



Conférence Internationale sur les Sciences Appliquées et l'Innovation (CISAI-2023)

**Editeur :
Dr. Ahmed Rhif (Tunisie)**

**Proceedings of Engineering & Technology
-PET-**



ICID

Centre International d'Innovation et de Développement

**Proceedings of Engineering & Technology
-PET**

**Conférence Internationale sur
les Sciences Appliquées et l'Innovation
(CISAI-2023)**

**Editeur :
Dr. Ahmed Rhif (Tunisie)**

**PET-Vol. 76
ISSN : 1737-9334**

Comités

Présidents du Comité:

Afef Khalil (TUN)
Akrouch Soukaina (MAR)
Belatel Mimi (ALG)
Fatima Zohra Boufadi (ALG)
Gherbi Mohamed (ALG)
Georges Descombes (FR)
Hadiza Moussa-Saley (SEN)
Hanaa Benchrifia (MAR)
Haitham Mohamed Ramadan (EGP)
Hayani Mechkouri Meriem (MAR)
Jeru Achyl Hounogbe (SEN)
Mohamad Ramadan (LIB)
Ouardia Laoudj (ALG)
Rahmouni Soumia (ALG)
Rhif Ahmed (TUN)
Sahbeni Kawther (TUN)
Vincent Sambou (SEN)

Comité International:

Abdelkrim Khireddine (ALG)
Abdoulaye Bouya Diop (SEN)
Abdoulaziz Alhassane (SEN)
Afef Trabelsi (TUN)
Ahmed Charif (MAR)
Allé Dioum (SEN)
Amrhar Aicha (MAR)
Barara Mohamed (FR)
Bendifallah Leila (ALG)
Benhabib Lamia (ALG)
Cherkaoui Abdeljzbbbar (MAR)
Djalila Boudemagh (ALG)

Faical Mahrek (MAR)
Fateh Mebarek-Oudina (ALG)
Hadjia Fatima Mehnane (ALG)
Harrizi Driss (MAR)
Ikhlef Nadia (ALG)
Kheiri Abdelhamid (FR)
Lamia Larioui (MAR)
Madiha Yessari (MAR)
Manal Marzouq (MAR)
Méziane Aïder (ALG)
Mhamed Hammoudi (ALG)
Merdaoui Kamel (ALG)
Mihoub Ouahiba (ALG)
Mor Welle Diop (SEN)
Mounsi Demmouche Nedjoua (ALG)
Nawel Seddiki (ALG)
Ndeye Astou Manel Fall (SEN)
Olfa Kammoun (TUN)
Rachid Benchrifia (MAR)
Rosalie Douyon (FR)
Sara Zatir (ALG)
Sellam Mebrouk (ALG)
Serigne Moussa Dia (SEN)
Sebai Jihane (FR)
Slimane Semghouli (MAR)
Sofiane Amara (ALG)
Souad Elmanssouri (MAR)
Yavo Chaba Estelle Stéphanie (SEN)
Zakaria Ez-Zarzari (MAR)

Sommaire

- Conception Durable Par La Réparation Des Fissures Dans Le Béton 1
BOUABDALLAH Fouzia, FERHOUNE Noureddine, BENAYOUN Fadila, LAICHE Oum Keltoum
- Les énergies renouvelables comme facteur d'amélioration des grandeurs macro-économiques 8
Amel CHADLIA
- Valorisation des déchets des coquilles d'œufs de poules dans l'industrie du ciment 12
Lyamine Briki, Loucif Ali-Bouacida, Noureddine Lahbari
- Empathie Artificielle dans la Publicité et Anthropomorphisme de la Marque 19
Nadia Sfar
- Conception et optimisation d'une antenne patch pour une utilisation massive MIMO 27
Mohamed EL MRINI, Naima Amar Touhami, Asmaa Zugari, Aicha Mchbal
- Proposition d'une nouvelle mesure de similarité sémantique 36
Abdoulaye Diallo, Mouhamadou Thiam
- L'activité de magnésium dans le traitement biologique de l'eau 43
Bouhella Fadhilaa, Elaziouti Abdelkader, Boukoussa Bouhdjer, Addou Hadjer, Karmaoui Mohamed, Merrouche Hicham

Conception Durable Par La Réparation Des Fissures Dans Le Béton

BOUABDALLAH Fouzia^{#*1}, FERHOUNE Nouredine^{#*2}, BENAYOUN Fadila^{#*3}, LAICHE Oum Keltoum^{#4}

[#]Département de Génie Civil, Université Larbi Ben M'Hidi ULBM, Université Badji Mokhtar UBM
Oum El Bouaghi, Annaba, Algérie.

¹ bouabdallah23@yahoo.fr

³ benayounfadila@yahoo.fr

⁴ laicheoumkeltoum@gmail.com

^{*} Laboratoire Sols et Hydraulique UBM, ³ Laboratoire Développement Durable Et Protection De L'environnement ULBM,

² ferhounenouredine@gmail.com

Résumé — Dans ce travail on détail des moyens qui résout le problème de signes d'endommagement le plus dangereux dans le béton, il s'agit de la fissuration avec ses formes diverses orientées (Y), en réseau, en écaillage. De ce fait, on a entamé également les moyens d'investigation de ces fractures, ainsi que l'identification des causes directes et indirectes de celle-ci. Certainement en passant par les techniques de réparation adéquate, en fonction effectivement de leur aspect. Ce qui assure ensuite une meilleure durabilité des structures réparées pour de longues durées de vie concernant le fonctionnement, surtout lorsque l'intervention soit bien exécutée et/ou étudiée. Pour enrichir cette étude, on a pris un exemple de béton attaqué chimiquement au laboratoire, puisque ce genre d'attaque est le plus fréquent et le plus dangereux dans le domaine de réhabilitation des structures. Où des matériaux locaux sont utilisés dans la confection de 27 éprouvettes 7x7x28 cm³ en béton, dont 18 spécimens sont conservés pendant 24 semaines dans un milieu agressif très humide (à HR 100%), chaud 50°C au maximum, et dopé à l'intérieur du béton en alcalin 1,25 % Na₂O_{eq}. Cette simulation expérimentale a donné de multi-signes de détérioration, en plus des fissurations (1 mm). On a trouvé des décolorations et des gels blancs, et des expansions (0,11 %) et des réseaux en maillage (51 milles Mailles/m²) dans le béton attaqué chimiquement à partir de la quatrième semaine jusqu'à la fin des essais.

Mots clés— Béton, Réparation des structures, Fissure, Maillage, Expansion et Gel.

1. I. INTRODUCTION

Concrètement, la durabilité dans le domaine du génie civil pour les conceptions en béton a souvent une priorité majeure. En particulier, lorsqu'il s'agit de grandes ou mégas structures y compris leur réalisation, mise en service et entretien qui nécessitent des frais très onéreux. Il est donc logique de prendre en considération le côté économique dans ce genre de domaine, en réduisant ainsi les dépenses d'une part. Et d'autre part de protéger les vies humaines des utilisateurs de ces conceptions « Ponts, tunnels, bâtiments à usage d'habitation ou industrielles comme les usines...etc. » ; contre la pollution inquiétante de nos jours auxquelles se trouvent ces conceptions en béton. Malheureusement, la plupart des ouvrages d'art à travers le monde ont été démolis en raison de leur détérioration, d'où ils sont affectés par des pathologies. [1]

Dans ce contexte, ce travail porte sur le détail des moyens qu'on peut trouver pour résoudre le problème de signes d'endommagement le plus dangereux dans le béton, il s'agit de la fissuration avec ses formes diverses orientées (Y), en réseau, en écaillage [2-4]. De ce fait, on va entamer également les causes directes et indirectes de celle-ci, certainement en passant par les techniques de réparation adéquate, en fonction effectivement de leur aspect. Ce qui assure ensuite une meilleure durabilité des structures réparées pour de longues durées de vie concernant le fonctionnement, surtout lorsque l'intervention soit bien exécutée et/ou étudiée.

2. II. FISSURES DANS LE BETON ET INTERVENTION

On réalité, la fissure est une description silencieuse de la scène qui a déroulé dans la matrice interstitielle du béton. Des événements discrets étaient présents à un moment donné dans de tel ou tel point dans les

parois ou parements de ce matériau, il peut y avoir également un cumule d’évènements ou même scènes influençant l’un sur l’autre. Il en résulte, une fracturation fine ou visible de certaines formes et ouverture, avec une certaine profondeur et orientation unie ou bidirectionnelle. Parfois, elle se situe à un emplacement bien précis en réseau, elle peut-être accompagner d’autres types de désordres « tâche, granulat déchaussé ou désagrégé, éclatement du béton, épaufrure, ... » tout cela est approprié à une telle ou telle cause comme le montrent la Fig. 1.1 et les photos de la Fig. 6.

Il est à noter que les fissures permanentes ou non, sont un signe grave alarmant l’état ultime dans lequel le béton se trouve, sa résistance est principalement consommée. De part ou d’autres, microscopiquement, les ponts intermoléculaires sont thermiquement ou chimiquement voir même physico mécaniquement sollicités et à l’extrême. À une échelle plus élevée, cela ne signifie qu’il s’agit de grands désordres internes qui n’ont pour rôle que de faire grossir ces fractures. D’où, il est assez important de bien lire ce que ces fentes essaient de nous dire à travers ses motifs tracés dans un élément en béton. Cette lecture est en fait connue par l’investigation ou le diagnostic au domaine de l’expertise des constructions de génie civil. Elle nécessite l’emploi correct de quelques moyens et techniques très précis qui finissent par l’obtention de claires lectures par mesure et enregistrements de certaines informations exactes sur ces ouvertures dans le béton.

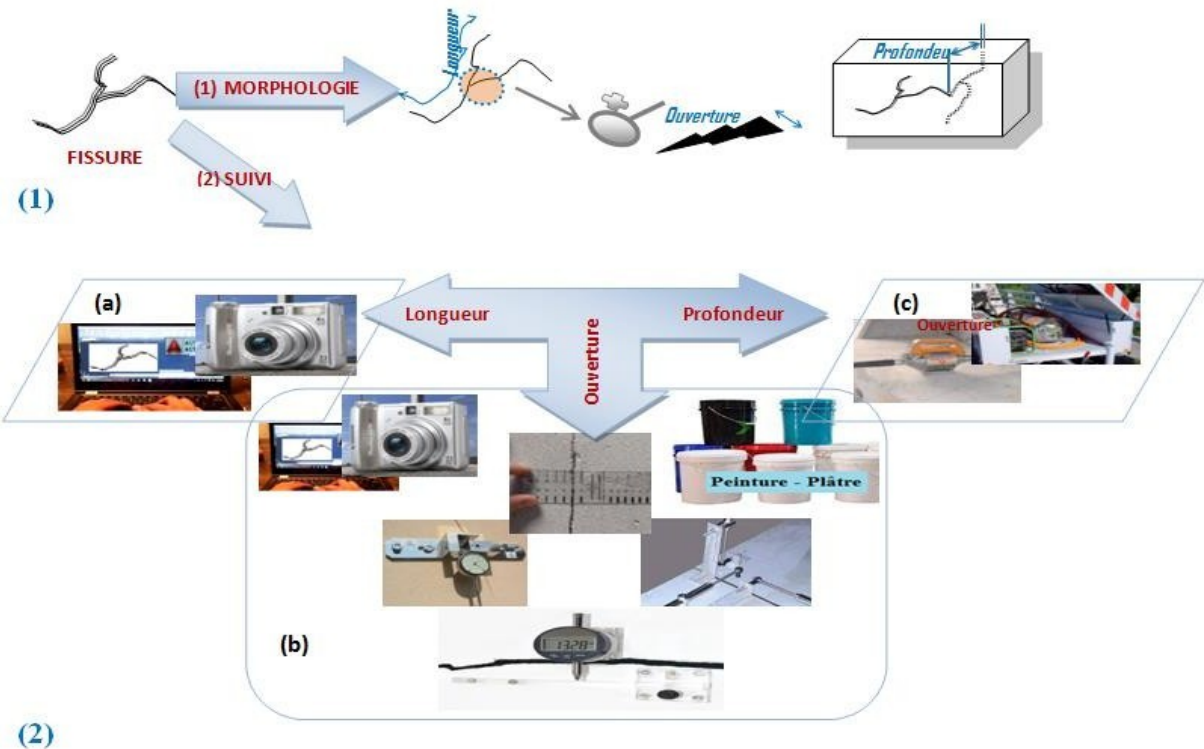


Fig.1 Schéma de la morphologie de la fissuration et le suivi de l’évolution de la fissure au cours du temps

Certainement, les fissures longitudinales et orientées, quelle que soit l’irrégularité de celles-ci sont à suivre avec une extrême exactitude par un moyen préformant qui est la photographie numérique en plus du traitement d’images à travers l’un des logiciels approprié au dessin assisté par ordinateur DAO. Dans notre domaine, la Fig. 1.2.a montre qu’il y on n’a pas mieux qu’Autodesk particulièrement le logiciel AutoCad et sa barre d’outil (polyligne ou polyline). Quoique, cette dernière technique soit adaptée à la fois pour mesurer parfaitement la longueur de fissure ainsi son ouverture maximale, et avec une incertitude nulle. Néanmoins, on peut prendre la taille de cette ouverture rapidement in-situ à travers l’outillage et l’instrument de laboratoire comme les petites règles graduées de l’ordre de quelques centimètres (cm), ou par des comparateurs digitaux ou mécaniques dont la course est de quelques millimètres (mm). Tout ça en cas de fracture dont les lèvres se situent dans un seul plan, sinon en cas de fente bidirectionnelle occupant deux plans, ces comparateurs sont placés dans un fissuromètre à palpeur ou bidirectionnel ce qui donne bien évidemment la lecture dans deux sens différents comme le montre la Fig. 1.2.b.

On voit dans la Fig. 1.2.c, que la profondeur d’une fissure a toujours été devant un empêchement de sa prise lors de mesurages, car elle est tridimensionnelle au-dedans du béton. Ce mesurage, fait appel à d’autres genres de technique au moyen d’outils non destructifs (la technique gammagraphie...).

En outre, ces cassures ne maintiennent pas la même forme, ni longueur, ni profondeur dans le temps, elles peuvent apparaître ou disparaître selon leurs causes. Dans ce cas, la détection de la naissance de nouvelles fentes débute par l’application du plâtre ou de plusieurs couches de peinture de couleurs différentes. Ce qui permet d’obtenir une excellente cartographie claire du réseau de microfissure marqué sur ce plâtre/peinture, ce qui est claire dans la Fig. 1.2.b. Comme une démarche plus performante, des photos de l’élément inspecté doivent être prises régulièrement au fur et à mesure au cours du temps. Ce qui peut servir à enregistrer l’état de santé du matériau, afin d’éviter l’endommagement brusque des structures en béton.

3. III. RÉSULTATS

1. III.1. Identification Des Causes Directes/Indirectes

Parmi les méthodes de détermination des causes de la détérioration du béton par fissuration, on trouve celle probabiliste sous forme d’organigramme. Elle consiste à rechercher les erreurs dans le projet « une charge causée par quelque défaut dans l’étude de l’ouvrage ou les dessins des plans aux bureaux d’études, problème d’exécution, la relation entre l’emplacement du désordre crée dans la structure et la nature probable de l’excès de contrainte... ». Puis à établir un rapport entre les causes possibles et les trois symptômes fondamentaux « Fissures, Désagrégation, Épaufrure », et enfin à éliminer les possibilités facilement identifiables.

En fait, cette méthode possède une large liste de causes mais bien limitée « Phénomènes résultant des opérations de construction, retrait au séchage, contraintes thermiques de la variation de la température ambiante ou celle interne, absorption d’eau par le béton, corrosion des barres d’armature dont l’origine chimique et électrolytique, réactions chimiques et altération d’ordre général, ondes de choc, érosion, détails mal étudiés, erreurs au cours de l’étude ». Il est clair que cette méthode ne prend pas en considération les paramètres qui peuvent intervenir indirectement c’est-à-dire à loin effet. Comme l’effet des attaques d’éléments chimiques situant dans le sol, ou dans les couches profondes du sol voire même des eaux souterraines et nappe phréatique et les poussées créées par le niveau qu’elle peut atteindre dans les saisons pluviales ou sèches. En plus des actions répétitives des eaux d’inondation, lorsque la conception en béton est implantée dans une zone inondable, sans oublier bien évidemment les effets accidentels « pollution excessive, le changement de climat actuel, les mouvements des terrains répartis aux différents pays et continents.... ». Cette méthode ne tient pas en compte également de la classification de ces causes selon leurs aspects (physique, chimique, mécanique, géologique ...). Vu que cet ordonnancement facilité le traitement de la réparation par la suite ainsi la fiabilité de celle-ci dans le temps d’où la durabilité des conceptions sera garantie.

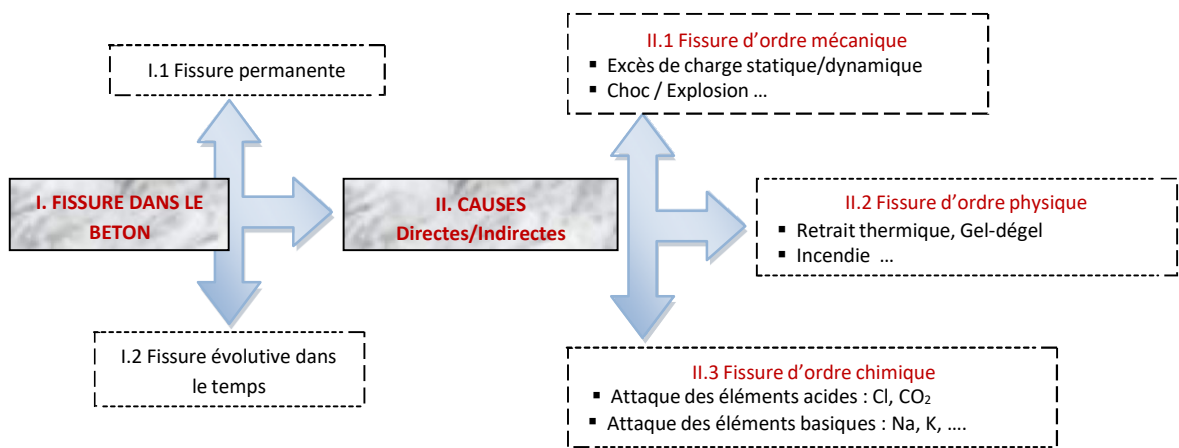


Fig.2 Schématisation des types de fissures existantes dans le béton et leurs causes.

Il est commode de retenir d’abord que la fissuration dans le béton est évolutive ou non dans le temps à travers le monitoring. Ensuite, établir un prédiagnostic basé sur la récolte de toutes les informations lors de l’étude et des plans de génie civil et architecture, ainsi les détails pendant la mise en œuvre dans le chantier et mise en service de la conception. Et passé même à faire une enquête sur l’historique du terrain d’implantation de l’ouvrage expertisé, et analyser les couches profondes de ce sol et l’environnement en

général. La détermination des causes est une dernière étape pour le diagnostic, en analysant toutes données récoltées on aboutit sans doute à la détermination des causes réelles de la fissuration seule ou accompagnée d'autres symptômes pathologiques dans le béton. Cela permis surement de classer ces causes pour entamer la section des réparations et les meilleures techniques avec une portion de réussite et fiabilité très élevée, cela est résumé dans la Fig. 2.

L'ouverture de fissure au niveau des plots des éprouvettes en béton 7 x 7 x 28 cm³ confectionnés au laboratoire de génie civil à l'université d'Annaba (Algérie). Par des matériaux locaux et des granulats réactifs face à un milieu alcalin, trois types de béton sont formulés : A, B40° et B50° avec trois éprouvettes pour chacun d'eux et par chaque âge 28 jours, 3 et 6 mois et en totalité 27 éprouvettes. Ce béton a été attaqué chimiquement par une solution NaOH et KOH et en présence de température accélérant les réactions entre (40 et 50°C), pendant une durée de six mois (6 mois) d'essais comme le montre les photos de la Fig. 6.1 et la Fig 3 ainsi que le tableau. 1.

Le suivi des fissures montre que ces fissures sont évolutives dans le temps, les microfissures commençaient d'apparaître depuis l'âge de vingt-huit jours (28 j), elles sont ensuite prises par un fissuromètre de 24 fois de grossissement ainsi qu'un appareil numérique de marque SONY. Le motif de microfissure tracée en prenant la forme de la lettre Y sur les surfaces externes, suite à la cause purement chimique associée aux attaques des alcalins, ce qui est connu depuis environ 1940 par l'Alcali-Granulat-Réaction (AGR). Cet évolutif motif est réparti dans le temps et devient de plus en plus visible, il accroît dans sa longueur ainsi en taille de fentes. En outre les ouvertures les plus visibles se trouvaient au niveau des inserts en acier (Invar) utilisées dans le mesurage des retraites et dilatation dans le béton des photos de la Fig.6.1 dont la formulation est détaillée dans le tableau. 1.

Le tableau. 1 résume le protocole expérimental élaboré selon les normes canadiennes ACNOR, Européennes et françaises EN et AFNOR, dont les codes sont: AFNOR-301[7]; AFNOR-304 [5]; AFNOR-309 [6]; AFNOR-554 [7]; AFNOR-555 [8] et AFNOR.EN-933.2 [9]. La formulation était choisie selon la méthode Dreux Gouris, l'affaissement des bétons était en respectant AFNOR-451 [10] ou ACNOR-5C [11]. Un démoulage est fait au maximum au bout de 48 heures après cure de 30 minutes à 23°C conformément à AFNOR-405 [12]. Les expansions sont prises selon ACNOR CSA 32.2-14A et AFNOR NF P 18-587.

TABLEAU.1
MATÉRIAUX LOCAUX UTILISÉS DANS LA CONFECTION DE 27 ÉPROUVETTES 7 x 7 x 28 cm³ EN BÉTON.

BETONS	Gravier et Sable	H ₂ O	Ciment	E/C	C/G	Alcalin	HR et T°	Formule	Âge
Béton A	(5/15); (1525) mm	157 L/m ³	420 kg/m ³	0,4	2,25	0,3 % Na ₂ O _{eq}	100%; 20°C	Dreux Gouris	1, 3 et 6 mois
Béton B (40°C)	(0-5) mm,					1,25 % Na ₂ O _{eq}	100%		
Béton B (50°C)	Module de finesse MF 2,75						40 à 50°C		

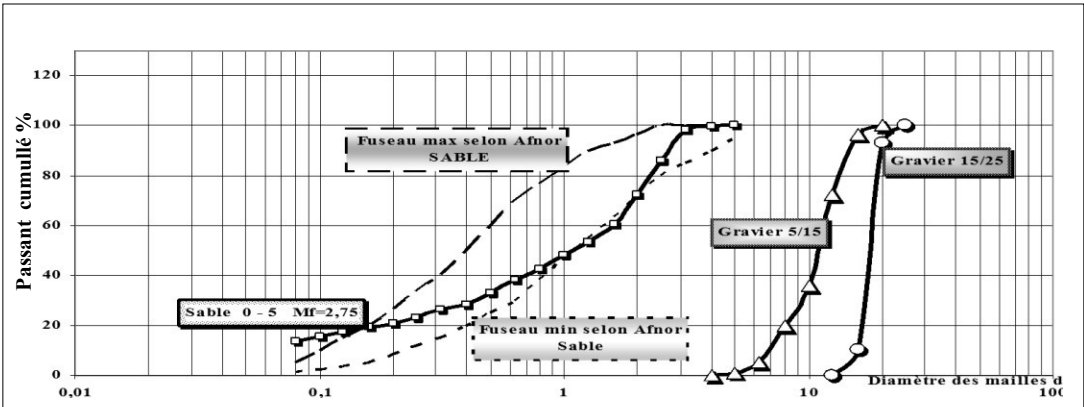


Fig.3 Courbe granulométrique des granulats utilisés la confection du béton des 27 éprouvettes 7 x 7 x 28 cm³.

Il est à noter dans les Figs.4 à 6 que ces fractures dans les bétons B (40° et 50°C) ne sont pas évolutives seulement, elles sont accompagnées des excès de longueur dans toutes les éprouvettes, ces dilatations sont

de l'ordre micrométrique (μm). On a enregistré pour le béton B 40°C une ouverture maximale de fissuration de 1 mm formée au bout de 3 mois d'essai, et à un âge proche (à 4 mois) on mesure l'expansion maximale d'environ 0,11 %, suite à l'effet du gel formé ne cessait pas de se produire durant les six mois d'essai et de réaction.

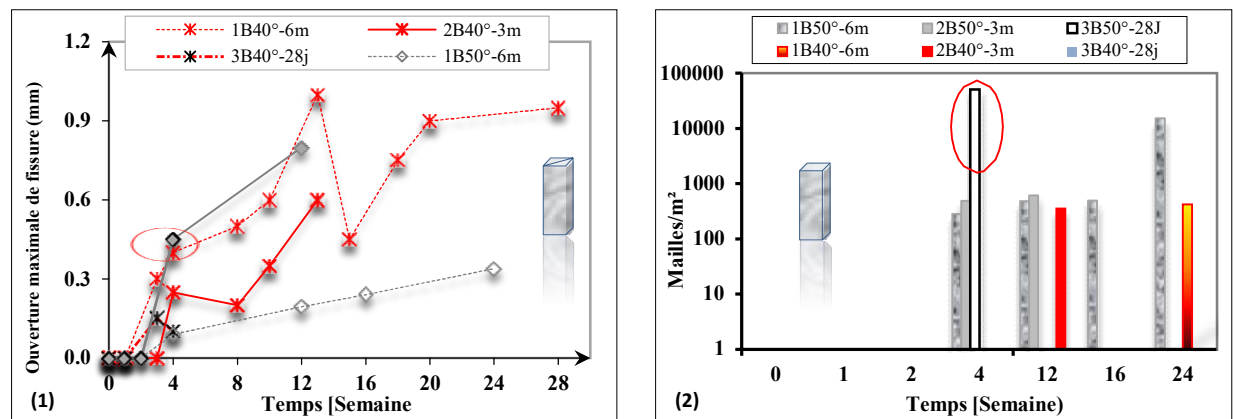


Fig.4 Évolution des ouvertures de fissures et maillage (Echelle Log-10) aux éprouvettes prismatiques 7 x 7 x 28 cm3 en béton B de 1 à 6 mois d'âge.

En contrepartie et dans les mêmes Figs.4 à 6, le nombre de faïençage extrême à 6 mois est au niveau du béton B 50°C qui est le moins fissuré et expansé par rapport à celui B40°C, où on a compté plus de 15000 mailles / m². Il est à signaler que les 51000 mailles / m² trouvées dans le béton B 50°C de 28 jours d'âge, ce nombre reste à expliquer par plus d'autres analyses chimiques car on a mesuré des expansions et ouvertures semblables et proche l'un à l'autre aux autres bétons B50°C précisément à 28 jours.

Or les bétons témoins A de la Fig.6 ne montraient que des retraits ce qui présente le cas ordinaire d'un béton normal, avec une absence totale de fracturation ou autres signes de dégradation.

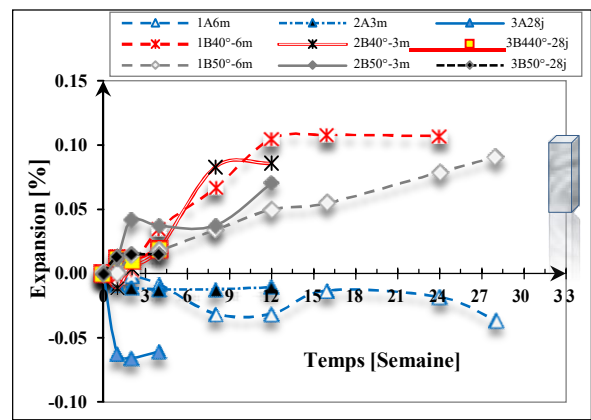


Fig.5 Expansion des éprouvettes prismatiques 7 x 7 x 28 cm3 en béton B de 1 à 6 mois d'âge selon ACNOR CSA 32.2-14A et AFNOR NF P 18-587

Dans les photos de la Fig. 6.1, on a des formations de gel de couleur blanche résultant de ces réactions chimiques avec les granulats sensibles. Ce qui a conduit à la perte de la couleur grise dans les parements externes de ce matériau comparé à un béton en bonne santé (Béton témoin A sans attaque chimique). Ca ne s'arrête pas là, ce motif de fissure dans les photos de la Fig. 6.1 devient de plus en plus longue jusqu'à la formation d'autre genre de fracture en maillage dite faïençage, chacune de ces mailles est de l'ordre de quelques (cm²).

En plus la photo Fig.6.2 présente une photo de l'effet des cycles de gel-dégel dans les fondations d'une conception en béton où on note l'illustration des fissures en écaillage suite à l'augmentation de volume d'eau d'environ 9 % .

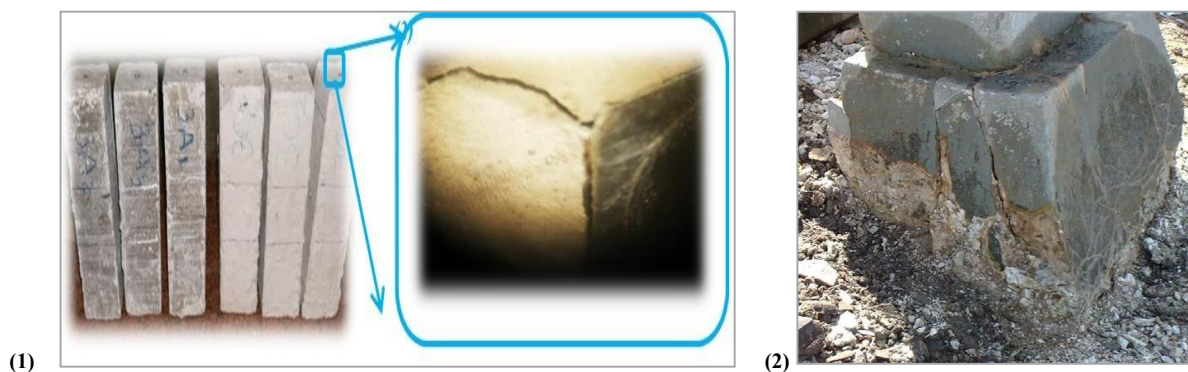


Fig.6 Différents types de fissure dans les prismes 7 x 7 x 28 cm3 en béton dégradés B de 1 à 6 mois d'âge.

2. III.2. Intervention Pour La Réparation Et Aspect De La Fissure

Lorsqu'une conception en béton armé est détériorée on aura soit une dégradation de la qualité du matériau (Béton). Soit une réduction de la quantité d'acier par la corrosion d'où la diminution de la section d'acier (A_s) avec un excès de volume de ce matériau suite à la formation de rouille. Dès la détermination des causes de fissure dans le béton, les origines seront certainement d'ordre physicomécanique ou chimique, la réparation cas par cas est généralement comme suit :

1. Béton dégradé physico- mécaniquement, d'où il soit peu dégradé, soit à remplacer ou à renforcer, on doit :

- Enlever le béton dégradé et fissuré pour être remplacé.
- Augmenter la section du béton remplacé par chemisage.
- Renforcer la couche du béton ajouté et crépissage par des fibres métalliques et autres.
- Additionner des éléments structuraux pour supporter l'excès de chargement, en respectant le diagramme réel des contraintes et déformations dans la construction étudiée
- Ajouter la résine époxy pour assurer une bonne adhérence entre Nouveau-Ancien béton.
- Protéger le béton réparé par des isolants « étanchéité, peinture, humidification ou arrosage suffisant en cas de présence de forte température, ...

Lorsque l'acier est dégradé par corrosion, on doit donc :

- Remplacer la quantité d'acier perdu, par l'usage de section plus élevée.
- Utiliser des aciers inoxydables pour empêcher la corrosion.
- Renforcer les armatures par l'ajout de trillé à soudé, fer plat, des fibres métalliques au béton d'enrobage ...etc.
- Utiliser la peinture antirouille, des systèmes de perturbation électroniques ou cathodiques dans le milieu auquel s'expose la structure...

2. En cas de béton dégradé chimiquement, d'où il soit peu dégradé, soit à remplacer ou à renforcer, il faut dans ce cas que :

- Le béton peu dégradé soit à conserver, il faut déterminer la réaction qui attaque le béton, ainsi que les réactants afin d'arrêter la continuité de cette réaction agressive. On peut le traiter par des produits chimiques afin de ralentir la vitesse de la réaction, ou l'arrêter si c'est possible (Laitier, Lithium, Fumée de silice, cendre volante, silane et siloxanes....)
- Le béton dégradé soit à remplacer, il faut enlever les parties ou l'élément structurel dégradé. En reconstruisant ces éléments enlevés, en utilisant des matériaux de construction résistant dans les milieux agressifs comme les ciments imperméables ou ciments hydrauliques ...
- Le béton dégradé soit à remplacer, il faut augmenter les sections des éléments en béton armé, ainsi que la résistance des matériaux de reconstitution par l'emploi du béton et des fibres métalliques à titre d'exemple ou béton à base de ciment à forte résistance et classe plus élevée.

Lorsque l'acier est dégradé par les milieux acides seulement car les milieux basiques sont bénéfiques pour les aciers. On doit intervenir de la même manière que dans le cas précédent, c'est-à-dire :

- Remplacer la quantité d'acier perdu, ou le renforcer par l'ajout de quantité supplémentaire d'acier par moyen de trillé à soudé, fer plat, des fibres métalliques...
- Utiliser des aciers inoxydables.
- Et la protection à travers l'usage de peinture antirouille, la perturbation électronique ou cathodique...

3. IV. CONCLUSIONS

En conclusion, ce travail présente les techniques de réparation des conceptions de génie civil en béton endommagé et fissuré qui sont à conserver en cas de dégradation faible, ou à remplacer en cas de dégradation considérable sinon à renforcer en cas de stade avancé de dégradation.

Où on a passé par la détermination des causes, afin d'aboutir à une meilleure intervention de réparation adéquate et convenablement exécutée pour une longue durée de vie de mise en service. L'étude de ces techniques pose une complexité extrême lorsque ses causes sont d'ordre chimique, car il en résulte que le plus grave type de fissure vis-à-vis de sa taille d'ouverture, de sa propagation dans les parements du béton ainsi en profondeur, et de sa vitesse d'évolution au cours du temps. Mais la technologie ne cesse pas de trouver des solutions quel que soit le degré et la vitesse d'endommagement que ce soit en béton ou même pour les aciers.

REFERENCES

- [1] D. Watt, P. Swallow, "Concrete: Building Pathology", Livre, Edi Susan Macd, p.xiv 1973.
- [2] R.H. Courtier, *Évaluation de l'ASR au Structures affectées*, Journal ciment et béton composites, Elsevier, vol. 12, pp. 191-201, 1990.
- [3] G. Bruno et A. Le Roux, *Alcali-réaction dans les structures en béton : Mécanisme, pathologie et prévention*, Livre, Techniques de l'ingénieur C 2 252v2, 2008.
- [4] B. Bruno, *Le découpage du vieux pont de Térénez a démarré*, Journal Ouest France, 2014.
- [5] AFNOR NF P18-304. *Granulometry of aggregates (E)*. French association for standardization, Dec 1973.
- [6] AFNOR NF P18-309. *Aggregates- Rotary- Furnace made expanded clay or shale aggregates for making concrete (E)*. French association for standardization, Dec 1982.
- [7] AFNOR NF P18-554. *Aggregates- Measurements of mass per unit volume, porosity, coefficient of absorption and contain in water of chippings and pebbles (E)*. French association for standardization, Dec 1979.
- [8] AFNOR NF P18-555. *Aggregates- Measurements of mass per unit volume, coefficient of absorption and contain in water of sands (E)*. French association for standardization, Apr 1980.
- [9] AFNOR NF EN 933-2. *Tests Method for geometrical properties of aggregates*. French association for standardization, 1996.
- [10] AFNOR NF P18-451. *Concretes- Slump test (E)*. French association for standardization, Dec 1981.
- [11] ACNOR CSA A23.2-5C. *Concrete slump determination*. Canadian standard association, Oct 1994.
- [12] AFNOR NF P18-405. *Concretes data test manufacturing and samples conservation (E)*. French association for standardization, Dec 1981.

Les énergies renouvelables comme facteur d'amélioration des grandeurs macro-économiques

Amel CHADLIA

achadlia@esgen.edu.dz

Ecole Supérieure de Management et d'Economie Numérique Kolea Algérie

Mots clés : Energies renouvelables, croissance économique

Résumé : L'objectif de cette recherche est double. D'abord; il traite de l'aspect économique lié au développement des énergies renouvelables, sujet encore peu abordé. Deuxièmement, il s'agit d'analyser la contribution des facteurs relatifs à ces énergies renouvelables pour améliorer la croissance économique en Algérie. Notre étude porte sur une période de 10 ans et vise à tester la nature de la relation entre la production des énergies renouvelables et la croissance économique en Algérie.

I. Introduction :

Il est devenu clair que les réserves d'énergies fossiles ne sont pas infinies et que leur utilisation engendre des problèmes écologiques insurmontables.

Une énergie renouvelable est une source d'énergie qui provient d'un phénomène naturel régulier ou constant et qui se renouvelle assez rapidement pour être considérée comme inépuisable. Le pétrole ou le gaz naturel ne sont pas des énergies renouvelables car il faudrait des millions d'années pour reformer la quantité d'énergie fossile que l'on consomme actuellement. De même, l'énergie nucléaire n'est pas une énergie renouvelable car la réserve d'uranium disponible sur terre est limitée. Donc, nous pouvons dire, que le recours aux énergies renouvelables est plus que nécessaire et obligatoire.

Aujourd'hui, les énergies renouvelables sont toujours sous-exploitées par rapport à leur potentiel.. Dans les années à venir, tout système énergétique durable sera basé sur l'utilisation rationnelle des sources traditionnelles et sur un recours accru aux énergies renouvelables.

II. Les formes d'énergies renouvelables :

Il existe plusieurs formes d'énergies renouvelables et nous pouvons citer :

1. L'énergie de la biomasse :

La biomasse est répartie en quatre catégories : la biomasse sèche (bois, déchets agricoles...), le biogaz, les déchets municipaux renouvelables solides et la biomasse humide (bioéthanol, biodiesel, huile végétal ...).

2. L'énergie géothermique :

Classiquement, trois types de géothermie sont distingués selon le niveau de température disponible à l'exploitation :

- ✓ La géothermie à haute énergie ou géothermie privilégiée qui exploite des sources hydrothermales très chaudes, ou des forages très profonds où de l'eau est injectée sous pression dans la roche. Cette géothermie est surtout utilisée pour produire de l'électricité ;
- ✓ La géothermie de basse énergie : géothermie des nappes profondes (entre quelques centaines et plusieurs milliers de mètres) aux températures situées entre 30 et 100 °C. La principale utilisation est appliquée pour les réseaux de chauffage urbain ;
- ✓ La géothermie de très basse énergie : géothermie des faibles profondeurs aux niveaux de température compris entre 10 et 30 °C. Sa principale utilisation est le chauffage et la climatisation individuelle.

3. L'énergie hydraulique :

C'est la première énergie renouvelable au monde. L'énergie hydraulique est l'énergie fournie par le mouvement de l'eau, sous toutes ses formes : par exemple la chute d'eau.

4. L'énergie éolienne :

L'énergie éolienne est une énergie qui utilise le vent. L'éolienne est composée d'un mat, d'une hélice et d'un alternateur. Il existe deux types d'éoliennes, les éoliennes terrestres et maritimes. La différence entre les deux est qu'en mer, le vent est beaucoup plus régulier et fort que sur la terre environ 60% de plus mais son coût est très élevé.

5. L'énergie solaire :

Le soleil est une source quasiment inépuisable d'énergie qui envoie à la surface de la terre un rayonnement qui représente chaque année environ 8400 fois la consommation énergétique de l'humanité. Cela correspond à une puissance instantanée reçue de 1 kilowatt crête par mètre carré (kWc/m2) répartie sur tout le spectre, de l'ultraviolet à l'infrarouge. Les déserts de notre planète reçoivent en 6 heures plus d'énergie du soleil que n'en consomme l'humanité en une année.

III. Etude de la relation entre le développement des énergies renouvelables et les indicateurs macroéconomiques :

. Le tableau ci-dessous, nous indique l'évolution de la production de l'électricité en utilisant l'énergie renouvelables ainsi que le taux de croissance économique en Algérie et ceux pour l'année 2010 jusqu'à 2021.

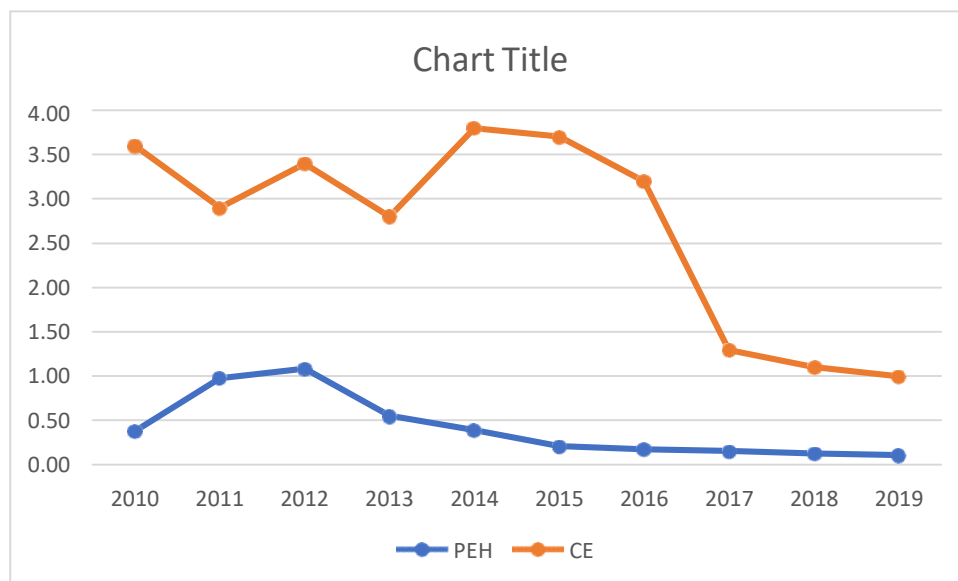
Dans, notre travail, nous avons retenu les deux variables suivantes :

1. Production d'électricité - hydroélectricité (PEH) en (% de la production totale) : Il s'agit du pourcentage de production de l'électricité dont la source est l'énergie hydroélectrique (forme d'énergies renouvelables) ;
2. La croissance économique (CE) en %, est un indicateur macroéconomique très important que chaque pays veut optimiser ; elle représente la variation relative du volume du PIB en dollars constants entre deux années.

Tableau N°1 : Relation production énergies renouvelables et croissance économique.

	PEH	CE
2010	0,38	3,6
2011	0,98	2,9
2012	1,08	3,4
2013	0,55	2,8
2014	0,40	3,8
2015	0,21	3,7
2016	0,18	3,2
2017	0,15	1,3
2018	0,13	1,1
2019	0,11	1

Figure 1 : Relation production énergies renouvelables et croissance économique.



Selon la figure ci-dessus, nous remarquons que l'évolution des deux graphiques pour les deux variables sont similaire ; ce qui nous permet d'avancer que la relation existe et elle est positive ; et pour confirmer ce qui a été dit, nous avons calculé le coefficient de corrélation entre ces deux variables, et il est égal à : 49.93%

IV. Conclusion :

Dans ce travail, nous avons essayé de démontrer comment les énergies renouvelables contribuent-elles à améliorer les indicateurs macroéconomiques et plus précisément la croissance économique. L'analyse de la relation entre la production des énergies renouvelables et la croissance économique est positive.

Références bibliographiques :

- M. Angel Cid Pastor "Conception et réalisation de modules photovoltaïques électriques. Thèse présentée en vue de l'obtention de grade de Docteur de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse 2006.
- C. Cédric, "Optimisation énergétique de l'étage d'adaptation électronique dédié à la conversion photovoltaïque", Thèse de doctorat université Toulouse, 2008.
- N. Femia, G. Petrone, G. Spagnuolo and M. Vitelli, " Optimization of Perturb and Observe Maximum Power Point Tracking Method", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol.20, No. 4, pp. 16-19, Mar. 2004;
- W. J. A. Teulings, J. C. Marpinard, A. Capel, and D. O'Sullivan, " A new maximum power point tracking system", IEEE Power Electronics Specialists Conference 1993, PESC'93, pp. 833-838, Jun. 1993.
- R. Abdessemed, " Modélisation des machines électriques", Batna universitypress, 1997 ;
- F. Meibody-Tabar, "Machines synchrones à aimants permanents alimentées par onduleurs de tension ; modélisation, commande et segmentation de puissance," Habilitation à Diriger des Recherches, Nancy, janvier 2000.
- ASSEMBLÉE PARLEMENTAIRE DE L'UNION POUR LA MÉDITERRANÉE : réf «DV\930267EN.doc AP101.413v01-00 ».
- perspective.usherbrooke.ca

Valorisation des déchets des coquilles d'œufs de poules dans l'industrie du ciment

Lyamine Briki¹, Loucif Ali-Bouacida² and Nouredine Lahbari³

¹Département de Génie Civil, Faculté de Technologie, Batna, ALGERIE.

²Département de Génie Civil, Faculté de Technologie, Batna, ALGERIE.

³Département de Génie Civil, Faculté de Technologie, Batna, ALGERIE.

l.briki@univ-batna2.dz

Résumé. Dans cette étude nous avons ciblé trois objectifs : un objectif économique de minimisation des dépenses énergétiques, un objectif technologique de fabrication d'un ciment authentique par recyclage en améliorant ses performances mécaniques vis-à-vis du ciment Portland ordinaire, et un objectif écologique de minimisation des émissions de CO₂ résultant de la décomposition du carbonate lors de la cuisson et préservation ainsi des ressources naturelles.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons développé un nouveau ciment composé par une substitution partielle du clinker par les cendres volantes des déchets des coquilles d'œufs de poules à des proportions de 15%, 30% et 45% de remplacement. Ces substitutions ont été choisies sur la base de la présence de la chaux CaO dégagée par calcination des coquilles d'œufs de poules qui peut réagir avec la silice SiO₂ contenue dans le clinker.

Plus le taux de CCOP est élevé, plus la résistance augmente et se rapproche de la résistance du CPA.

Cette substitution de 45% de clinker réduit la consommation d'énergie du clinker presque à la moitié de 1450 °C à 750 °C.

Mots clés : Eco-ciments, Ciment CPA, Coquilles d'œufs de poules, Calcination, Résistance.

1 INTRODUCTION

L'une des alternatives pour réduire l'impact négatif de l'industrie du ciment sur l'environnement est de remplacer partiellement le clinker du ciment Portland par des matériaux pouzzolaniques pour produire des ciments composés. Les ciments argilo-calcaires calcinés (LC3) sont l'une des alternatives prometteuses pour les ciments durables à hautes performances [1-4]. Des études antérieures se sont concentrées sur différentes étapes du traitement des argiles calcinées, telles que le broyage [5] et le contrôle de la couleur [6]. Ces matériaux pouzzolaniques sont soit des matériaux naturels comme la pouzzolane naturelle [7], des matériaux traités thermiquement comme le métakaolin [8], soit des sous-produits industriels comme les fumées de silice [9], les cendres volantes [13] et le calcaire [11,12]. Ces additions minérales, composées principalement soit de silice, soit de silice et d'alumine, présentent une certaine activité chimique dite « pouzzolanique » qui leur permet de réagir avec la chaux pour former des composés proches des hydrates de ciment.

Aujourd'hui, il est admis que la silice et l'alumine dans les phases vitreuses sont réactives [10]. L'incorporation des coquilles d'œufs de poule comme renfort dans une matrice cimentaire a fait l'objet de quelques travaux, notamment ceux de Ferone et al. [14] ; Capasso et al. [15]

L'objectif est d'étudier la qualité pouzzolanique des cendres de coquilles d'œufs de poule dans le mortier et le travail expérimental porte sur la mise au point de différentes compositions de mortier intégrant la cendre de coquilles d'œufs de poule, les résistances mécaniques sont ensuite déterminées.

2 METHODOLOGIE

Coquilles d'œufs de poules calcinées

Après broyage des coquilles d'œufs de poules, la poudre a été finement analysée par fluorescence XRF. La composition chimique du CCOP avant et après la calcination est donnée dans (tableau 1).

Tableau 1.a. Composition chimique des coquilles d'œufs de poules avant calcination

Oxyde	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	TiO ₂
Contenu %	0.044	0.021	3.4	53.57	0.724	0.137	0.073	0.621	0.281	0.021

Tableau 1.b. Composition chimique des coquilles d'œufs de poules après calcination

Oxyde	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3
Contenu %	-1.686	1.890	0.170	71.020	-0.162	0.076	0.342	0.214

Dosage des mélanges

Quatre mélanges de trente-six éprouvettes de mortier préparés dans ce travail expérimental conformes à la norme européenne NF EN 196-1.

Ainsi, nous avons opté pour un Ciment Portland CEMI (CPA) composé de 95% de clinker et de 5% de gypse avec une résistance caractéristique à 28 jours de 50,3Mpa.

Les compositions chimiques du gypse sont données par le tableau 2 suivant :

Tableau 2. Composition chimique du gypse

Eléments %	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	CL
Gypse	8.50	2.54	1.04	29.32	3.07	36.53	0.53	0.03	0.008

Préparation des éprouvettes

Tous les mélanges dont le rapport eau/liant est pris égal à 0,5 ont été fabriqués avec une teneur en liant de 450g et une teneur en sable de 1350g soit un rapport C/S 1/3.

La teneur en liant de tous les autres mélanges est maintenue fixe à 450 g. Le premier mélange est composé uniquement de Ciment Portland CPA sans utiliser de superplastifiant, il sert de référence dans ce programme expérimental, les cendres des coquilles d'œufs de poule (CCOP) ont été utilisées pour remplacer 15%, 30% et 45% en masse de CPA sans ajout de superplastifiant. Il s'agit respectivement de trois mélanges CCOP1, CCOP2 et CCOP3.

Les proportions massiques des différents constituants du ciment sont mentionnées dans le tableau 3.

Tableau 3. Identification des différents mélanges

Type de ciment	Constituants du ciment			Constituants du mortier		
	Clinker %	Gypse %	CCOP %	Ciment	Eau	Sable
CPA	95	5	00	450	129	1350
CCOP1	80	5	15	450	165	1350
CCOP2	65	5	30	450	240	1350
CCOP3	50	5	45	450	240	1350

3 RESULTATSET DISCUSSIONS

Influence de la consistance normale sur les ciments synthétisés

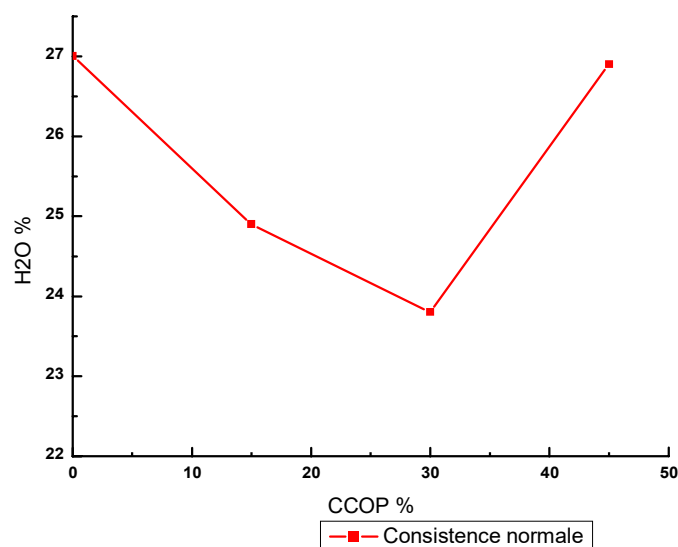


Figure 1. Résultats du test de consistance normale.

L'ajout de CCOP pose certains défis à la demande en eau et à la maniabilité des mortiers à base de clinker. Il a été montré que la demande en eau est plus élevée lorsque le ciment est remplacé par un grand % de la CCOP. Cela s'explique par la grande surface spécifique due au caractère poreux et conférant à la cendre un rôle d'éponge.

Influence du taux de substitution CCOP sur l'apport du ciment synthétisé

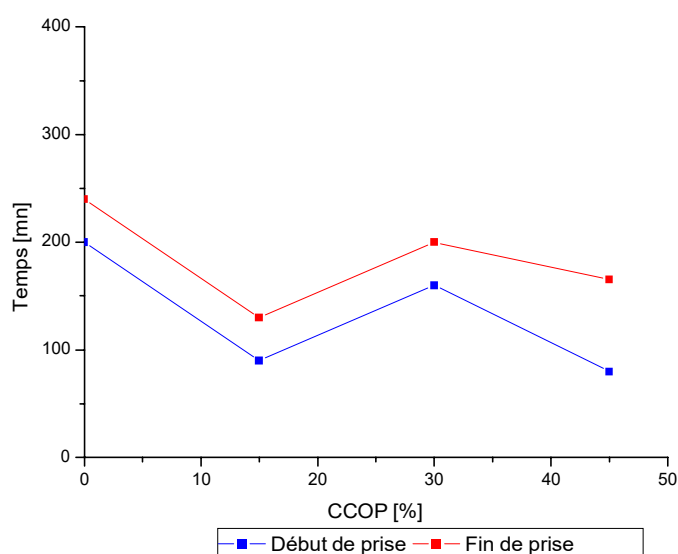


Figure 2. Résultats de début et de fin de prise

La figure 2 montre que les ciments CCOP ont un temps plus court que le ciment Portland standard.

En revanche, pour les CCOP un temps de début et fin de prise est variable en deux courbes parallèles et en escaliers avec un temps de fin de prise d'un CCOP à 45% est légèrement plus élevé par rapport à celui du début de prise.

Influence de la densité sur la pâte des ciments synthétisés

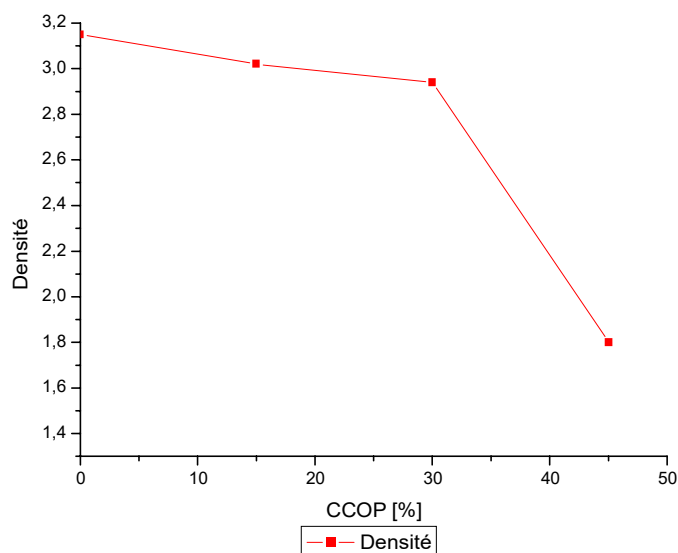


Figure 3. Effet du taux d'ajout de CCOP sur la densité.

La densité du ciment CCOP est inférieure à celle du CPA surtout pour celle de 45%. Par conséquent, si une partie du ciment est remplacée par du CCOP par rapport à la masse, le volume des pâtes de mélange augmente. Les ciments CCOP empêchent la formation de particules de ciment dans des blocs.

On constate que la surface SSB des ciments synthétisés augmente en fonction du taux croissant de substitution du clinker, cela peut être dû à la nature de la substitution incorporée (CCOP).

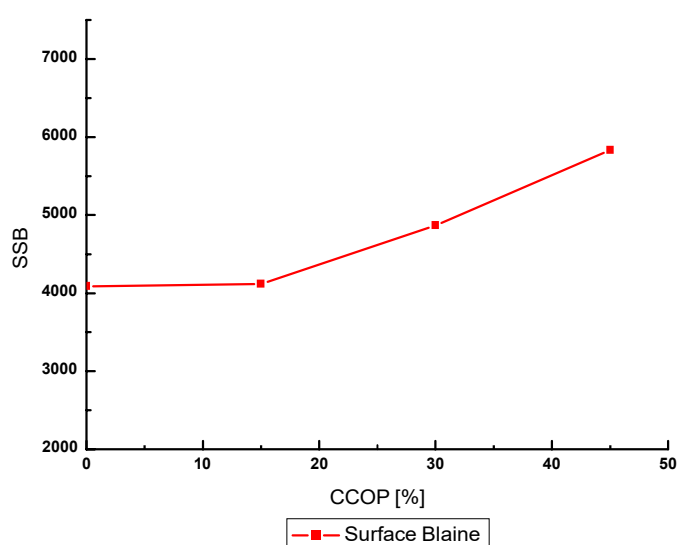


Figure 4. Effet du taux d'ajout de CCOP sur la surface spécifique Blaine.

Comportement mécanique des mortiers

Des essais d'écrasement des éprouvettes cubiques 4x4x16 ont été réalisés afin de déterminer la résistance moyenne à la compression de trois éprouvettes à différents âges de durcissement.

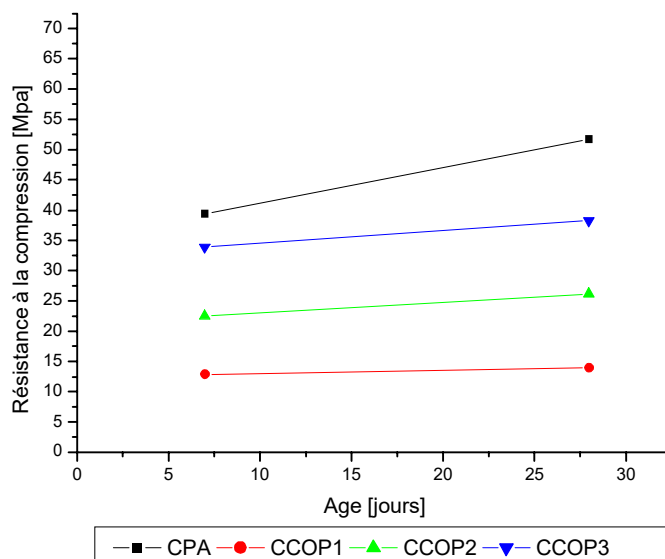


Figure 5. Résultats des tests de compression.

La figure 5 nous montre que lorsqu'il y a une augmentation du pourcentage de cendre des coquilles d'œufs de poules, il y a une augmentation de la résistance à la compression de manière parallèle ; légèrement incliné par rapport à celui du mortier témoin CPA.

De même, des essais de traction sur trois supports d'éprouvettes normalisées 4x4x16 ont également été réalisés afin de déterminer la résistance moyenne à la traction de trois éprouvettes à différents âges de durcissement.

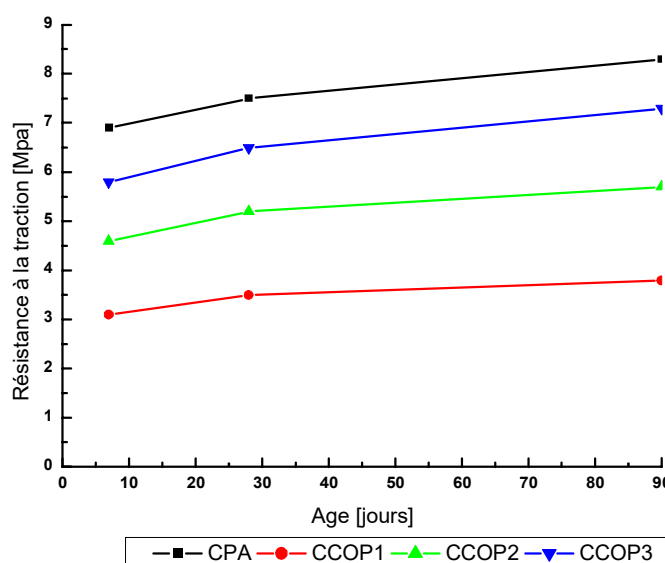


Figure 6. Résultats des tests de traction.

La figure 6 nous montre que lorsqu'il y a une augmentation du pourcentage de la cendre des coquilles d'œufs de poules, il y a une augmentation de la résistance à la traction d'une manière analogue à celle en compression mais même avec le mortier témoin CPA.

4 CONCLUSION

Cet article a des intérêts techniques, économiques et écologiques indéniables. En effet, l'étude entreprise, nous apprend :

Qu'il est possible d'exploiter les Cendres des Coquilles d'Œufs de Poules qui ont prouvé qualitativement qu'elles pouvaient être une bonne pouzzolane artificielle, Cela nous a permis d'étudier l'influence de la cendre de coquilles d'œufs de poule comme substitut sur le processus de fabrication du ciment Portland.

Les résultats obtenus montrent que ces matériaux présentent, après activation, une grande pouzzolanité qui permet leur ajout au clinker Portland avec un pourcentage pouvant aller jusqu'à 45% de la masse du clinker. Ce mélange optimal a une résistance à la compression à l'âge de 28 et 90 jours de 38,30 et 45,6 MPa respectivement et améliore considérablement la résistance à la traction par flexion à 28 et 90 jours jusqu'à 6,5 et 7,3 MPa respectivement.

L'amélioration de cette réactivité est obtenue en calcinant ces additions à des températures de 750°C au lieu de 1450°C pour le clinker. Cela réduit considérablement les émissions de CO₂ qui accompagnent la production de clinker de ciment Portland.

A l'avenir pour de nouveaux tests :

- Le rapport eau/liant devra être augmenté pour permettre une plus grande maniabilité.
- Trouver expérimentalement la teneur optimale de gypse du ciment synthétisé.
- Améliorer la densité du mélange-mortier en améliorant le remplissage des particules par l'ajout d'un superplastifiant.
- Influence de l'activité pouzzolanique en fonction du temps de broyage et donc de la surface spécifique des particules de cendres.
- Calciner les coquilles d'œufs de poules et utiliser les résidus issus de cette calcination en complément d'un liant tel que la chaux par exemple.

REFERENCES

1. Scrivener, K., Martirena, F., Bishnoi, S., Maity, S. Calcined clay limestone cements (LC3). CEM. CONCR. 2017. <https://doi.org/10.1016/J.Cemconres.2017.08.17>. Res 1 - 8.
2. Scrivener, K., Avet, F., Maraghechi, H., Zunino, F., Ston, J., Hanpongpan, W., et al. Impacting factors and properties of limestone calcined clay cements (LC3). GREEN MATER. 2019. <https://doi.org/10.1680/JGRMA.18.00029>. 73 – 14.
3. Zunino, F., Martirena, F., Scrivener, K. Assessing the effect of alkanolamine grinding aids in limestone calcined clay cements hydration. CONSTR. BUILD. MATER. 2020. <https://doi.org/10.1016/J.ConBuildMat.2020.121293>.
4. Zunino, F. Limestone calcined clay cements (LC3): Raw material processing, sulfate balance and hydration kinetics. EPFL Thesis, 2020.
5. Zunino, F., Scrivener, K. Increasing the kaolinite content of raw clays using particle classification techniques for use as supplementary cementitious materials. CONSTR. BUILD. MATER. 2020. 244. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.CONDUILDMAT.2020.118335>.
6. Martirena Hernandez, J.F., Almenares-Reyes, R., Zunino, F., Alujas-Diaz, A., Scrivener, K.L. Color control in industrial clay calcination. RILEM TECH, 2020. DOI:10.21809/RILEMTECHLEFT.2020.107. 51 – 7.
7. Mokhtaria, B., Fatiha, K.A., and Abdelaziz, S. Durability of mortars based on natural pozzolona and artificial pozzolan. NATURE AND TECHNOLOGY REVIEW, 2009. Vol. 01, P. 63 to 73
8. Kadri, E., Kenai, S., Ezziane, K., Siddique, R., De Schutter, G. Influence of metakaolin and silica fume on the heat of hydration and compressive strength development of mortar. APPLIED CLAY SCIENCE, 2011. Vol. 53, P. 704 – 708.
9. Aghbaglou, A., Msezer, G.I., Ramyar, K. Comparison of ly ash, silica fume and metakaolin from mechanical properties and durability performance of mortar mixtures view point. CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, 2014. Vol. 70, P. 17 – 25.
10. Siline, M., Ghorbel, E., Bibi, M. Valorization of pozzolanicity of Algerian clay: optimization of the heat treatment and mechanical characteristics of the involved cement mortars. APPLIED CLAY SCIENCE, 2016. Vol. 132-133, P. 712 – 721.

11. Sui, S., Wilson, W., Georget, F., Maraghechi, H., Kazemi-Kamyab, H., Sun, W., et al. Quantification methods for chloride binding in portland cement and limestone systems. CEM. CONCR. RES. 2019. 125. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.CEMCONRES.2019.105864>.
12. Bentz, D.P., Stutzman, P.E., Zunino, F. Low-temperature curing strength enhancement in cement-based materials containing limestone powder. MATER. STRUCT. CONSTR. 2017. 50, DOI: <https://doi.org/10.01617/S11527-017-1024-6>.
13. Hoang, K., Justines, H., Geiker, M. Early age strength increases of fly ash blended cement by a ternary hardening accelerating admixture. CEM. CONCR. RES. 2016. <https://doi.org/10.1016/J.CEMCONRES.2015.11.004>. 81 59 – 69.
14. Ferone, C., Capasso, I., Bonati, A., Roviello, G., Montagnaro, F., Santoro, L., Turco, R., Cioffi, R. Sustainable management of water potabilization sludge by means of geopolymers production. J CLEAN PROD, 2019. 229: 1 – 9.
15. Capasso, I., Lirer, S., Flora, A., Ferone, C., Cioffi, R., Caputo, D., Liguori, B. Reuse of mining waste as aggregates in fly ash-based geopolymers. J CLEAN PROD, 2019. 220:65 – 73.

Empathie Artificielle dans la Publicité et Anthropomorphisme de la Marque

Nadia Sfar

Enseignante à l'Institut Supérieur de Mode de Monastir ISMM
Stah Jabeur – Avenue du Golfe – 5019 – Monastir – B-P 114
E-mail : nadia.3lisfar@gmail.com

I. Introduction

Le besoin de créer une communication marketing basée sur l'empathie a été saillant depuis la période déstabilisante du covid-19 pandémique. Une communication « empathique » par rapport à l'humeur du consommateur et son état émotionnel, favoriserait l'intérêt commun et la bienveillance aux autres. (Prasetyo et Purnamasari, 2022).

Une pratique marketing pareille conduirait le consommateur à attribuer une caractéristique humaine et une conscience intellectuelle à la marque : c'est l'anthropomorphisme de la marque (Aggarwal et McGill 2012 ; Puzakova et al. 2013).

Notre étude est principalement centrée sur l'originalité de l'incorporation d'un langage empathique dans la communication publicitaire. L'intérêt est d'examiner l'effet de la perception de la publicité empathique par le consommateur sur sa tendance à anthropomorphiser la marque publicisée.

Induisant le consommateur dans différents états d'humeur, l'objectif de notre étude empirique est de tester le lien de causalité entre la perception par consommateur de la publicité empathique comme régulateur émotionnel son état d'humeur, et la tendance de ce consommateur cible à anthropomorphiser la marque publicisée.

Nous avons recouru à la méthode d'expérimentation pour vérifier les hypothèses de causalité avancées. Les stimuli d'induction de l'humeur du consommateur étaient soigneusement choisis et pré-testés, le type du produit sélectionné et le choix de la marque publicisée étaient justifiés, et les différentes publicités empathiques (congruentes et incongruentes à l'humeur du consommateur) étaient délicatement conçues et pré-testées.

II. Développement des Hypothèses de Recherche

Une revue de la littérature sur la base de notre problématique de recherche, et une prise en considération du nombre très faible de recherche qui ressemblent à la nôtre, nous ont permis de développer les hypothèses et propositions de recherche relatives à notre recherche.

Nous rappelons à ce niveau les objectifs fixés de notre recherche. Ce travail vise à :

- Explorer, dans la promotion des marques, l'efficacité de l'utilisation d'un « langage empathique » de régulation émotionnelle, compatible avec l'état affectif du consommateur.
- Comprendre la manière dont le lien entre les associations anthropomorphiques et les marques pourrait améliorer l'efficacité de la communication marketing.

L'absence d'un langage neutre dans la vie quotidienne a rendu inévitable et pratiquement impossible de se détacher de l'anthropomorphisme (Sealey et Oakley, 2013). Les spécialistes du marketing profitent du fait que notre langage quotidien ordinaire soit anthropomorphique (Kennedy, 1992) et de l'indisponibilité de langage neutre, pour utiliser un langage plus métaphorique, tel que – par exemple – la description délibérée de marques/produits à la première personne pour les rendre plus humains et les rapprocher du consommateur cible (Coppens d'Eeckenbrugge et Blistein, 2018).

De leur côté, les consommateurs utilisent les messages publicitaires pour satisfaire leurs besoins et désirs, pour se fournir une compagnie, pour résoudre leurs frustrations et insécurité, ou comme une forme d'évasion et de fantaisie (Brierley, 1995).

Les annonceurs peuvent alors incorporer dans leurs messages publicitaires un langage spécifique ciblant les sensibilités affectives de leurs cibles. Ces publicités sont capables de susciter des réponses favorables et agir comme un mécanisme de régulation émotionnelle pour les consommateurs (Kemp et al, 2013) : une humeur positive favorise les attentes qu'un message congruent à cette humeur permet de se sentir encore mieux, alors que l'humeur négative favorise les attentes que c'est plutôt les messages incongruents à l'humeur qui permettent de se sentir mieux (Di Muro et Murray, 2012).

De ce fait, le recours à un langage empathique dans les communications publicitaires, dotant la marque d'un rôle interpersonnel empathique, tendrait à stimuler l'anthropomorphisation de cette marque publicisée. Ainsi nos hypothèses de recherche sont les suivantes :

H : La perception de la publicité empathique **stimule** l'anthropomorphisme de la marque publicisée

H1a : Pour un consommateur induit dans une humeur positive, la perception de la publicité congruente à son humeur comme empathique **stimule** l'anthropomorphisme de la marque publicisée

H1b : Pour un consommateur induit dans une humeur négative, la perception de la publicité incongruente à son humeur comme empathique **stimule** l'anthropomorphisme de la marque publicisée

H2a : Pour un consommateur induit dans une humeur négative, la perception de la publicité incongruente à son humeur comme empathique **stimule** l'anthropomorphisme de la marque publicisée

H2b : Pour un consommateur induit dans une humeur négative, la perception de la publicité congruente à son humeur comme empathique **ne stimule pas** l'anthropomorphisme de la marque publicisée

III. Méthodologie de Recherche

Notre recherche s'intéresse à tester les relations de cause à effet entre une variable métrique explicative et une variable métrique à expliquer. L'expérimentation paraît donc la méthode de collecte de données la plus appropriée. En effet, l'expérimentation est une procédure très utile pour fournir des données qui guident la prise de décision dans le domaine de la publicité (Patrick et al, 2017).

Cette méthodologie est la plus appropriée pour le test des hypothèses, dans la mesure où elle permet de décrire les liens de causalité entre une ou plusieurs variables indépendantes manipulées, et une ou plusieurs variables dépendantes mesurées, tout en imposant un fort degré de contrôle des sources de variation.

A. Déroulement de l'étude empirique : Design Expérimental

Deux options principales existent pour la réalisation des études expérimentales : les expériences en laboratoire et les enquêtes sur terrain (en milieu extérieur).

L'enquête en ligne est une sorte d'enquête sur terrain, elle donne la possibilité d'observer, suivre et dégager des conclusions dans des situations plus proche de la vie réelle de la cible, ce qui permet de minimiser le risque de rationalisation (McMillan et Hwang, 2002 ; Macias, 2003 ; Amichai-Hamburger et Fine, 2004).

1) Élaboration du plan factoriel

Un plan expérimental est dressé en vue de répondre aux objectifs de notre recherche. Nous optons pour le type de plan d'expérience à groupes indépendants. Il s'agit, pour chaque groupe de personnes, de ne participer qu'à une seule expérimentation traduisant une seule modalité de la variable indépendante, étant la perception de la publicité empathique dans notre cas.

En effet, nous souhaitons induire des groupes de participants dans un état d'humeur agréable (positif), et d'autres groupes de personnes dans un état d'humeur désagréable (négatif). Ensuite, pour les participants induits dans une humeur positive, nous en exposons un groupe à une publicité empathique congruente à l'humeur positive (publicité enthousiaste) et un autre groupe à une publicité empathique incongruente à cette humeur positive (publicité non enthousiaste). De même, pour les participants induits dans une humeur négative, nous en exposons un groupe à une publicité empathique congruente à l'humeur négative (publicité non heureuse), et un autre à une publicité empathique incongruente à cette humeur négative (publicité heureuse).

Tableau 1 : Plan Factoriel de l'Expérimentation

Condition	Induction de l'Humeur du Consommateur	Publicité empathique
1	Positive	Congruente à l'humeur positive
2	Positive	Incongruente à l'humeur positive
3	Négative	Congruente à l'humeur négative
4	Négative	Incongruente à l'humeur négative

Le recours à ce design expérimental permet d'étudier à la fois l'influence de plusieurs variables principales, et l'interaction entre elles (Evrard et al, 2003).

Les facteurs mis en œuvre pour notre étude sont deux séquences vidéo induisant l'humeur du consommateur, avec deux modalités (Positive et négative), et des publicités empathiques, avec deux modalités également (congruente à l'humeur du consommateur et incongruente à l'humeur du consommateur).

Il s'agit donc de 4 (2*2) cellules expérimentales obtenues pour l'expérimentation (voir tableau). Pour ce type de plan d'expérience, les comparaisons porteront sur les résultats obtenus de chaque condition expérimentale (autrement dit, de chaque modalité des variables indépendantes explicatives).

2) Méthode d'Échantillonnage

Nous optons pour la méthode de l'échantillonnage par convenance. Notre échantillon est essentiellement composé d'étudiants tunisiens dans différentes disciplines.

Chen et Wells (1999) justifient le recours recommandé à un échantillon d'étudiants pour les enquêtes en ligne, par l'intérêt et la compétence que manifeste cette cible pour l'utilisation des technologies de communication. Ils représentent, ainsi, une cible séduisante de la publicité électronique.

Les participants sont assignés au hasard à l'une des (4) conditions expérimentales. Les groupes sont indépendants, pour éviter les effets d'ordre, d'apprentissage ou d'interférence (Légal).

B. Déroulement de l'enquête empirique : choix du produit et de la marque publicisés et conception des stimuli

Avant d'entamer le terrain et commencer notre étude empirique, le type de produit publicisé doit être bien sélectionné, le choix de la marque de ce produit doit être justifié, les stimuli d'induction de l'humeur du consommateur doivent être soigneusement choisis et pré-testés, et les différentes publicités empathiques (congruentes et incongruentes à l'humeur du consommateur) doivent être délicatement conçues et pré-testées également.

1) Choix du produit

Selon Pham (1998), les consommateurs ayant des incitations hédoniques à acheter le produit – par rapport à ceux ayant des incitations utilitaires – sont plus susceptibles de percevoir les sentiments évoqués par la publicité comme pertinents.

Notre étude s'intéresse au langage empathique dans la publicité. La publicité conçue est alors émotionnelle, faisant inclure un langage affectif. Le choix d'un produit hédonique semble alors être le plus approprié,

Nous avons choisi un produit alimentaire en raison de l'attrait général de la nourriture (Kemp, Bui et Chapa, 2013). Un échantillon de 50 étudiants a été invité à énumérer les aliments qu'ils pourraient consommer pour se sentir mieux (Kemp, Bui et Chapa, 2013), ou maintenir une humeur positive. Le chocolat été listé dans le top five des aliments, à côté de l'ice-cream, cola, pizza et gâteaux.

2) Choix de la marque

Derbaix (1995) exige que le choix de la marque sujet de l'étude doit respecter l'absence d'une structure affective et cognitive préexistante. Pour assurer cette condition, nous avons recouru au choix d'une marque inconnue.

Ce faisant permettrait de s'assurer que les réponses des participants sont uniquement la résultante de leur exposition aux différentes conditions expérimentales, et non d'une forme d'apprentissage préalable par rapport à la marque. Il s'agit, donc, de limiter les effets de confusion provoqués par l'attitude préalable ou la familiarité avec la marque (Unnava et Burnkrant, 1991 ; MacKenzie et Spreng, 1992).

3) Conception des Publicités Empathiques de l'étude

La conceptualisation de l'empathie englobent la prise de soin, l'aide, la communication et l'interaction entre les participants de l'échange (Davis, 1983; Greenson, 1960; Stotland, 1969; Rogers, Clow, et Kash, 1994). Ainsi, un message empathique se spécifie des autres messages émotionnels par certains aspects et éléments spécifiques devant y être incorporés pour que ce message remplisse sa fonction ; le partage de l'état affectif de la cible.

4) Stimuli d'Induction de l'Humeur du Consommateur

Deux extraits de films ont été utilisés au début de l'expérimentation. Une séquence triste d'environ 5 minutes pour induire l'humeur négative du consommateur, et une séquence agréable d'environ 5 minutes pour induire son humeur positive. Ces extraits ont été adaptés des études antérieures (Andrade et Cohen 2007 ; Lee and Andrade 2011) et pré-testés, bien évidemment, pour s'assurer qu'ils génèrent l'humeur souhaitée de manière efficace.

IV. Résultats de Recherche et Interprétation :

Pour tester les hypothèses de recherche, cette étude fait appel à la modélisation structurelle présentant des méthodes d'analyse de données de seconde génération (à travers le logiciel AMOS). Les principaux résultats issus de l'étude sont présentés et ont ensuite été confrontés à ceux de la littérature.

Tableau 2 : Synthèse des Résultats de Recherche

Hypothèses	Relation entre Perception de la Publicité Empathique et Anthropomorphisme de la Marque	Validation
H	La perception de la publicité empathique favorise l'anthropomorphisation de la marque publicisée	Validée
H1a	Pour un consommateur induit dans une humeur <u>positive</u> , la perception de la publicité <u>congruente</u> à son humeur comme empathique stimule l'anthropomorphisme de la marque publicisée	Validée
H1b	Pour un consommateur induit dans une humeur <u>positive</u> , la perception de la publicité <u>incongruente</u> à son humeur comme empathique ne stimule pas l'anthropomorphisme de la marque publicisée.	Validée
H2a	Pour un consommateur induit dans une humeur <u>négative</u> , la perception de la publicité <u>incongruente</u> à son humeur comme empathique stimule l'anthropomorphisme de la marque publicisée	Validée
H2b	Pour un consommateur induit dans une humeur <u>négative</u> , la perception de la publicité <u>congruente</u> à son humeur comme empathique ne stimule pas l'anthropomorphisme de la marque publicisée	Refusée

Les résultats montrent que le recours à un langage empathique dans les communications publicitaires attribuant à la marque publicisée le statut d'un agent empathique assimilable à un

humain stimule effectivement la tendance du consommateur à anthropomorphiser cette marque publicisée.

Les résultats relatifs aux sous hypothèses convergent avec nos attentes basées sur les recherches antérieures : une humeur positive stimule les attentes qu'un message congruent à l'humeur permet de se sentir encore mieux, alors que l'humeur négative stimule les attentes que c'est plutôt les messages incongruents à l'humeur désagréable qui permettent de se sentir mieux (Di Muro et Murray, 2012).

En revanche, la valence négative de l'humeur induite chez le consommateur ne tend pas à faire de différence relativement à l'effet de la perception de la publicité empathique (congruente ou incongruente à l'humeur) sur l'anthropomorphisme de la marque. Il semble que c'est plutôt la manière de conception des deux publicités qui a favorisé la tendance des répondants à anthropomorphiser la marque publicisée. Cette constatation nous renvoie à l'impact du recours à un langage affectif empathique dans la conception de la publicité. L'esthétique et le langage avec lequel la publicité est conçue semble donc stimuler la tendance du consommateur mal à l'aise à anthropomorphiser la marque publicisée, que cette publicité ait un ton agréable et gai, ou antipathique et peu enthousiaste.

V. Conclusion

Les marques cherchent continuellement à nouer des liens étroits et à créer des relations intimes et de longue durée avec leurs consommateurs cibles. La publicité constitue l'une des approches de création de cette relation consommateur-marque.

Or, la consommation contemporaine est associée à l'imitation, l'illusion et la vision de ce qui n'est pas vrai et réel mais qui peut être réalisé en significations symboliques (Rytel, 2010). C'est dans cette perspective que s'inscrit notre recherche. En induisant le consommateur dans différents états d'humeur, quatre conditions expérimentales sont mises en place pour étudier l'effet de l'incorporation d'une empathie artificielle sur la tendance du consommateur à anthropomorphiser la marque publicisée.

Notre travail envisage de dépasser la restriction du processus de l'anthropomorphisme à la simple assimilation physique et tangible des caractéristiques de la marque à celle des êtres humains, et aller en profondeur dans la relation anthropomorphisée entre le consommateur et la marque pour se concentrer sur l'anthropomorphisation mentale, intentionnelle et sociale de cette marque. La marque dans notre étude est assimilée à un agent intentionnel, un interpersonnel empathique susceptible de gérer l'état affectif du consommateur (régulateur émotionnel). Ceci supporte la prémisse théorique de base stipulant que la relation consommateur-marque pourrait être analogue aux relations interpersonnelles.

Les résultats de cette étude servent évidemment aux pratiques de l'intelligence artificielle qui règnent exponentiellement l'interaction consommateur-marque. En effet, les agents marketing de l'IA ont souvent été perçus trop froids émotionnellement pour remplacer une interaction humaine véridique. De ce fait, les chercheurs suggèrent que l'empathie artificielle devrait être intégrée comme composante importante dans la prochaine génération des applications marketing en IA (Liu-Thompkins, Okazaki & Li, 2022).

Références

- Aggarwal, P., & McGill, A. L. (2012). When brands seem human, do humans act like brands? Automatic behavioral priming effects of brand anthropomorphism. *Journal of Consumer Research*, 39(2), 307–323.
- Amichai-Hamburger, Y., Fine, A. F., & Goldstein, A. (2004). The impact of internet interactivity and need for closure on consumer preference. *Computers in Human Behavior*, 20(1), 103-117.
- Brierley, S. (1995). *The Advertising Handbook*. 2nd Ed. London: Routledge.
- Chen, Q, Wells, W.D., (1999). Attitude toward the site. *Journal of Advertising Research*. Vol. 39 (5). 27–37.
- Coppens d'Eeckenbrugge, M.S., Blistein, A. L'anthropomorphisation des produits et des marques en marketing dans le but d'influencer la perception du consommateur vis-à-vis du phénomène d'obsolescence programmée. Louvain School of Management, Université catholique de Louvain, 2018. Prom. : Nicolas Kervyn de Meerendré. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:15313>
- Derbaix C. (1995), L'impact des réactions affectives induites par les messages publicitaires : une analyse tenant compte de l'implication, Recherche et Applications en Marketing, 10 (2). 3-31.
- Di Muro, F. Murray, K. B. (2012). An arousal regulation explanation of mood effects on consumer choice. *Journal of Consumer Research*, 39 (3), 574-584. Edition, Dunod, Paris.
- Evrard Y., Pras, B. & Roux E. (2003). *Market, Études et recherches en marketing*. 3ème
- Kemp E., Bui M., Chapa S. (2012). The role of advertising in consumer emotion management. *International Journal of Advertising*, 31(2), 339–353.
- Kemp, E., Chapa, S., Kopp, S.W. (2013). Regulating Emotions in Advertising: Examining the Effects of Sadness and Anxiety on Hedonic Product Advertisements. *Journal of Current Issues & Research in Advertising*. 34(1). 135-150, DOI:10.1080/10641734.2013.754719.
- Liu-Thompkins, Y., Okazaki, S., & Li, H. (2022). Artificial empathy in marketing interactions: Bridging the human-AI gap in affective and social customer experience. *Journal of the Academy of Marketing Science*.50(6). 1198-1218. <https://doi.org/10.1007/s11747-022-00892-5>
- Macias, W. (2003). A beginning look at the effects of interactivity, product involvement and web experience on comprehension: Brand web sites as interactive advertising. *Journal of Current Issues & Research in Advertising*. 25(2). 31-44.
- MacKenzie, S. B., & Spreng, R. A. (1992). How does motivation moderate the impact of central and peripheral processing on brand attitudes and intentions? *Journal of Consumer Research*. 18(4). 519–529. <https://doi.org/10.1086/209278>
- McMillan, S. J., Hwang, J. S., & Lee, G. (2003). Effects of structural and perceptual factors on attitude toward the website. *Journal of Advertising Research*. 43(4). 400-409.
- Patrick T. Vargas, Brittany R. L. Duff & Ronald J. Faber (2017). A Practical Guide to Experimental Advertising Research. *Journal of Advertising*. DOI: 10.1080/00913367.2017.1281779

- Pham, M. T. (1998), “Representativeness, Relevance, and the Use of Feelings in Decision Making”, *Journal of Consumer Research*. 25 (9). 144-159.
- Prasetyo, S.H., & Purnamasari, O., (2022). Empathy-based marketing communication as a strategy to win the hearts of consumers during the Covid-19 pandemic. *COMMICAST*. 3(1), 75-82.
- Puzakova, M., Kwak, H., & Rocereto, J. F. (2013). When humanizing brands goes wrong: The detrimental effect of brand anthropomorphization amid product wrongdoings. *Journal of Marketing*, 77(3), 81–100.
- Rytel, T. (2009). Emotional marketing concept: The new marketing shift in the postmodern era. *Business: Theory and Practice*, 11 (1), 30-38.
- Sealey, A. and Oakley, L. (2013). Anthropomorphic grammar? Some linguistic patterns in the wildlife documentary series 'Life'. *Text & Talk*, 33(3), 399–420
- Sharma, K., Trott, S., Sahadev, S., & Singh. R. (2023). Emotions and consumer behaviour: A review and research agenda. *International Journal of Consumer Studies*. <https://doi.org/10.1111/ijcs.12937>
- Unnava, H. R., & Burnkrant, R. E. (1991). Effects of repeating varied ad executions on brand name memory. *Journal of Marketing Research*. 28(4). 406-416. <https://doi.org/10.2307/3172781>

Conception et optimisation d'une antenne patch pour une utilisation massive MIMO

Mohamed EL MRINI ^{a,*}, Naima Amar Touhami ^a, Asmaa Zugari ^a, Aicha Mchbal ^a

Département de Systèmes information et Telecommunications

^a Abdelmalek Essaadi, Avenue de Sebta, Mhannech II, 93002 – Tétouan, Maroc

Email:mrinimd@gmail.com

Résumé— Cet article présente la conception d'une antenne patch polarisée linéairement utilisant des substrats RO4350b, pour une utilisation dans les systèmes de communication sans fil. L'antenne est conçue pour fonctionner à une fréquence de 3,5 GHz et est transformée en sous-réseaux de 2×2 pour une utilisation massive MIMO. Les avantages des antennes patch polarisées linéairement, tels que leur faible encombrement et leur compatibilité avec les systèmes MIMO massifs, sont discutés. Les caractéristiques des substrats RO4350b, telles que leur constante diélectrique, leur épaisseur et leur tangente de perte, sont également mises en avant pour améliorer les performances de l'antenne. L'article détaille la conception de l'antenne, en mettant l'accent sur les dimensions et les paramètres clés. Les avantages potentiels de la configuration du sous-réseau 2×2 sont discutés, ainsi que les résultats des simulations pour évaluer les performances de l'antenne.

Mots-clés— 5G; Sous-réseau; Massive MIMO ; CST.

1- Introduction :

L'évolution rapide des technologies de communication sans fil et la demande croissante en matière de débit de données ont conduit à l'émergence de nouvelles solutions pour améliorer les performances des systèmes de communication. Parmi ces solutions, les antennes patch polarisées linéairement ont démontré leur efficacité en termes de gain, de directivité et de compatibilité avec les systèmes MIMO massifs[1].

Les antennes patch polarisées linéairement sont largement utilisées en raison de leur faible encombrement, de leur compatibilité avec les systèmes massive MIMO et de leur capacité à fournir des performances élevées[2]. Dans notre conception, nous utilisons deux substrats RO4350b qui présentent des caractéristiques diélectriques avantageuses, notamment une constante diélectrique de 3,5, une épaisseur de 0,762 mm et une tangente de perte de 0,003. Ces propriétés permettent une meilleure performance de l'antenne en termes de bande passante, de directivité et de gain[3].

L'antenne patch proposée est conçue pour résonner à une fréquence de 3,5 GHz, qui est couramment utilisée dans les systèmes sans fil modernes. Cette fréquence a été choisie pour assurer une compatibilité avec les bandes de spectre disponibles et pour fournir une couverture étendue.

La conception adoptée vise à transformer la structure de l'antenne patch en sous-réseaux de 2×2 pour une utilisation massive MIMO. Les systèmes MIMO massifs exploitent un grand nombre d'antennes pour augmenter considérablement la capacité du réseau et améliorer les performances globales du système[4]. Dans notre cas, un seul port de l'antenne se compose d'un sous-ensemble de 2×2 patches, permettant de tirer parti de la diversité spatiale et de l'interférence constructive pour augmenter la capacité de transmission et améliorer la qualité du signal[5].

Dans la suite de cet article, une description détaillée de la conception de l'antenne patch polarisée linéairement, en mettant l'accent sur les caractéristiques des substrats RO4350b, les dimensions et les paramètres clés de l'antenne. Nous discuterons également de la configuration du sous-réseau 2×2 et de ses avantages potentiels en termes de capacité et de performances. Enfin, le résultat obtenu présente une simulation par logiciel CST (Computer Simulation Technology) pour évaluer les performances de l'antenne patch conçue.

2- Conception de l'antenne et méthodologie

Le patch unique à la fréquence nécessaire a d'abord été calculé afin de construire cette stratégie. CST a été utilisé pour simuler la conception. Les caractéristiques de base de l'antenne telles que la résonance, la fréquence, la perte de retour, la bande passante, le gain et la directivité sont tous des facteurs qui doivent être pris en compte lors de la conception d'une antenne. Le processus de conception de l'antenne réseau est terminé.

2.1- Spécifications de l'antenne

La spécification est indiquée pour l'évolution du prototype et a été établie sur une fréquence de 3,5 GHz, dans cette conception, le substrat RO4350b avec un matériau diélectrique ($\epsilon_r = 3.5$) avec une tangente de perte diélectrique de 0.003 et une hauteur de substrat (h) de 0.762 mm ont été utilisés.

Le tableau suivant indique les valeurs utilisées pour la conception de l'antenne patch avec deux substrats RO4350b en utilisant le logiciel CST.

Fréquence d'opération :	3.5 GHz
Permittivité diélectrique ϵ_r	3.5
Longueur du patch, L_p en mm	22.1
Largeur du patch, W_p en mm	28
Largeur de la ligne d'alimentation w_d en mm	0.5
Longueur du substrat en mm	37
Largeur du substrat en mm	37
L'épaisseur du substrat en mm	0.762

Tableau 1: Dimensions physiques de l'antenne

2.2 Processus de conception d'antenne

Dans cette section, l'élément unique de l'antenne modélisée intégré avec une dimension totale de $37 \times 37 \times 1,524$ mm³, utilisant un forme de patch micro ruban.

L'antenne a été conçue à une fréquence de résonance de 3,5 GHz. Pour déterminer les éléments du patch rayonnant, les équations appropriées sont employé mais toujours dépendant de la forme du patch, soit circulaire, rectangulaire ou triangulaire. Dans cette étude, un patch rectangulaire est la conception de départ de base. Les formules pour déterminer les dimensions des patchs rectangulaires sont les suivantes[6] :

La largeur du patch peut être calculée à l'aide de la formule ci-dessous :

$$W = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_0 \epsilon_0} \sqrt{\epsilon_r + 1}} = \frac{v_0}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

Où V_0 est la vitesse de la lumière en espace libre.

ϵ_r : Constante diélectrique du substrat

Données d'entrée : ϵ_r , f_r (en Hz) et h

$$L = \frac{v_0}{2f_r \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} - 2\Delta l \quad (2)$$

Ou :

$\epsilon_{re\text{ff}}$: Constante diélectrique effective

h : Hauteur du substrat diélectrique

ΔL Extension de longueur.

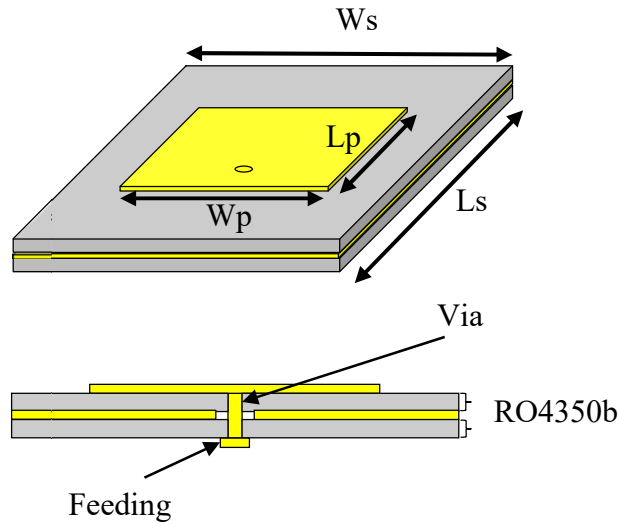


Figure 1: Modélisation de notre antenne dans CST

3- Résultats et simulation :

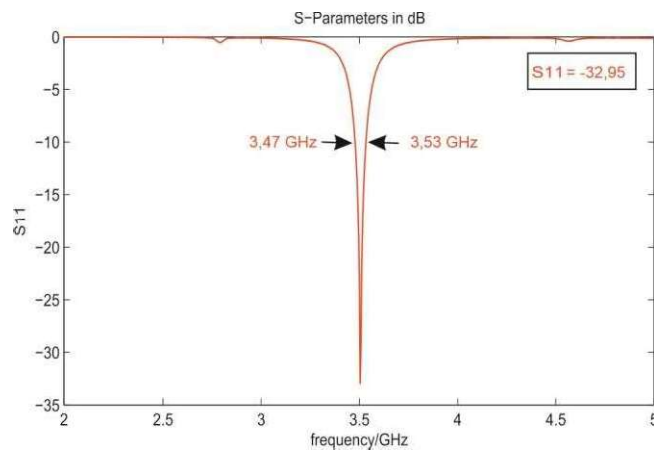


Figure 2: Paramètre S11 et Bande passante à -10 dB

3.1- Coefficient de réflexion:

On définit la qualité d'adaptation d'une antenne soit en donnant son impédance caractéristique (souvent à 50 ohms), soit en donnant son coefficient de réflexion. Le coefficient de réflexion, exprimé en décibels, est le rapport de la tension réfléchie à la tension incidente.

Dans notre cas, le paramètre S11 qui est le coefficient de réflexion à l'entrée de l'antenne exprime le transfert d'énergie à cette antenne. La valeur de ce paramètre varie en fonction de la fréquence. Afin d'assurer une bonne adaptation dans la bande de fréquence désirée.

La figure 2 présente la courbe du paramètre S11 en fonction de la fréquence de l'antenne patch avec substrat RO4350b. Dans la bande (3.47 – 3.53) GHz Nous remarquons un coefficient de réflexion de (-32.95dB) avec une bande passante à -10 dB de (60 MHz) autour de la fréquence de résonance souhaitée (3.5 GHz).

3.2- Diagramme de rayonnement :

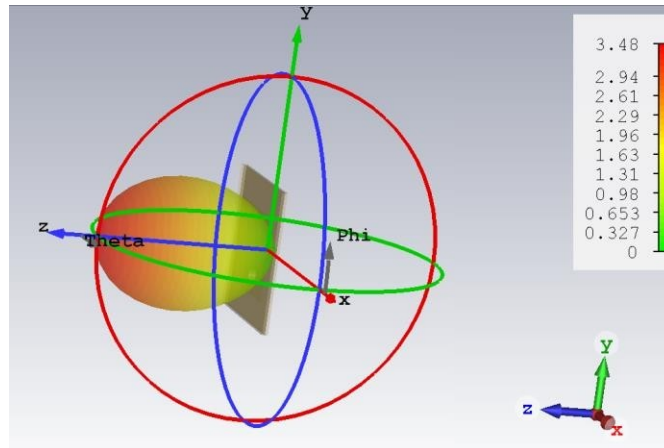


Figure 3: Diagramme de rayonnement en 3D de l'antenne

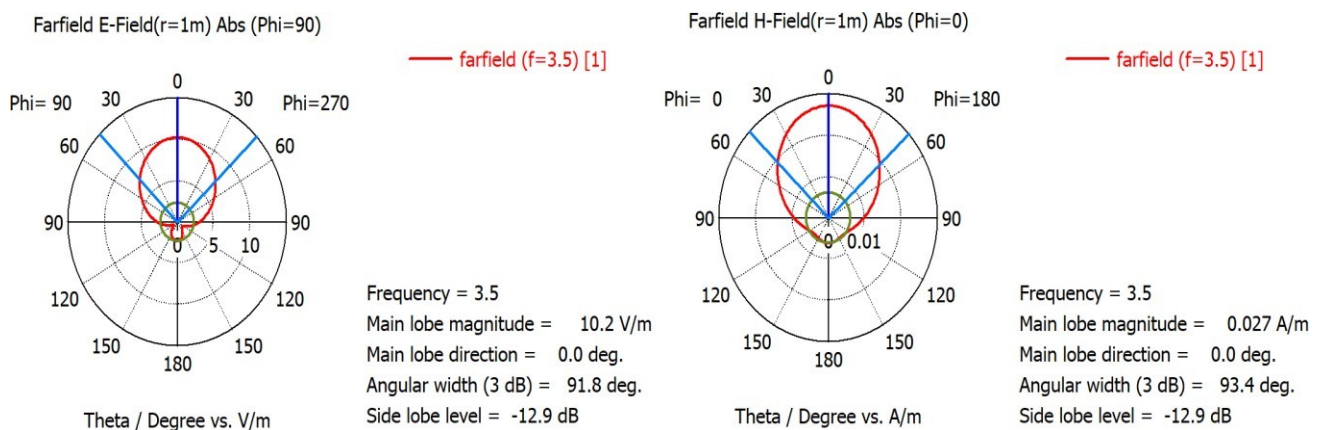


Figure 4: Diagramme de rayonnement en 2D dans le plan E et H

Le diagramme de rayonnement en 2D et 3D de notre antenne est présenté dans les figures 3 et 4 respectivement. D'après le diagramme on peut constater que le gain maximal atteint est de 3.48 dB donc une directivité $D = 4.42$ dB. Pour bien visualiser les lobes de diagramme de rayonnement nous avons représenté ce dernier en coordonnées polaires dans le plan E et H. Comme le montre la figure 4 le diagramme est identique dans les deux plans composé d'un lobe principal ce qui nous permet de dire que le diagramme de notre antenne est directive.

3.3- Taux d’onde stationnaire VSWR :

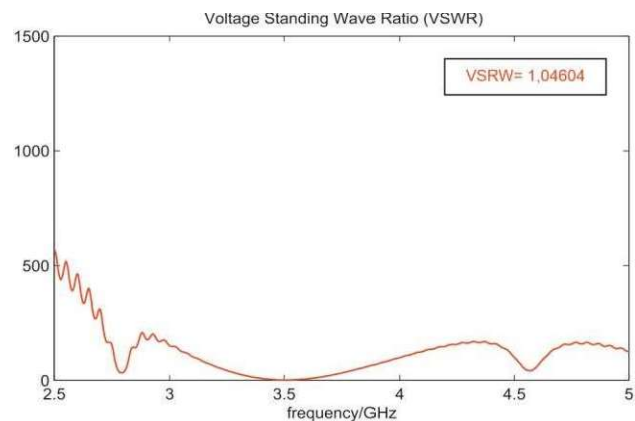


Figure 5: Taux d’onde stationnaire VSWR de l’antenne

Le taux d’onde stationnaire (VSWR : Voltage Standing Wave Ratio) c’est un quotient entre les champs électriques maximaux et minimaux dans une ligne de transmission. En d’autre manière, il caractérise la quantité du signal qui s’est réfléchié aux bornes d’une composante micro-onde. La norme acceptable dans un système de rayonnement électromagnétique est celle d’une valeur de VSWR inférieur à 2.

La figure 5 montre les valeurs du rapport d’ondes stationnaire calculées en fonction de la fréquence dans la bande (3.47 – 3.53) GHz. On remarque que le VSWR à la fréquence de résonnance 3.5 GHz est 1.04 dB.

Le rapport d’onde stationnaire (VSWR) de notre antenne Il inférieur à 2 dans toute la bande de fréquence souhaitée et ceci implique une bonne adaptation qui mène à un transfert maximal de la puissance.

4- Processus d’optimisation :

Les simulations informatiques peuvent aider à déterminer les paramètres électriques et les caractéristiques de rayonnement. Les caractéristiques de l’antenne conventionnelle obtenues dans la partie précédente peuvent être améliorées. Pour cela, la structure de l'antenne est optimisée selon ces deux actions :

- Proposer des changements dans la structure
- Appliquer une étude paramétrique permettant de découvrir la structure proposée

Ces deux actions sont répétées jusqu’à l’aboutissement à une structure qui répond aux différentes exigences de la simulation.

Cette structure est optimisée à l’aide d’une étude paramétrique à plusieurs itérations. Ces itérations successives ont donné lieu aux dimensions de l’antenne présentées dans le Tableau 2.

Fréquence d’opération :	3.5 GHz
Permittivité diélectrique ϵ_r	3.5
Longueur du patch, L_p en mm	22.3
Largeur du patch, W_p en mm	27.5
Largeur de la ligne d’alimentation w_d en mm	0.7
Longueur du substrat en mm	37
Largeur du substrat en mm	37
L’épaisseur du substrat en mm	0.762

Tableau 2: dimensions de l’antenne optimisée

4.1- Conception d'un sous-réseau 2×2 pour une utilisation massive MIMO :

Après avoir conçu l'antenne et l'optimiser et dans le cadre d'amélioration, un sous-réseau 2×2 d'antenne patch rectangulaire est conçu avec deux substrats RO4350b sous CST. Comme montré dans la figure 6, Le réseau d'antennes 2×2 est composé de quatre éléments rayonnant de taille identique, positionner avec un espacement d'une demi-longueur d'onde pour éviter les interférences entre eux .

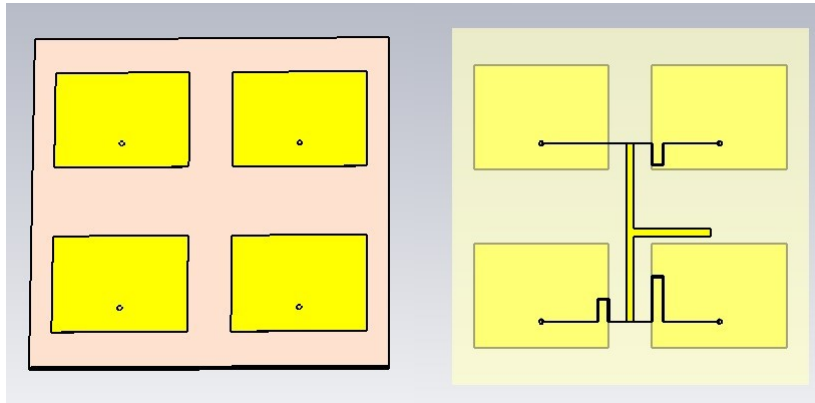


Figure 6: Sous-réseau d'antennes 2×2

4.2- Résultats et simulation :

4.2.1- Coefficient de réflexion:

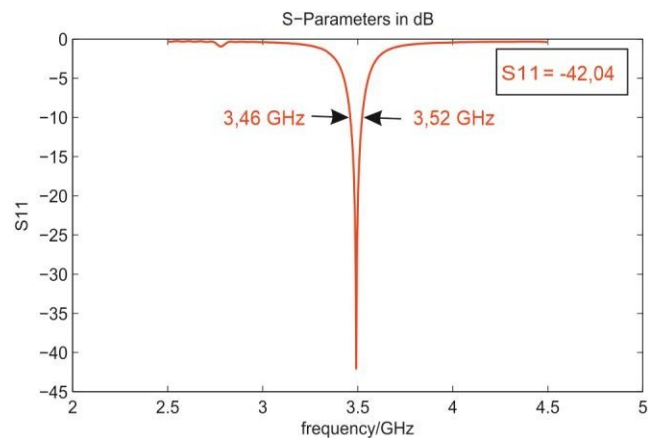


Figure 7: Paramètre S11 et Bande passante de Sous-réseau d'antennes 2×2

Dans cette section, les résultats de simulation de sous-réseau d'antennes 2×2 sont présentés. D'après la figure 7, on remarque que le coefficient de réflexion obtenue après avoir simulé la conception de l'antenne sous-réseau 2×2. La courbe de (S11) présente une bonne adaptation avec un coefficient de réflexion -42.04 dB avec une bande passante de 60 MHz qui s'étale de 3.46 à 3.52 GHz.

4.2.2- Diagramme de rayonnement

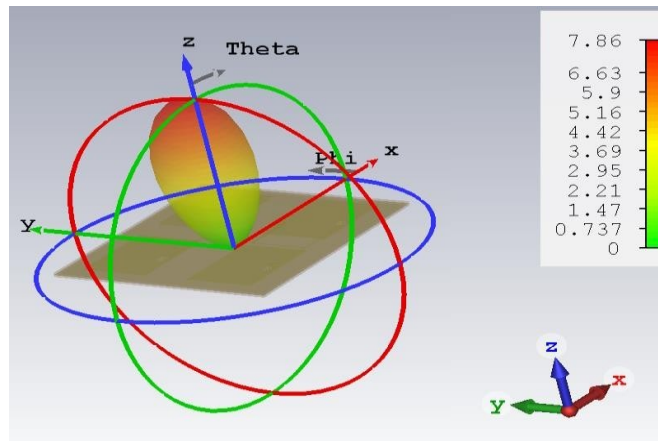


Figure 8: Diagramme de rayonnement en 3D de sous-réseau 2×2

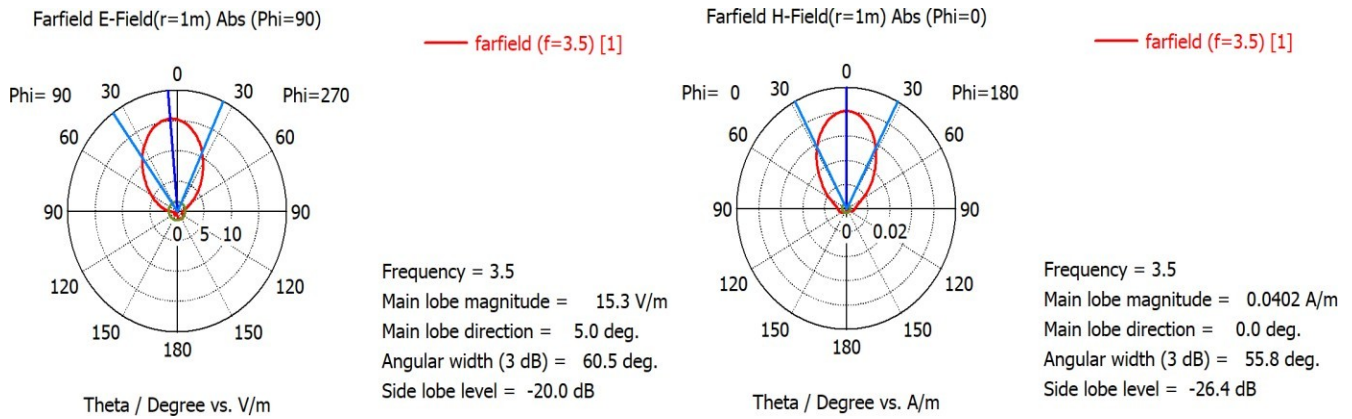


Figure 9: Diagramme de rayonnement en 2D dans le plan E et H de Sous-réseau 2×2

Les figures 8 et 9 résume le diagramme de rayonnement en 3D et 2D, par lesquels on peut constater que notre Sous-réseau d'antenne est directive et de gain 7.86 dB, donc une directivité $D = 10.10$ dB

5- Comparaison avec un autre travail de recherche

Dans cette section, on entamera une comparaison des résultats de l'article[7] et celles de notre dernière antenne proposée (sous-réseau 2×2). L'article propose un réseau de 1×8 antennes fonctionnant de la bande 3.5 GHz de la 5G.

Cette étude comparative détaillée dans le tableau 3 va nous permettre d'évaluer et de valider les résultats de notre travail. D'après cette approche, on constate que notre antenne est meilleure que celle de l'article en terme de gain qui est trop élevé dans notre conception, ainsi que la taille de notre antenne qui est trop miniature que celle de l'article. Pour la bande passante est satisfait par notre réseau d'antenne patch 2×2.

Paramètres	Les résultats de [7]	Nos Résultats (Sous-réseau 2×2)
La fréquence de résonance	3.5 GHz	3.5 GHz
Type d'antenne	Réseau d'antenne Patch	Réseau d'antenne Patch
Substart	FR4	RO4350b
Hauteur de substrat	1.6 mm	0.762 mm
Gain max	6.93 dB	7.86 dB
Dimensions	200×160×1.6 mm ³	74×74×1.524 mm ³

Tableau 3: Comparaison entre notre étude et l'étude référentielle

Conclusion :

En conclusion, cet article a présenté la conception d'une antenne patch polarisée linéairement utilisant des substrats RO4350b, avec une fréquence de résonance de 3,5 GHz, dans le but de la transformer en sous-réseaux de 2×2 pour une utilisation massive MIMO. L'utilisation d'antennes patch polarisées linéairement offre des avantages significatifs en termes de gain : 3.48 dB, de directivité D=4.42 dB et de compatibilité avec les systèmes MIMO massifs.

Les substrats RO4350b contribuent à améliorer les performances globales de l'antenne en offrant une meilleure bande passante, une directivité accrue D=10.10 dB et un gain optimisé de 7.86 dB. Ces caractéristiques diélectriques favorables ont été essentielles dans la conception de l'antenne pour répondre aux exigences des systèmes sans fil modernes.

La transformation de la structure de l'antenne patch en sous-réseaux de 2×2 pour une utilisation massive MIMO permet d'exploiter la diversité spatiale et l'interférence constructive pour augmenter la capacité de transmission et améliorer la qualité du signal. Cette approche ouvre de nouvelles possibilités pour les systèmes de communication sans fil, en offrant une capacité accrue, une meilleure couverture et une performance améliorée.

Références :

- [1] J. G. Andrews *et al.*, “What will 5G be?,” *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 32, no. 6, pp. 1065–1082, 2014, doi: 10.1109/JSAC.2014.2328098.
- [2] E. G. Larsson, O. Edfors, F. Tufvesson, and T. L. Marzetta, “Massive MIMO for next generation wireless systems,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 52, no. 2, pp. 186–195, 2014, doi: 10.1109/MCOM.2014.6736761.
- [3] L. Lu, G. Y. Li, A. L. Swindlehurst, A. Ashikhmin, and R. Zhang, “An overview of massive MIMO: Benefits and challenges,” *IEEE J. Sel. Top. Signal Process.*, vol. 8, no. 5, pp. 742–758, 2014, doi: 10.1109/JSTSP.2014.2317671.
- [4] H. Zhou, H. L. Peng, W. Q. Jin, and J. F. Mao, “A new low-profile and closely spaced dual-polarized antenna for massive-MIMO applications,” *9th Int. Conf. Microw. Millim. Wave Technol. ICMMT 2016 - Proc.*, vol. 2, pp. 659–661, 2016, doi: 10.1109/ICMMT.2016.7762400.
- [5] R. Ma, Y. Gao, L. Cuthbert, and Q. Zeng, “Antipodal Linearly Tapered Slot Antenna Array for Millimeter-wave Base Station in Massive MIMO Systems,” *2014 IEEE Antennas Propag. Soc. Int. Symp.*, vol. 2, pp. 1121–1122, 2014, doi: 10.1109/ICCChina.2013.6671159.
- [6] H. H. Keriee *et al.*, “High gain antenna at 915 mhz for off grid wireless networks,” *Bull. Electr. Eng. Informatics*, vol. 9, no. 6, pp. 2449–2454, 2020, doi: 10.11591/eei.v9i6.2192.
- [7] A. J. A. Al-Gburi, Z. Zakaria, I. M. Ibrahim, and E. B. A. Halim, “Microstrip Patch Antenna Arrays Design for 5G Wireless Backhaul Application at 3.5 GHz,” *Lect. Notes Electr. Eng.*, vol. 865, no. January, pp. 77–88, 2022, doi: 10.1007/978-981-16-9781-4_9.

Proposition d'une nouvelle mesure de similarité sémantique

Abdoulaye Diallo¹, Mouhamadou Thiam²

Université de Thiès

¹ abdoulaye.diallo4@univ-thies.sn

² mthiam@univ-thies.sn

Résumé: — Beaucoup de mesures de similarité sont utilisées dans le cadre de l'alignement des ontologies. Les mesures de similarité sémantiques font partie des mesures les plus utilisées dans le cadre de l'alignement d'ontologies. Certaines de ces mesures sémantiques exploitent le contenu informationnel tandis que d'autres exploitent la profondeur du concept dans l'ontologie. Ces mesures n'exploitent donc qu'une partie de l'information contenu dans les concepts. Dans cet article nous proposons une nouvelle mesure de similarité sémantique basée sur le contenu informationnel et la profondeur des concepts. Notre mesure a été expérimentée sur une hiérarchie de concepts tirée de WordNet avec une profondeur maximale fixée a priori à cinq. Le calcul du contenu informationnel est basé sur la probabilité de retrouver une instance du concept c . Notre étude comparative a montré qu'elle présente de meilleurs résultats comparés à la mesure de Lin basée sur le contenu informationnel et celle de Wu & Palmer basée sur la profondeur.

Mots clés : similarité sémantique, profondeur, contenu informationnel

I. INTRODUCTION

La notion de similarité est de plus en plus utilisée dans plusieurs domaines tels que la réconciliation ontologique. Les mesures de similarité sémantiques quant à elles ont fait l'objet de plusieurs publications scientifiques vu leur utilité dans le cadre de cette réconciliation. Il existe plusieurs mesures de similarité sémantiques et celles ci peuvent être classées en différentes catégories [1]:

- Les mesures de type structurel utilisant la structure ontologique et les relations pour calculer la similarité. Par exemple les mesures de Rada, Resnik, Leacock, Wu & Palmer, etc.
- Les mesures de type intensionnel qui se basent principalement sur les concepts à appairer. Exemple la mesure de Tversky.
- Les mesures de type extensionnel basées sur les instances de deux concepts sachant que ces concepts peuvent avoir plusieurs instances pour calculer la similarité. C'est le cas des mesures de Jaccard, Dice, D'Amato et al, etc.
- Les mesures de type expressionnel qui s'intéressent sur les différents termes qui dénotent les concepts à appairer comme les mesures de Lin, Jian & Conrath, etc.

Ces mesures présentées se basent essentiellement soit sur la profondeur de l'ontologie soit sur le contenu informationnel d'un concept quelconque. Ces mesures n'exploitent donc qu'une partie de l'information contenue dans les concepts.

Dans cet article nous présentons une mesure de similarité SimAT qui permet d'exploiter plusieurs facettes de l'information contenue dans un concept afin de mieux calculer la similarité. Cette nouvelle mesure a la particularité d'améliorer celle de Lin qui se base sur le contenu informationnel et celle de Wu & Palmer basée sur le contenu informationnel. L'information sur la profondeur des concepts de l'ontologie est combinée au contenu informationnel. Dans la suite nous structurons notre document de la façon suivante.

Dans la section 2 sont présentées les différentes mesures de similarité sémantiques basées sur le contenu informationnel et la profondeur. Dans la section 3 nous présentons en détail notre mesure SimAT. La section 4 comportera les résultats expérimentaux et la comparaison de notre mesure avec d'autres mesures de similarité sémantiques.

II. ETAT DE L'ART DES MESURES DE SIMILARITÉS SEMANTIQUES

Il existe beaucoup de mesures de similarité sémantiques. Parmi ces mesures on peut citer celles qui sont basées sur la profondeur des concepts à aligner et celles basées sur le contenu informationnel.

A. Mesures basées sur la profondeur

Les mesures basées sur la profondeurs font partie des mesures basées sur les arcs [2]. Elles se basent sur la structuration ontologique. Ces mesures exploitent la représentation des concepts au sein d'une hiérarchie. Une bonne partie de ces mesures est présentée ci dessous:

1. Mesure de Rada:

La mesure de Rada [3] est définie en fonction de la distance entre deux concepts à apparier. Cette mesure calcule la distance entre les nœuds par le plus court chemin. Elle est donnée par l'expression suivante.

$$Sim_{Rad}(c1, c2) = \frac{1}{1 + distance(c1, c2)}$$

2. Mesure de Leacock & Chodorow:

La mesure de Leacock et Chodorow [4] utilise la distance entre les concepts dans une hiérarchie et la profondeur moyenne des concepts pour mesurer leur similarité sémantique.

$$Sim_{Le}(c1, c2) = -\log \left(\frac{dist_{edg}(c1, c2)}{2 * max} \right)$$

3. Mesure de Wu & Palmer

La mesure de Wu & Palmer [5] fait partie des mesures de similarité basées sur les arcs. Elle est basée sur la profondeur des concepts dans une ontologie et mesure la similarité en prenant en compte la distance entre les concepts et leur ancêtre commun le plus proche (Lcs).

La formule pour calculer la similarité de Wu & Palmer entre deux concepts C1 et C2 est la suivante:

$$Wu - Palmer = 2 * \frac{depth(lcs(s1, s2))}{(depth(s1) + depth(s2))}$$

4. Mesure de Zargayouna

La mesure de Zargayouna [6] est une extension de la mesure de Wu & Palmer. Elle exploite en plus le concept le plus bas de la taxonomie à travers un nouveau paramètre appelé la spécificité. Elle est notée Spec(C1, C2) et représente le nombre d'arcs qui séparent les deux concepts au concept le plus bas.

$$\{ \begin{aligned} Sim(c_1, c_2) &= \frac{2 \times P_3}{P_1 + P_2 + spe(c_1, c_2)} \\ spe(c_1, c_2) &= P_b(C) \times dist(C_1 + C_2) \times dist(C_2, C) \end{aligned}$$

$P_b(C)$ étant le nombre d'arcs séparant le plus petit concept généralisant au concept le plus bas de la taxonomie et P_3 la profondeur du plus petit concept généralisant.

5. Mesure de Stojanovic

La mesure de Stojanovic [7] exploite la structure en se basant sur le plus petit concept généralisant. Sa formule est la suivante:

$$Sim_{sto}(c_1, c_2) = \frac{P_{ppcg} + 1}{(P_1 + 1) + (P_2 + 1) - (P_{ppcg} + 1)}$$

P_{ppcg} étant la profondeur du plus petit concept généralisant.

6. Mesure de Zhong

La mesure de similarité de Zhong [8] se base sur la distance de Zhong. Celle-ci est calculée en utilisant le plus petit concept généralisant ppgc.

$$dis(c_1, c_2) = \frac{1}{2^{P_{ppcg}}} - \frac{1}{2^{P_1+1}} - \frac{1}{2^{P_2+1}}$$

La formule de la similarité de Zhong est la suivante:

$$Sim_{Zhon}(c_1, c_2) = 1 - dist(c_1, c_2)$$

B. Mesures basées sur le contenu informationnel

Les mesures basées sur le contenu informationnel sont classées dans la liste des mesures basées sur les noeuds [9]. Nous en citons quelques mesures ci-dessous:

1. La mesure de Resnik

Resnik [10] a introduit la mesure de similarité sémantique basée sur le contenu informationnel (CI) la plus simple, qui utilise la quantité d'information partagée par deux concepts pour mesurer leur similarité. La mesure proposée par Resnik a été largement utilisée comme référence pour comparer de nouvelles mesures de similarité sémantique basées sur le contenu informationnel.

$$si(C1, C2) = CI(ppg(C1, C2))$$

Avec ppg étant le plus petit concept généralisant.

2. La mesure de Lin

Lin [11] a proposé une mesure de similarité sémantique basée sur le contenu informationnel qui améliore celle de Resnik en prenant en compte la quantité d'information contenue dans chaque terme. Cette mesure est très souvent utilisée dans le cadre du calcul de la similarité sémantique en se basant sur le contenu informationnel. Elle utilise le contenu informationnel du plus petit parent commun (C_{com}) dans le calcul de la similarité.

$$Sim_{Lin} = \frac{2 * (C_{com})}{(c1) + \psi(c2)}$$

(c) représente le contenu informationnel

3. La mesure de Jian & Conrath

La mesure de Jian & Conrath [12] est basée sur le contenu informationnel (IC) des concepts dans une ontologie et mesure la similarité en prenant en compte la distance sémantique entre les concepts. Elle utilise aussi le contenu informationnel du plus petit parent commun entre les concepts.

La formule pour calculer la similarité de Jiang-Conrath entre deux concepts C1 et C2 est la suivante:

$$Sim_{jiang-conrath}(c1, c2) = IC(c1) + IC(c2) - 2 * (IC(c))$$

Où C est le plus petit concept généralisant.

4. La mesure de Faith

La mesure de Faith [13] fait partie aussi des mesures de similarité sémantiques basées sur le contenu informationnel. Elle est calculée à travers le contenu informationnel du concept commun le plus spécifique (Iso) par la différence entre le contenu informationnel de ce concept auquel on soustrait le contenu informationnel du concept commun le plus spécifique.

$$Sim_{FaITH} = \frac{I(lso(s_1 + s_2))}{IC(s_1) + IC(s_2) - IC(lso(s_1 + s_2))}$$

III. PRESENTATION DE NOTRE MESURE

Les mesures de similarité sémantiques permettent de calculer la similarité entre deux concepts d'ontologies. Cependant les ontologies sont composées de différents concepts suivant une hiérarchie bien définie. Chaque concept occupe un niveau qu'on appelle la profondeur qu'on notera Prof(c). Les concepts au sein de la hiérarchie disposent d'un contenu informationnel. Le contenu informationnel d'un concept dans une ontologie peut être défini comme étant la quantité d'information que celui-ci fournit sur l'ensemble de l'ontologie. Il est généralement calculé en utilisant la théorie de l'information et la probabilité des occurrences des termes dans l'ensemble de l'ontologie. Le contenu informationnel est calculé avec la formule suivante:

$$I(c) = -\log(P(c))$$

Où P(c) est la probabilité de retrouver une instance du concept C. Ces probabilités sont calculées en utilisant la formule suivante:

$$P(c) = \text{fréquence}(C) / N$$

Où N est le nombre total de concepts.

Notre approche s’intéresse à ces deux facteurs dans le calcul de la similarité. A chaque concept C est associé une profondeur Prof(C).Nous nous basons sur le fait qu’ au sein de la hierarchie plus les concepts sont éloignés plus ils sont moins similaires.

L’exemple ci-dessous avec la mesure de Wu&Palmer appliquée à la figure 2 montre que plus les concepts sont éloignés au sein de la hierarchie plus ils sont moins similaires.

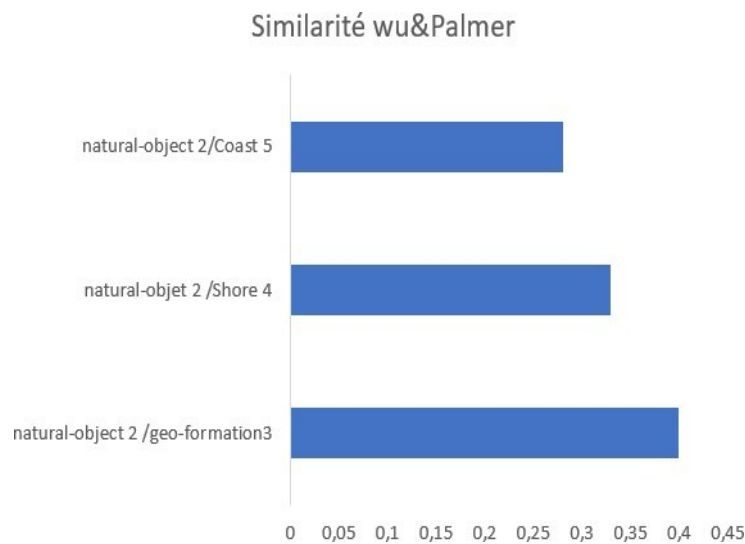


Fig.1 Mesures des similarités avec Wu&Palmer

Lorsqu’on calcule la similarité entre deux concepts qui ont des profondeurs différentes le résultat dépend de la plus grande profondeur entre les deux concepts.Plus la grande profondeur entre les deux est grande plus les deux concepts sont moins similaires .Ainsi dans la mesure SimAT,nous multiplions par deux la plus grande profondeur entre les deux concepts. Le résultat est divisé par la somme des profondeurs des deux concepts.

Notre formule de calcul est composée de deux paramètres :

$$SimA(C1,C2) = \frac{2 * (C_{com})}{\psi(c1) + \psi(c2)} * \frac{2 * Profmax(C_1,C_2)}{Prof(c1) + Prof(c2)}$$

facteur 1

facteur 2

Le facteur 1 représente juste la mesure de Lin présentée ci-dessus basée sur le contenu informationnel. Le facteur 2 représente la partie concernant la profondeur des concepts à aligner. Dans cette partie nous exploitons l’information contenue sur la profondeur des concepts au sein de la hierarchie.

Les deux facteurs réunis permettent une meilleure exploitation de l’information contenue au niveau des concepts.

IV. EXPÉRIMENTATION:

Dans le cadre de l’expérimentation de notre mesure nous avons utilisé une hiérarchie de concepts. Cette hiérarchie est tirée de wordnet avec les probabilités des concepts.

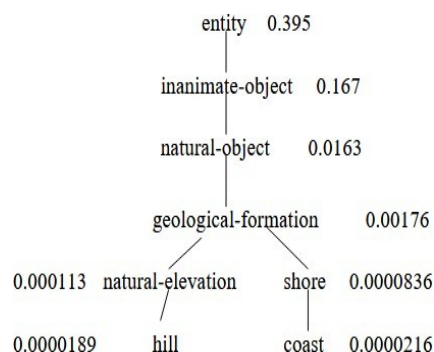


Fig. 2 Extrait de word net

En utilisant la formule qui permet de calculer le contenu informationnel nous avons eu les résultats dans la figure 3. Nous avons aussi ajouté au niveau de chaque concept sa profondeur.

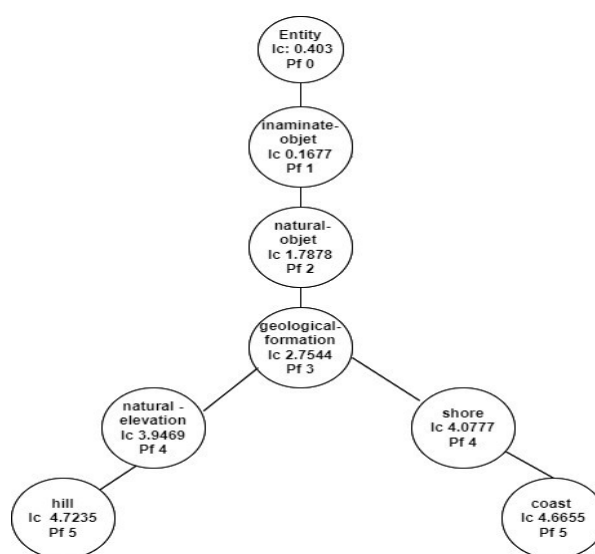


Fig. 3 extrait de word net avec les IC et les profondeurs

Nous avons calculé les similarités entre les concepts suivants les résultats sont consignés dans le tableau 1.

Table 1: Comparaison des mesures de Lin et SimAT

Concept: Profondeurs	Mesure de Lin	SimAT	Différence
nat-obj:2, geol-form:3	0.339956	0.407947	0.067991
geol_form:3, nat-elevation:4	0.531661	0.607612	0.075952
Shore:4, coast:5	0.696908	0.774343	0.077434
geo-form:3, coast:5	0.531661	0.664576	0.132915
nat-obj:2, coast:5	0.268949	0.384212	0.115264
nat-obj:2, shore:4	0.268949	0.358598	0.089650
inam-obj:1, coast:5	0.148431	0.247385	0.098954

Dans le tableau 1 nous voyons que notre mesure SimAT améliore la mesure de Lin lorsqu'on calcule la similarité entre deux concepts qui n'ont pas la même profondeur au sein de la hiérarchie.

La différence entre la mesure de LIN et notre mesure est proportionnelle à la différence entre les deux profondeurs des deux concepts.

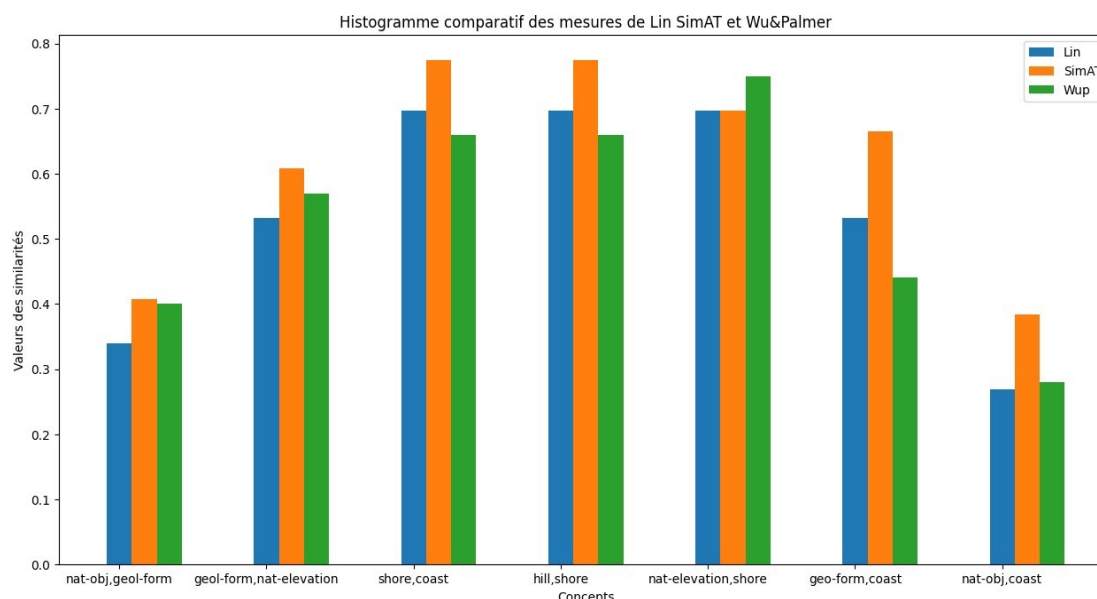


Fig.4 Comparaison entre la mesure de Lin, Wu&Palmer et SimAT

L'histogramme de la figure 4 montre les résultats obtenus avec SimAT comparée aux mesures de Lin et Wu & Palmer. Les concepts à appairer ont été choisis suivant différentes profondeurs. Nous constatons que notre mesure améliore le calcul dans les cas où les deux concepts ont des profondeurs différentes. Cette amélioration croît en fonction de la différence entre les profondeurs des deux concepts.

V. CONCLUSION

Les mesures de similarité sont très utilisées dans le cadre de l'alignement des ontologies. Les mesures de similarité sémantiques quant à elles utilisent soit le contenu informationnel, soit la profondeur ou les instances pour le calcul de la similarité. Notre nouvelle mesure ATSim combine la profondeur et le contenu informationnel pour le calcul de la similarité. Le paramètre ajouté à la mesure de Lin est la profondeur. Dans le calcul nous choisissons la plus grande profondeur entre les deux concepts à aligner car le résultat dépend de la différence entre les deux profondeurs.

L'expérimentation montre que notre mesure améliore la mesure de Lin et celle de Wu & Palmer pour tous les concepts qui n'ont pas la même profondeur.

La similarité SimAT donne de meilleurs résultats lorsque la différence entre les concepts à appairer est de plus en plus grande.

Cependant notre mesure présente quelques limites. C'est par exemple le cas où les deux concepts à aligner sont au même niveau c'est-à-dire ont la même profondeur. Dans ce cas il revient juste à calculer la similarité de Lin.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été entièrement financé par le PASET/RSIF (Partnership for Skills in Applied Sciences, Engineering&Technologie/Regional Scholarship and Innovation Fund) à travers une bourse doctorale. Nous remercions aussi le CEAMITIC (Centre Africain d'Excellence en Mathématique Informatique et TIC) pour leur accompagnement.

REFERENCES

- [1] Aimé, X. (2011). *Gradients de prototypicalité, mesures de similarité et de proximité sémantique: une contribution à l'Ingénierie des Ontologies* (Doctoral dissertation, Université de Nantes) p.82.
- [2] Ngom, A. N. (2015). *Étude des mesures de similarité sémantique basées sur les arcs*. In *CORIA* (pp. 535-544).
- [3] Rada, R., et al. (1989) *Development and Application of a Metric on Semantic Nets*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 17-30. <https://doi.org/10.1109/21.24528>
- [4] Leacock C., Chodorow M., « *Combining local context and WordNet sense similarity for word sense identification* », In *WordNet, An Electronic Lexical Database*. The MIT Press, 1998.

- [5] Palmer, M., & Wu, Z. (1995). *Verb semantics for English-Chinese translation*. Machine translation, 10, 59-92.
- [6] Zargayouna, H., & Salotti, S. (2004, May). *Mesure de similarité dans une ontologie pour l'indexation sémantique de documents XML*. In 15èmes Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances (pp. 249-260). Presses universitaires de Grenoble.
- [7] Stojanovic, N., Maedche, A., Staab, S., Studer, R., & Sure, Y. (2001, October). *SEAL: a framework for developing SEmantic PortALs*. In Proceedings of the 1st international conference on Knowledge capture (pp. 155-162).
- [8] Zhong, J., Zhu, H., Li, J., & Yu, Y. (2002). Conceptual graph matching for semantic search. In *Conceptual Structures: Integration and Interfaces: 10th International Conference on Conceptual Structures, ICCS 2002 Borovets, Bulgaria, July 15–19, 2002 Proceedings* 10 (pp. 92-106). Springer Berlin Heidelberg.
- [9] Slimani, T., BenYaghlane, B., & Mellouli, K. (2007, March). *Une extension de mesure de similarité entre les concepts d'une ontologie*. In International conference on sciences of electronic, technologies of information and telecommunications (Vol. 69).
- [10] Resnik, P. (1995). *Using information content to evaluate semantic similarity in a taxonomy*. arXiv preprint [cmp-lg/9511007](https://arxiv.org/abs/19511007).
- [11] Lin, D. (1998, July). *An information-theoretic definition of similarity*. In *Icml* (Vol. 98, No. 1998, pp. 296-304).
- [12] Jiang, J. J., & Conrath, D. W. (1997). *Semantic similarity based on corpus statistics and lexical taxonomy*. arXiv preprint [cmp-lg/9709008](https://arxiv.org/abs/19709008).
- [13] Pirró, G., & Euzenat, J. (2010). *A feature and information theoretic framework for semantic similarity and relatedness*. In The Semantic Web–ISWC 2010: 9th International Semantic Web Conference, ISWC 2010, Shanghai, China, November 7-11, 2010, Revised Selected Papers, Part I 9 (pp. 615-630). Springer Berlin Heidelberg.

L'activité de magnésium dans le traitement biologique de l'eau

Bouhella Fadhila^a, Elaziouti Abdelkader^a, Boukoussa Bouhdjer^b, Addou Hadjer^a, karmaoui mohamed^b, Merrouche Hicham^c

^a Laboratoire de Sciences, Technologie et Génie des Procédés LSTGP, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, Algérie .

^b Département de Génie des Matériaux, Faculté de Chimie, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, Algérie .

^c Département d'ingénierie des transports , Université de Constantine. 1, Algérie

Résumé

Ce travail se concentre sur la synthèse des argiles anioniques (HDL) par co-précipitation des différents types à un rapport molaire égal à 2, afin de mieux identifier ces argiles, nous l'avons distingué avec la diffraction des rayons X, et l'analyse par l'IRTF. Dans ce travail, nous avons utilisé les hydroxydes doubles lamellaires (HDL) de type Mg/Al, comme un agent antibactérien par la méthode de diffusion pour deux différents types Bactériennes Escherichia coli et Staphylocoques aureus. Cela permet de dire que les phases d'HDL accélèrent l'inhibition des bactéries.

Mots clé

Hydroxydes Doubles Lamellaire, Co-precipitation , activités antibactériennes, antibiogramme

1 . Introduction

Les bactéries sont des organismes vivant microscopiques dans les eaux, et qui être trouvés partout et peuvent causer des maladies dangereuses. Au cours de la dernière décennie, de nouvelles classes de matériaux composites inorganiques ayant des propriétés antibactériennes ont été développées. Dans ce travail, notre intérêt s'est porté sur des matrices inorganiques de type hydroxydes doubles lamellaires (HDL), nommée aussi argiles anioniques. Les argiles sont généralement utilisées dans la préparation des matériaux composites antibactériens. Le choix des HDL repose, d'une part sur leur caractère bidimensionnel et d'autre part, sur leur grande diversité. De plus, les HDL présentent plusieurs propriétés intéressantes telles que la facilité de synthèse [1], des propriétés de gonflement, une bonne

stabilité chimique et thermique et la possibilité d'intercaler différents types d'anions (inorganiques, organiques, et de type biomolécules, ils sont aussi biocompatibles. Synthétiser l'hydroxyde double lamellaire de type Mg/Al, et l'organophilisation par l'EDTA [2]. Tester leur efficacité par L'arrangement de la molécule du EDTA (éthylène-diamine tétaacétique) à l'intérieure d'un HDL .

2. Matériels et Méthodes

les différents matériaux (HDL) ont été préparés par la méthode de co-précipitation à pH constant, Elle consiste à réaliser la précipitation contrôlée d'une solution contenant une solution basique de NaOH 1M et Na₂CO₃ 2M par addition progressive les deux sels : sulfate d'aluminium Al₂(SO₄)₃18H₂O 0,25M et chlorure de magnésium MgCl₂6H₂O (1M).La synthèse a été réalisée sous agitation magnétique à température ambiante.Le pH est maintenu constant à $10,0 \pm 0,1$ par ajout d'une solution de soude 2M, contrôlée par une électrode de verre combinée reliée à un pH-mètre Après une période de mûrissement de 24h à 85°C, le solide est lavé 3 fois avec l'eau distillée, puis séché à 65°C pendant 24h et broyé. La moitié de la poudre obtenue a été calcinée à 500°C pendant 8h.

On ajoutée 3g de **Mg/Al-CO₃** à une solutionde l'EDTA de 0.015 mol.

Le mélange a été agité pendant 3h à 75°C (on fixée le pH à une valeur de 5.5), afin de réduire au maximum l'intercalation entre la phase d'HDL obtenu et la solution de éthylène-diamine tétaacétique (Méthode de reconstruction) .

3.Résultats ET discussion

Techniques de caractérisations

Les différents appareillages et techniques utilisé seront d'abord évoqués [3] ainsi que les protocoles opératoires, ayant permis d'élaborer la synthèse des hydroxydes double lamellaire. Les matériaux ont été caractérisés par différentes méthodes : diffraction des rayons X (DRX) et infrarouge à transformée de Fourier (FTIR).

Diffraction des rayons X (DRX)

L'hydrotalcite se cristallise dans une maille hexagonale [4],[5]. L'indexation de la maille a été faite a partir de l'équation (**a**) donnant la distance d_{hkl} et les paramètres de la maille hexagonale: cette valeur concordante suggère que les anions carbonate sont dans un plan parallèle au feuillet.

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{\frac{4}{3}(h^2 + k^2 + l^2) - \frac{l^2}{c^2}}} \frac{1}{2}$$

Les principales raies des différents types d'HDL (**Mg/Al-CO₃**, **Mg/Al-500**, **Mg/Al-EDTA**), correspondent aux diffractions par les plans (003), (006) et les deux pics entre 60 et 65 ° (2θ) dues aux diffractions par les plans (110) et (113) . Ces pics aigus et symétriques montrent la formation des HDL bien cristallisées. La calcination modifie la structure cristalline des HDL, qui traduisent sur les diffractogrammes un élargissement des raies en bande correspondant aux oxydes. Spectres IR montrent qu'ils s'agissent de HDL. Nous retrouvons les mêmes bandes publiées en littérature concernant des HDL .

3.1.1 La spectrométrie infrarouge à Transformée de Fourier (IRTF)

La spectroscopie infrarouge à Transformée de Fourier est une technique d'analyse qualitative et quantitative, basée sur l'absorption d'un rayonnement infrarouge par le matériau analysé (HDL). Elle permet, grâce à la détection des vibrations caractéristiques des liaisons chimiques, d'identifier en même temps des fonctions chimiques présentes dans le matériau [67]. Les spectres infrarouges ont été obtenus dans le domaine 4000-400 cm⁻¹ à l'aide d'un spectrophotomètre à transformée de Fourier (FTIR) "Agilent technologies FTIR Cary 660". Tous les spectres ont été réalisés en transmission sur des pastilles de HDL broyé et de KBr.

Après calcination, les spectres IR montrent une réduction bien nette pour le pic caractérisant l'existence des anions carbonates et le pic correspondant au groupement OH avec une intensité plus faible . L'intensité de la bande correspond au groupement (OH) est diminué considérablement. Cette diminution est due aux dés hydroxylation de la phase par calcination.

Test antibactérienne

La plupart des travaux sont actuellement orientés vers la recherche d'autres agents antibactériens possédants un mode d'action tout à fait spécifique[6] . Nous avons étudié in vitro, le pouvoir antibactérien des HDL avec des différentes bactéries par la méthode de diffusion sur un milieu gélosé solide, Mueller- Hinton pour les bactéries. Les souches bactériennes (*Escherichia coli* et *Staphylocoque aureus*) ont été choisies en raison de séquencées par les biologistes, et leur très large implication dans les phénomènes de

contamination et d'infection rencontrés dans le domaine médical. Les bactéries étudiées sont *Escherichia coli* et *Staphylocoque aureus* provenant de laboratoire de bactériologie .

Escherichia coli

Les disques des phases $Mg_4-Al-CO_3$, et $Mg_4-Al-EDTA$ indiquent l'apparition d'un halo très claire autour des disques correspondants, ce qui indique que il y'a une activité antibactérienne.

Staphylocoque aureus

Il a été rapporté dans la littérature que l'activité antibactérienne des espaces métalliques telles que MgO [7] dispersées dans les matrices solides sont attribuées aux forces d'interaction électrostatique entre la souche bactérienne et les cations chargés qui sont libères en présence d'un phase aqueuse. Les bactéries *S.aureus* (Gram positif) sont plus sensibles à l'action des agent antibactérienne MgO et Mg^{+} , par rapport aux bactéries *E.Coli* (Gram négatif) .

4. Conclusion

Les matériaux synthétases ont été testés comme agents antibactériens contre les souches bactériennes pathogène de type *Escherichia coli* et *Staphylocoques aureus*. Les résultats montrent que les matériaux préparés présentent une grande activité antibactérienne vis-à-vis des souches bactériennes. Cette activité est due au champ électrique élevé crée par la charge positive de l'ion Mg^{+2} et probablement [8] aussi à l'activité redox sous forme de nanoparticules.

5. Références

- [1] B. Dizman, J.C. Badger, M.O. Elasri, L.J. Mathias, Antibacterial fluoromicas: a novel delivery medium, *Appl. Clay Sci.* 38 (2018) 57–
- [2] M.M. Salim, N. Ahmad, N.N. Malek, Review of modified Zeolites by surfactant and Silver as antibacterial agents, *J. Adv. Res. Mater. Sci.* 36 (2017) 1–20.
- [3] H.H.A. Dollwet, J.R.J. Sorenson, Trace elements in Medicine, *Hist. Uses Copp. Compd. Med.* 2 (2021).
- [4] B. Mohamed, Synthèse , Caractérisation d'hydroxydes lamellaires type Cu-M (M= Al , Fe) et application dans le traitement de l'eau, (2019).
- [5] S. Madani, Synthèse, caractérisation, étude des propriétés adsorbantes et activité antibactérienne du polystyrène-4-(5-mercapto-1, 3, 4-thiadiazol-2-ylimino) pentan-2-one, chélateur des ions métalliques, (2020).
- [6] L.S. Zaremba, W.H. Smoleński, Optimal portfolio choice under a liability

constraint, Ann. Oper. Res. 97 (2020) 131–141. <https://doi.org/10.1023/A>

[7] Habib, A. Memic, Antimicrobial activity of metal oxide nanoparticles against Gram-positive and Gram-negative bacteria: a comparative study, Int. J. Nanomedicine. 7 (2022) 6003.

[8] Z. Aouali, K. Medjhoua, Sujet de la thèse : Application Biologique de la Kenyaite- Na Echangée avec l'Argent, (2018).

