les bétons légers sont utilisés dans le domaine du confort thermique et acoustique d'une habitation et même comme éléments porteurs de charges qui permettent d'alléger la construction [42].

I.CATÉGORIE DES BÉTONS LÉGERS

I.1. Les bétons caverneux

Par définition, ces bétons sont constitués par un squelette de granulats légers ou non dont la grosseur est strictement pareille. A cela s'ajoute la pâte de liant conçue à faire l'enrobage de ces éléments constitutifs et leur collage mutuel. Il s'agit effectivement des bétons où l'on a enlevé tout ou une partie de l'élément fin et du liant correspondant servant à son enrobage.

L'air y est emmagasiné entre les granulats et également dans les granulats si ces derniers se trouvent dans la typologie poreuse.

I.2. Les bétons pleins de granulats légers

Il s'agit de bétons pleins classiques où les granulats normaux ont été changés en granulats légers.

Théoriquement, l'air est emmagasiné seulement dans les granulats, les vides entre les granulats étant supposés nuls.

I.3. Les bétons cellulaires

Ces bétons sont des matériaux formés d'un mortier à liant hydraulique où on provoque la naissance de petites bulles d'air. Cette création se base sur une technique d'exploitation des bulles qui se fait par voie chimique ou une opération physique pendant le malaxage. L'air y est renfermé dans la pâte de mortier.

Afin qu'on soit strict dans cette opération, ces bétons sont relatifs à des mortiers cellulaires.

II. CÔTÉS POSITIF DES BÉTONS LÉGERS DANS LA CONSTRUCTION

II.1.Leur légèreté

La légèreté des bétons légers vis à vis d'autres bétons courants crée une économie au niveau de :

- La valeur des fondations : la réduction du poids mort des éléments en bétons légers engendre une diminution en effectif des ouvrages de fondation.
- Les valeurs de structures et coffrages : les éléments constitutifs de structures s'avèrent aussi diminués en dimension ainsi que dans les renforcements même pour les coffrages.
- La main d'œuvre et la manutention : il y a également une réduction de la qualité du nombre du personnel et les engins utilisés dans les opérations.

II.2.Isolation thermique et résistance au feu

L'isolation thermique offerte par les bétons légers et qualitativement supérieure à celle des bétons courants. L'utilisation des bétons légers permet une réduction précise des pertes d'énergie thermique en facilitant le gain de simplicité morphologique des éléments et les dispositions constructives.

Les propriétés d'isolation et la faible dilatation thermique des bétons légers entraînent la résistance au feu.

II.3.Résistance mécanique en compression convenable

Dans la plupart des cas, la résistance en compression des bétons légers est assez proche de celle des bétons courants. Cela entraîne une utilisation convenable dans la fabrication de béton de structure.

Par contre, les bétons de résistance plus ou moins moyenne s'utilisent ordinairement dans la construction d'éléments uniquement non porteurs.

La perméabilité est immédiatement apparue comme un paramètre clé du comportement mécanique. Son rôle a été effleuré dans le chapitre 1. La nature de la porosité du matériau a également été considérée compte tenu de ses répercussions sur le comportement mécanique.

II.4.Résistance à la traction et à la flexion

Pour les éléments de préfabrications, il s'avère plus judicieux de procéder à la mesure de la résistance à la traction et à la flexion. Ceci étant afin d'avoir une certaine fiabilité quant à leurs usages constructifs.

III. CÔTÉS NÉGATIFS DE L'UTILISATION DES BÉTONS LÉGERS

Les côtés négatifs de l'utilisation des bétons légers sont causés par le manque de maîtrise dans la confection pratique de ces matériaux.

A cette lacune s'ajoute parfois l'absence de règles de construction. Ces inconvénients se manifestent pratiquement par l'existence de la fissuration d'éléments constitutifs des ouvrages ou par l'insuffisance de résistance.

On doit reconnaître que le béton léger reste toujours un matériau relativement nouveau pour la majorité des pays. Cette nouveauté constitue une justification de l'insuffisance de la maîtrise et de la gestion parfaite dans toutes les opérations pratiques.

IV. DIFFÉRENTS EMPLOIS DES BÉTONS LÉGERS

Nous pouvons retenir leurs utilisations :

- en murs banchés porteurs,

- en forme de pente pour toiture-terrasse, pour isoler le gros œuvre contre les variations de température sans trop le surcharger,
- en éléments préfabriqués très divers : hourdis, poutrelles alvéolées, grands panneaux pour planchers, dallettes pour sous-couches isolantes ou pour protéger l'étanchéité bitumineuse des toitures-terrasses,
- en blocs creux pour murs porteurs ou pour remplissages.

V. LES BÉTONS LÉGERS DE POUZZOLANES NATURELLES

V.1 La pouzzolane

Les pouzzolanes sont des matériaux naturels ou artificiels riches en silice et en alumine capables de réagir avec la chaux en présence de l'eau et de former à l'issue de cette réaction des produits manifestant des propriétés liantes [1] [2]. Elle est une roche allant du brun noir au rouge brique constituée par des scories volcaniques : laves en flocons, trachytes à l'état meuble, matériaux cendreux plus ou moins riches en cailloux et ponce, certains basaltes ayant été soumis à de très hautes températures, ayant tous un point commun, leur structure scoriacée et alvéolaire.

Les variations du degré d'oxydation du fer affecte la coloration des matériaux affirme VALLADEAU et GEOFFRAY [43].Par contre, elle ne peut pas influencer la partie dominée par le silicate des pouzzolanes.

D'aspect rugueux et caverneux, de porosité fermée, la pouzzolane a une capillarité très faible. Sa densité varie de 0.65 à 0.95. Très résistance au feu et au choc thermique, elle fond vers 1140° [44].

Elle est composée de trois constituants principaux : silice 43 à 55%, alumine 12 à24% et de l'oxyde ferrique 8 à 20%, parfois de la chaux, mais pas suffisamment pour donner naissance aux sels insolubles de chaux, de silice, d'alumine, dont la formation provoquerait la prise [45].Elle n'a pas de propriété hydraulique.

V.2.Conditions d'exécution et d'emploi

Ils sont délicats à réaliser et à mettre en œuvre, ce qui nécessite un contrôle constant des dosages et de la fabrication.

On utilise de préférence une granulométrie continue sans adjonction de granulat d'une autre nature, et le liant est choisi parmi le groupe des portlands en ce qui concerne la pouzzolane, à raison de 250 à 275 kg pour 1200 litres de granulats [44].

La surface à mouiller est très grande du fait de la structure alvéolaire et en outre les microcavités retiennent l'humidité atmosphérique, il faut en tenir compte et saturer d'eau le granulat avant l'introduction du ciment dans le malaxeur

V.3.Indice des vides

V.3.1.Porosité dans le béton

Le béton est un matériau composite caractérisé par une microstructure poreuse avec des pores de différentes tailles et de distribution aléatoire.

A l'échelle d'un pore du béton, l'eau liquide coexiste avec la phase gazeuse. Ces deux phases sont séparées par une interface à la traversée de laquelle la pression est discontinue. Le saut de

pression est appelé pression capillaire. A l'échelle macroscopique, la pression capillaire est définie comme la différence des pressions de l'eau et du gaz. Dans le cas d'un milieu isotrope, à matrice indéformable et en conditions isothermes, on montre [46] [47] que la pression capillaire est une fonction de la saturation.

La structure poreuse et la distribution des pores au sein du béton jouent un rôle très important non seulement sur la résistance mécanique, mais aussi sur les phénomènes de transport et d'interaction avec le milieu extérieur. Cette interaction a lieu à travers les pores interconnectés. Pour ces raisons, la porosité et sa distribution deviennent un paramètre très important pour la caractérisation du béton. La forme et la taille des pores changent en fonction du type de granulat utilisé.

On peut donner une classification des pores selon leur taille de la manière suivante :

- Micropores : avec un diamètre inférieur à 26 Å. Ces pores de très petite taille n'ont pas une influence négative sur la durabilité du béton, mais peuvent avoir une influence sur le fluage et le retrait.
- Mésopores : ou pores capillaires, avec un diamètre de 26 à 500 Å. Le volume total du mélange ciment-eau ne change pas de manière significative pendant l'hydratation.
- Macropores ou pores d'air, avec un diamètre supérieur à 500 Å, qui se produisent pendant le malaxage ou se forme à cause de l'utilisation d'additifs particuliers.

Concernant la détermination de la porosité des grains, il est défini une porosité ouverte, une porosité fermée et une porosité totale qui est la somme des porosités ouverte et fermée pour les granulats légers. En général, la porosité n'est autre que le produit par 100 du rapport du volume des vides sur le volume des grains.

Il est à préciser que les vides pris en compte pour le calcul de la porosité s'obtiennent en multipliant par 100 la différence entre les masses volumiques des grains dans leur état saturé sous vide et dans leur état sec.

Au contraire, la porosité totale s'exprime par la relation suivante :

$$e_T = \left(1 - \frac{masse\ volumique\ des\ grains}{massevolumique\ de\ la\ matière}\right) x\,100 \quad [48]$$

V.3.2.Porosité du ciment

Concernant la porosité de la pâte de ciment à haute température, Barbarulo R. [49] a montré que celle-ci augmente d'une manière parabolique en fonction de la température. Cette augmentation, notée aussi dans d'autres travaux de Bazant et W [50], est accompagné d'une évolution de la taille moyenne des pores et du volume poreux total. Ceci est dû en partie à la rupture interne de la structure du gel de CSH lors du processus de déshydratation.

V.3.3.Généralisation de mélanges de granulats poreux

Du point de vue théorique et expérimentale, un certain nombre d'auteurs ont effectué des travaux sur le comportement des mélanges granulaires en vue d'obtenir une formulation optimale des bétons [51]. Cette dernière est néanmoins reconnue de n'être atteinte car les divers paramètres à considérer dans l'étude, selon DREUX [52] sont extrêmement nombreux.

Le processus de la recherche a entraîné à dégager quelques règles permettant de canaliser utilement la pratique de la composition des bétons.

Concernant les bétons courants, l'objectif principal a toujours été de confectionner et d'obtenir des bétons à porosité minimale qui par la règle logique offrent les meilleures résistances mécaniques à l'échelle temporelle durable.

Le but pour les bétons de granulats légers qui se différent légèrement des bétons courants est d'obtenir des règles de mélanges compatibles à la composition de bétons présentant communément des résistances mécaniques acceptables, une masse volumique faible et de bonne caractéristique physique. Cependant, il existe une incompatibilité de ces caractéristiques qui empêche l'optimisation du mélange. Ce que l'on gagne effectivement en résistance thermique est toujours plus ou moins perdu au niveau de la résistance mécanique.

En tenants compte de ces buts, il est convenable que les démarche suivies se diffèrent entre elles sur la composition de ces bétons. La règle des mélanges granulaires est reconsidérée en théorie et en expérience pour la délicatesse particulière que présentent les bétons de granulats légers.

Ainsi, il est important de faire une extension de la théorie des mélanges de deux granulats ordinaires pour le cas de granulats poreux. A cela s'ajoute, l'étude expérimentale du problème existant.

Nous avons vu que [53] l'indice des vides de granulats poreux est exprimé par :

$$e = v^{/}(f\text{ -1- }CV) + CV \qquad (1)$$

$$e = (P/\gamma)(f - 1 - CV) + CV \qquad (2)$$

Par contre, si on parte d'un gros granulat et si l'on suppose que l'on pourrait le remplacer en partie et en poids par poids pour un granulat fin et, en plus si $f^{/}$ présente le foisonnement des gros granulats, ainsi le volume apparent durant lequel les grains fins s'associent avec les gros s'exprime par la relation :

$$Vap = f^{/}v_r$$

Où v_r = volume du reste des gros grains.

Hypothèse : « on suppose que la structure du gros granulat demeure encore inchangée »

Avec : $1 - v_r$ = volume des fines en substitutions,

l'indice des vides s'exprime par : $e = f^{/}v_r - 1 \qquad (3)$

On obtient ainsi : $Vap = (f^{/}/\gamma)\, e$ et $e = (f^{/} P/\gamma) - 1 \qquad (4)$

La combinaison des relations (1) et (3) conduit à l'existence d'un mélange binaire où le volume apparent (l'indice des vides) est maximal. En théorie, ce volume doit se situer à l'intersection des deux droites formées par les relations (2) et (4).

Un autre type d'interaction se rencontre expérimentalement à cette étude autre que l'effet de paroi. Il s'agit de l'effet d'interférence [54] granulaire en gros granulats dans le mélange. Ce seuil les perturbe au niveau granulaire entraînant l'accroissement de l'indice des vides vis-à-vis de l'indice théorique.

V.3.3.1.Cas des deux granulats poreux

L'indice des vides exprimé dans la relation (3) peut être exprimée par :

$$e = (f^{/} - 1)\, v_r - (1 - v_{r)}$$

Comme tous les granulats étant poreux, ainsi :

$$e = f^{/}(1+E)\, v_r - 1 - E$$

d'où: $$Vap = f^{/}(1+E)\, v_r - E \qquad (5)$$

On s'aperçoit que la droite décrite par la relation (5) se présente plus ou moins sous forme d'un accroissement de pente par le moyen de la relation (3).L'indice des vides des grains influe aussi au terme constant.

V.3.3.2.Cas où seul le gros granulat est poreux

L'ajout d'un gros granulat et des fines non poreuses ne porte pas atteinte à la modification de l'équation (3). Elle reste $e = f^{/} (1+E) v_r - 1$

Ainsi, $Vap = f^{/} (1+E) v_r$

La même pente est relative à la relation (5). En conjugaison avec le poids :

$$Vap = f^{/} (1+E) \left(P / \gamma \right)$$

Comme conclusion, par interchangement des gros granulat et granulat fin, on a une relation :

$$e = \alpha Vab + \beta$$

Les coefficients α et β dépendent essentiellement de l'indice des vides des grains et de leur forme.

V.3.3.3.Cas des mélanges ternaires

De nos jours, l'utilisation de mélanges de béton ternaires comme solution valable dans des revêtements de mur est de plus en plus répandue. L'utilisation de mélanges ternaires bien dosés permet aux effets bénéfiques d'un ajout cimentaire donné de compenser les inconvénients que pourrait présenter un autre. Par exemple, des travaux ont montré que les mélanges de béton ternaires contenant des fumées de silice et soit du laitier, soit des cendres volantes, nécessitent de plus faibles quantités d'adjuvants réducteurs d'eau haut de gamme que les mélanges contenant des fumées de silice comme seul ajout cimentaire pour produire l'ouvrabilité souhaitée.

Pour le cas des mélanges ternaires, les paramètres à analyser sont les suivants : sable, fines et graviers avec leur interaction.

D'une part, pour les sables, fines et graviers, leur prise deux à deux confirme leur comportement en tant que mélanges binaires.

D'autre part, en ce qui concerne les interactions, elles sont plus généralisées entre ces granulats du fait des influences les uns et les autres en fonction des cas.

Pour le cas des mélanges ternaires, il nécessite une étude expérimentale afin de rendre claire des variations d'indice de vides au sein des mélanges du fait de l'existence des problèmes qui se poseraient à la suite d'une extrapolation à partir de mélanges binaires.

Il est à noter que les mélanges étudiés sont souvent non hydratés. L'étude expérimentale confirmera ces cas.

V.4.<u>Principales caractéristiques de ces bétons</u>

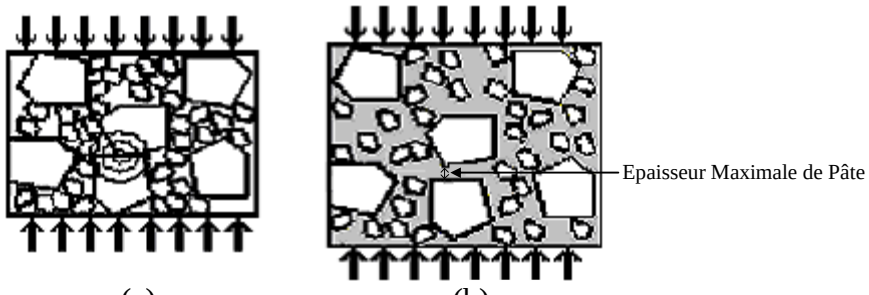

***Figure n°20** : Notion d'épaisseur maximale de pâte, conditionnant la résistance en compression du béton à nature de pâte fixée. (b): béton durci. (a) : Squelette granulaire du béton (sable + gravillon) empilé à sec. L'épaisseur maximale de pâte à gauche correspond à un contact entre deux gros grains adjacents à droite.* [54]

Le paramètre le plus communément utilisé pour prévoir la résistance en compression du béton est le rapport eau/ciment en masse. Cette pâte, une fois injectée dans les interstices du

granulat, prend le nom de matrice, et ses propriétés apparentes sont affectées par l'arrangement géométrique du squelette. Plus précisément, c'est la distance moyenne entre deux gros granulats adjacents, appelée épaisseur maximale de pâte, qui résume l'influence de la topologie du squelette (voir figure ci-dessous) : plus cette distance est faible, et plus la résistance du béton est élevée.

V.4.1.Caractérisation mécanique

Les caractéristiques mécaniques des bétons de granulats légers dépendent fortement des propriétés et proportions de granulats présents dans la formulation. En particulier, de par leur forte porosité, les granulats légers sont beaucoup plus déformables que la matrice cimentaire et leur influence sur la résistance du béton est complexe.

V.4.1.1.Résistance à la compression

En général, pour les bétons, la résistance en compression s'étudie par rupture d'éprouvettes en compression simple. Les essais peuvent être effectués sur des cylindres de béton ayant un diamètre de 16 cm et d'élancement 2 selon la norme NFP 18 400. Les éprouvettes subissent préalablement un surfaçage d'embouts.

Les pouzzolanes entraînent une modification du comportement et des niveaux de performances mécaniques du béton. En effet, le granulat pouzzolanique est poreux donc moins résistant qu'un granulat usuel. Le fonctionnement mécanique et le mode de rupture du béton sont donc modifiés par rapport à ceux d'un matériau contenant des granulats rigides. Dans le cas du béton léger contenant des granulats de faible résistance, les contraintes cheminent à travers la pâte, contournant les points faibles du matériau. Le mortier subit des niveaux de sollicitation élevés et les déformations de la pâte et des granulats sont importantes. Une fois les granulats écrasés, ils ne participent plus vraiment à la résistance du matériau et le mortier finit par céder. La résistance en traction des granulats pilote donc la résistance en compression du béton. Ce mode de rupture est possible car les granulats légers possèdent une surface poreuse importante qui crée une excellente adhérence entre la pâte et le grain. Ce n'est donc pas la liaison au niveau de la surface de contact qui est détruite comme dans le cas de granulats rigides mais le granulat qui cède.

La résistance à la compression dans le cadre de la confection des bétons, est qualifiée d'être représentative au niveau du point de repère et de comparaison. Pour les bétons légers, elle est très variable. En partant des faibles valeurs, elle atteint souvent des valeurs très élevées.

Cependant, la résistance à la compression est perturbée par un certain nombre de facteurs qui sont constitués par :

- Le ciment : par sa qualité et son dosage dans le béton. A ceux-là s'ajoute la quantité d'eau de gâchage qui lui est parfois associée.
- Les grains : ils jouent un rôle fondamental sur la résistance finale du béton par la forme ou la taille. En ce qui concerne les bétons légers, la taille des grains joue un rôle inverse sur la résistance contre celle des bétons ordinaires.
- La masse volumique : elle paraît former un critère de variation de la résistance en compression selon CORMON [55], et d'autres auteurs [56].

V.4.1.2. Résistance à la traction

La résistance de ces bétons à la traction est faible d'où un retrait plus élevé que celui des bétons de granulats traditionnels.

Le mode de conservation des bétons qui peut être soit à l'air, soit en milieu humide perturbe cette résistance [57].

Cela implique de manière impérative une durée minimum de séchage naturel de 28 jours avant mise en œuvre des blocs manufacturés, et la réservation d'un joint de dilatation tous les 20m dans les murs banchés.

Les résistances mécaniques obtenues sont faibles, mais suffisantes pour réaliser des murs porteurs.

V.4.2.Caractérisation thermophysique des bétons légers.

Le processus de déformation dans le béton léger à haute température est un phénomène très compliqué à cause de son hétérogénéité. Le béton léger de pouzzolane est un matériau dont le comportement n'a pas encore été totalement compris. Sa microstructure poreuse rend son comportement difficilement prévisible.

L'importance de l'étude du transfert de chaleur dans un milieu poreux qui se rapporte au béton a pour objectif de simplifier par la suppression théorique de l'effet de l'eau. Cette simplification s'acquiert pratiquement par l'utilisation d'une étuve rigoureuse des éprouvettes de béton qui est apte à négliger l'influence des réactions physico-chimiques engendrées par l'eau en corrélation avec les résidus sur le champ thermique.

En outre, cette opération sera favorisée du fait que nous nous bornons aux expériences au palier thermique ambiant [58] [59].

Les quantités thermophysiques soumises à cet examen pour les bétons sont essentiellement :

- La conductivité thermique ;
- La diffusivité thermique ;
- La chaleur massique.

V.4.2.1.Etude de conductivité thermique.

Le développement des matériaux poreux nécessite une connaissance approfondie de leurs propriétés physiques. Lorsqu'ils sont utilisés comme isolant thermique, la propriété qui gouverne leur pouvoir d'isolation est la conductivité thermique. La présence de pores dans les matériaux contribue à diminuer la conductivité thermique augmentant ainsi ses facultés d'isolation.

L'étude de la conductivité thermique de matériaux poreux nécessite de s'intéresser à la description microscopique des modes de transfert de chaleur dans les solides et dans les gaz En effet, la valeur de la conductivité, qui sera déterminée expérimentalement, caractérise de manière globale le matériau mais ne donne pas d'information sur le détail du transfert de chaleur. L'explication de cette propriété macroscopique exige la compréhension des phénomènes microscopiques associés.

La conductivité thermique est l'aptitude d'un matériau à conduire la chaleur. Elle dépend, pour le béton, de nombreux paramètres : la porosité, la température, le degré d'hydratation, la teneur en eau, le type de granulats. Cette propriété diminue, d'une manière générale, lorsque la température augmente. Ce comportement met en évidence la détérioration de la microstructure : les microfissures limitent les transferts de la chaleur.

C'est l'une des caractéristiques themophysiques les plus recherchés dans le cadre des matériaux de construction.

V.4.2.1.1.Cas d'un solide homogène et isotrope.

On définit la conductivité thermique λ par rapport à un flux de chaleur Φ qui s'achemine à travers une surface élémentaire dS et le vecteur gradient thermique. FOURIER a élaboré une relation qui s'exprime par :

$$d\Phi = - \lambda \vec{n} \overrightarrow{grad} T dS$$

avec $\vec{n}$: vecteur unitaire normal à dS

La conductivité thermique λ qui est fonction du matériau est fondamentale à la détermination de la faculté qu'à la chaleur de traverser plus ou moins aisément le milieu.

V.4.2.1.2.Cas d'un corps poreux.

Il paraît problématique d'obtenir la conductivité thermique pour les corps poreux du fait de l'hétérogénéité qui s'observe sur leur structure et la multiplicité des phases présentes.
Pour la structure, on constate que la conductivité thermique des pores est fonction de leur taille et de leur effectif pour cause des effets du rayonnement à considérer à l'intérieur de ces corps [60].

La taille des pores perturbe également la conductivité si elle est comparable au libre parcours moyen des particules. La conductivité de la phase solide est par contre aussi fonction de la structure physico-chimique de la matière.

La perturbation causée sur la structure est plus importante dans les corps poreux ayant une faible porosité et se mettent en contact avec les particules solides. Ainsi, la phase solide est appelée continue dans une telle condition. Il s'agit du cas des matériaux consolidés comme celui des bétons.

Par ailleurs, pour les corps poreux de structure défavorable à la conductivité thermique, la manifestation se fait par un rayonnement au même titre d'importance que la conduction. De ce fait, la phase solide est appelée discontinue dans une telle condition : cas des matériaux pulvérulents. Toutefois, ils peuvent souvent être pris en compte en tant que macroscopiquement isotropes [61].

V.4.2.2.Expression de la diffusivité thermique

La diffusivité thermique et la conductivité thermique sont deux paramètres intervenant lors du développement des gradients de température. La diffusivité R décrit la vitesse à laquelle les changements de température peuvent avoir lieu dans une masse de béton, elle est proportionnelle à la conductivité thermique λ et inversement proportionnelle à la masse volumique ρ et la chaleur spécifique du béton c. La diffusivité dépend de la teneur, du degré d'hydratation (déshydratation) du ciment.

Si la condition thermique du milieu dépend du temps, et la conductivité est fonction de la température et coordonnées spatiales, la relation élaborée par FOURIER s'exprime par :

$$\rho c \, (\partial T / \partial t) = \mathrm{div}(\lambda \overrightarrow{grad} T) \qquad (1)$$

Avec ρ et c respectivement la masse volumique et la chaleur massique du milieu. Si les paramètres thermiques sont indépendants de la condition thermique, l'équation (1) s'exprime par :

$$\partial T / \partial t = (\lambda / \rho c) \, \Delta T$$

Cette équation fait état du rapport $a = \lambda / \rho c$ qui montre la diffusivité thermique du milieu, et on peut écrire :

$$\partial T / \partial t = a \, \Delta T \qquad (2)$$

Ainsi, on peut conclure que la diffusivité thermique si elle est bien définie, elle se relie à la conductivité thermique à la chaleur massique et à la masse volumique du milieu. Elle illustre la vitesse de propagation d'une onde de chaleur dans un corps donné, et correspond à toutes les difficultés à la recherche de l'inertie thermique des matériaux.

V.4.2.3.Expression de la chaleur massique

La chaleur massique est donnée par la relation suivante [62] :

$$c = dq / dT$$

Où dq : variation d'énergie par unité de masse.

dT : variation de température.

Thermodynamiquement, sa définition à volume constant est c_V :

$$c_V = (dq / dT)_V$$

et à pression constante c_P :

$$c_P = (dq / dT)_P$$

On peut relier c_P à c_V, mais en première approximation on a $c_V \approx c_P \approx c$ notamment à basse température.

La chaleur massique c d'un corps correspond, en pratique à la quantité de chaleur qu'on a besoin afin que la condition thermique d'une unité de sa masse s'augmente d'un degré. Cette condition donne une certaine valeur à c pour toutes les déterminations de stockage et de transport de chaleur. De plus, pour c intervenant dans la diffusivité thermique, sa mesure est parfois indispensable.

Les différents facteurs qui influent beaucoup sur les Caractéristiques mécaniques du béton ont été discutés, mais, on remarque que la plus part des travaux de recherches ont été axés sur l'effet des facteurs internes(constituants) qui sont des facteurs intrinsèques du matériau béton. Ils représentent, sans doute, la partie essentielle dans l'étude de comportement du béton mais les autres facteurs représentent aussi une partie non négligeable.

CONCLUSION

Le béton reste aujourd'hui le matériau de construction le plus économique, de ce fait, le plus utilisé dans le domaine du bâtiment. Il répond parfaitement aux critères de résistances mécaniques et de durabilité. La synthèse des observations et des expérimentations réalisées concernant l'effet de la température sur le béton, effectué dans la partie bibliographique , a révélé que l'évolution des propriétés mécaniques et thermiques est fortement liée à l'évolution de la microstructure, au départ de l'eau et aux réactions de déshydratation. Ceci se traduit par l'évolution de la porosité, la taille caractéristiques des pores et par ceci de la perméabilité.

Première protection d'un bâtiment contre les bruits extérieurs : une conception architecturale adéquate et, en particulier, une implantation judicieuse.

La température intérieure d'un bâtiment baisse en hiver, de même qu'elle s'élève en été pour s'approcher de la température extérieure. On peut en déduire qu'un flux de chaleur traverse les parois de l'atmosphère chaude vers l'atmosphère froide.

Les températures et/ou les bruits ont ainsi tendance à s'équilibrer entre l'intérieur et l'extérieur par échange de chaleur et/ou de son au travers des parois. Il est donc nécessaire d'isoler le bâtiment.

En général l'application de béton léger ne cesse de croître, mais le secteur d'activité du béton ne constitue pas un monde professionnel homogène, dans lequel les personnes y évoluant ont des compétences, des exigences, ou des motivations, et dans lequel l'environnement politique, commercial et stratégique est très différent. Cette forte homogénéité est l'origine de la situation actuelle concernant l'utilisation des bétons légers, et va, en grande partie, constituer le moteur ou le frein de son utilisation dans le futur.

Dans le cadre de la présente recherche nous avons déterminé les propriétés thermiques et acoustiques des bétons légers de pouzzolanes.