

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Attaque biologique des matériaux organiques Ashton, H. E.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

Publisher's version / Version de l'éditeur:

<https://doi.org/10.4224/40000926>

Digeste de la construction au Canada, 1972-11

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=9beebca0-9a33-4d82-aebc-585229f9aa64>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=9beebca0-9a33-4d82-aebc-585229f9aa64>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

Digeste de la Construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD 124F

Attaque biologique des matériaux organiques

Publié à l'origine en novembre 1972

H.E. Ashton

Veillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

On peut définir l'attaque biologique comme l'assaut d'un organisme vivant à un objet, soit mort, soit vivant. Cette définition très générale ne spécifie nullement le type d'attaquant. On restreint généralement le sens de l'expression "attaque biologique" aux activités de certaines formes inférieures de plantes et de petits animaux. Le présent Digest a précisément pour objet d'étudier ces êtres vivants et la manière dont ils affectent les matériaux organiques employés dans la construction.

Les Attaquants

Les plantes inférieures qui participent à l'attaque biologique comprennent les champignons, les bactéries et les algues. Les champignons et les bactéries sont dépourvus de chlorophylle, et sont par conséquent incapables de faire la synthèse de leur propre nourriture à partir de matières premières comme le gaz carbonique et l'eau; ils doivent se nourrir de substances beaucoup plus complexes. Le terme "microbe" qui comprend les bactéries et les champignons implique qu'il est nécessaire de recourir au grossissement du microscope pour étudier le spécimen. Le mildiou et la moisissure sont des champignons se présentant en colonies généralement visibles à l'oeil nu. Les champignons ont besoin d'air pour vivre, mais les bactéries peuvent être aérobiques ou anaérobiques.

Grâce à la présence de chlorophylle dans les algues, celles-ci peuvent produire leur propre nourriture. Elles n'attaquent pas directement les matériaux organiques utilisés dans la construction; elles sont toutefois peu esthétiques et peuvent constituer une source d'alimentation pour d'autres organismes, qui à leur tour attaqueront le substrat. Dans le règne animal les organismes ne peuvent subsister que sur une nourriture synthétisée. Certains animaux s'adaptent à une nourriture très variée; d'autres sont extrêmement sélectifs. Les habitudes sociales, comme la préparation du gîte où ils élèveront leurs petits, peuvent fréquemment expliquer le pourquoi de l'attaque de certains matériaux organiques. On considère généralement que l'attaque biologique sur terre n'est due qu'à l'action des insectes, des rongeurs et des oiseaux. Les insectes constituent les organismes vivants les plus prolifiques

et les plus variés, de sorte que la gamme de leurs activités va naturellement des plus profitables aux plus pernicieuses, du point de vue de l'homme. Ceux qui attaquent les matériaux de construction organiques comprennent les termites, les fourmis, les blattes, les mites et les charançons. Les rongeurs qu'on rencontre le plus souvent sont les rats, les souris, les marmottes, les porcs-épics et les écureuils. Les animaux aquatiques responsables de l'attaque biologique sont surtout les mollusques et les crustacés.

Raisons de l'Attaque Biologique

Il y a quatre raisons fondamentales pour qu'un matériau soit attaqué par les organismes dont on a fait mention.

1. Ce matériau peut constituer une source de nourriture. Bien que cela semble être la cause la plus évidente, elle n'est pas toujours la plus importante lorsqu'il s'agit de matériaux de construction. Les matériaux qu'on ne considère normalement pas attaquables peuvent le devenir s'ils deviennent imprégnés d'éléments nutritifs.
2. Il peut représenter une barrière à franchir dans la recherche de leur nourriture. Cela s'applique spécialement aux matériaux de construction. On dit que pour parvenir à leur nourriture, les souris et les rats peuvent ronger tout ce qui est plus tendre que l'émail de leurs dents, si l'animal peut y trouver une bonne prise.
3. Il peut ne pas résister à un sous-produit du processus de croissance. La plupart des microorganismes sécrètent des enzymes qui digèrent leur nourriture et certaines bactéries produisent des matières chimiques à la fin de leur cycle de vie. Un exemple de cet avancé est l'acide sulfurique produit par une bactérie qui se nourrit de sulfures. Ces composés peuvent détériorer un matériau de construction, même si l'organisme ne tire aucun avantage de cette réaction.
4. Il peut fournir un abri ou un support pendant la vie de l'organisme. Le fait de servir de support, caractéristique marquante du milieu aquatique, n'implique pas nécessairement une détérioration directe. Les insectes ou les rongeurs, à la recherche d'un abri, causent généralement des dommages en enlevant une partie du matériau pour s'assurer l'espace vital.

Dans le cas des rongeurs, il peut y avoir une cinquième raison qui explique l'attaque biologique d'un matériau, c'est sa présence même. Les rongeurs doivent garder leurs incisives à une longueur désirée en les usant sur des matériaux.

Conditions d'Attaque

La croissance et la prolifération de la plupart des organismes vivants atteignent leur maximum si certaines conditions sont réunies. Certains êtres ont des exigences bien spécifiques, mais d'autres s'adaptent assez facilement. Pour un grand nombre d'organismes les conditions idéales sont relativement les mêmes: une ambiance modérément chaude, un milieu oxygéné, une source d'eau, et un approvisionnement de nourriture suffisant. Plus l'environnement s'éloigne des conditions idéales, plus la croissance ralentit jusqu'à l'arrêt complet. A ce moment-là, l'organisme s'endort, comme c'est le cas chez les tamias qui hibernent et les bactéries qui forment des endospores (corps résistant à la chaleur et à la sécheresse à l'intérieur de la cellule). Si le milieu devient suffisamment hostile, la mort s'ensuit.

En considérant l'attaque des matériaux organiques, et les conditions qui la favorisent, il faut noter que le milieu en question n'est plus le site non perturbé original, mais bien celui qui prévaut après l'achèvement de la construction et l'utilisation de la structure. Ainsi, les travaux d'excavation et de remblaiement augmentent de façon remarquable l'activité microbienne du sol, par suite de l'aération et du mélange des différentes couches.

La Température

Les bactéries, particulièrement sous forme d'endospores, sont très résistantes aux extrêmes de température. Les basses températures arrêtent seulement leur croissance, et des températures modérément élevées (175°F) sont requises pour provoquer la mort. Les champignons se comportent comme les bactéries mais résistent moins aux températures élevées. Les insectes

adultes sont détruits tant par les hautes que par les basses températures, mais la survivance par température froide est assurée grâce aux oeufs ou aux larves, si les adultes ne bâtissent pas une colonie qui est protégée contre les basses températures. On ne se rend pas toujours compte que les insectes, en raison de la chaleur émise par la respiration, peuvent modérément élever la température environnante, à condition que les pertes par conduction ou convection ne soient pas élevées. La hausse de température provoque une plus grande activité, de sorte qu'il y a un effet d'accélération. En effet, la température du grain humide peut devenir suffisamment élevée (45°C) pour tuer les embryons immatures, qui ne peuvent battre en retraite. En hiver plusieurs rongeurs hibernent; d'autres se construisent des abris isolés ou se fauillent dans les édifices chauffés.

L'Oxygène

Les bactéries sont les seuls organismes qui ne demandent pas nécessairement d'oxygène. Certaines en ont besoin pour survivre, d'autres n'en ont pas besoin mais peuvent survivre en sa présence, d'autres encore meurent à son contact. Presque tous les champignons ont besoin d'oxygène pour se développer, de sorte que sa faible solubilité dans l'eau les empêche de croître plus loin qu'à une faible distance sous la surface de l'eau stagnante. C'est pour cette raison que le bois ne pourrit pas lorsqu'il est submergé dans l'eau. Tous les animaux ont besoin d'oxygène qu'ils le tirent de l'air ou de l'eau.

L'Eau

Les bactéries ont généralement besoin d'eau liquide pour croître; dans le cas des champignons, une forte humidité suffit. Lorsque le degré d'humidité baisse, ces deux organismes vivent au ralenti et ne meurent pas nécessairement. Les animaux terrestres ont besoin d'avoir régulièrement accès à une source d'eau mais, sauf pour les termites, ils n'ont pas besoin d'une forte humidité pour vivre. Les mollusques et les crustacés doivent vivre en milieu aquatique, pas tant pour l'eau elle-même mais parce que leurs organes qui absorbent l'oxygène ne fonctionnent que dans l'eau. Certains sont adaptés pour vivre dans une zone de marée où ils sont exposés à l'air pendant plusieurs heures sans dommage.

La Lumière

La lumière est indispensable à l'existence continue des plantes pourvues de chlorophylle, mais elle n'est pas nécessaire au même degré aux différents végétaux et animaux inférieurs. Les préférences pour la présence ou l'absence de lumière visible peuvent, par conséquent, varier beaucoup selon les espèces dans n'importe quelle classe impliquée dans l'altération biologique. La plupart des champignons préfèrent la lumière tamisée mais peuvent pousser dans l'obscurité totale; la lumière vive peut tuer le mycélium, qui constitue le réseau ou le tapis de ramifications. C'est pourquoi on rencontre le mildiou surtout sur le côté nord des bâtiments. Plusieurs insectes sont indifférents à la lumière mais certains préfèrent la nuit. Les termites évitent généralement la lumière sauf pendant leur vol nuptial. La plupart des rongeurs sont plus actifs la nuit, non pas parce que la lumière en soi leur est dommageable mais parce qu'elle les rend plus visibles aux prédateurs.

Les rayons ultraviolets inférieurs à 320nm tuent les bactéries et les champignons. On dit par conséquent que cette lumière est biologiquement active. Des quantités suffisantes de rayons ultraviolets peuvent également tuer d'autres organismes vivants parce que l'énergie du rayonnement est assez forte pour détruire les polymères de protéines dont sont constitués les tissus des animaux et les polymères de cellulose des plantes. Comme il a été mentionné dans le **CBD 121F**, la surface de la terre ne reçoit fort heureusement que très peu de ces rayons.

Matériaux Sujets à l'Altération Biologique

Les éléments de construction organiques le plus souvent attaqués aux fins alimentaires sont ceux constitués de matériaux naturels ou ceux qui leur ressemblent chimiquement. Depuis que la vie existe sur terre, différents organismes ont évolué de telle sorte qu'ils peuvent vivre en se nourrissant des éléments les plus facilement accessibles. C'est la nutrition elle-même qui est primordiale, et non la disponibilité des éléments; car si la disponibilité des éléments était le

seul critère de la nutrition, les composés de la silice comme le sable et le granit constitueraient la base alimentaire des êtres vivants. Or les organismes vivants étant constitués de composés organiques, ils doivent nécessairement se nourrir surtout de composés du carbone.

Le cellulose est la matière organique la plus abondante qu'on trouve dans la nature. Le bois, qui est composé de 40 à 50 pour cent de cellulose, est facilement attaqué par les organismes capables de l'assimiler, pourvu que les conditions d'attaque soient favorables. L'attaque des dérivés de la cellulose dépend de la similitude du composé avec la cellulose et de l'influence des groupes chimiques ajoutés, sur le processus d'assimilation. Ainsi, la rayonne et la cellophane, qui sont tous deux de la cellulose régénérée, se prêtent facilement à l'attaque micro-biologique, mais la rayonne d'acétate (acétate de cellulose) offre une bonne résistance. Le nitrate de cellulose offre par contre une faible résistance parce que la groupe nitrate possède aussi une valeur nutritive. Les dérivés cellulosiques solubles dans l'eau, utilisés pour donner plus de consistance aux peintures au latex sont facilement altérés et demandent l'addition d'agents préservateurs pour enrayer la putréfaction du produit dans son contenant même.

Il en va ainsi pour les matériaux contenant des graisses et des huiles naturelles qui sont une source de nourriture. Ainsi, les peintures à l'huile favorisent la moisissure, le caoutchouc et le cuir naturel se prêtent facilement à l'altération microbienne, et la laine est sensible à certains insectes, champignons et bactéries.

Les polymères entièrement synthétiques comme ceux qui entrent dans les matières plastiques, les bouche-pores, et un grand nombre de revêtements ne constituent pas normalement une source d'alimentation. Leur structure chimique inhibe l'attaque, et ils offrent plus de résistance grâce à leur dureté, à leur surface lisse et à leur faible absorption d'humidité. Cette inertie s'applique principalement au polymère à l'état naturel. Cependant en pratique on ne l'utilise pas à cet état mais on y ajoute des adjuvants comme les plastifiants et les stabilisateurs. Il se peut, par conséquent, qu'un produit s'altère, même si la résine de base n'est pas sujette à l'attaque, s'il s'y trouve des composés ayant une certaine valeur nutritive. Les plastifiants renfermant des acides gras sont particulièrement sensibles, mais d'autres types contiennent généralement des groupements chimiques semblables à ceux qu'on trouve dans les huiles naturelles. Par conséquent, la probabilité d'altération s'accroît en proportion de la teneur en plastifiant, à moins d'utiliser les types inertes. Les résines plastifiées intérieurement, c'est-à-dire où le plastifiant est chimiquement lié à la chaîne de polymères, sont moins sujettes à l'attaque que celles qui ne sont que des mélanges physiques. Les matières de charge organiques naturels dans les matières plastiques, comme le bois, la farine ou le papier, augmentent aussi le danger d'attaque.

Dans un milieu favorable à l'attaque biologique, il ne suffit pas de spécifier l'usage d'un polymère inattaquable. Il faut également s'assurer que le composé final résistera aux conditions de service. A vrai dire, il n'existe probablement pas de matériau complètement à l'abri des attaques dans toutes les circonstances imaginables. Il y aura toujours des champignons ou bactéries qui pousseront sur un substrat organique donné.

Les matériaux de construction organiques sont rarement sujets à l'altération par des sous-produits, mais presque tous sont sensibles à l'attaque pour les autres raisons énumérées sous le titre "Raisons de l'attaque biologique." Ceci est particulièrement vrai si un matériau entrave le chemin de la nourriture. En milieu aquatique, les matériaux inertes servent habituellement de support. Afin de prévenir l'assaut pour l'une ou l'autre de ces causes, la simple immunité ne suffit pas: les organismes doivent trouver le matériau franchement repoussant.

Méthodes et Exemples d'Attaques

Les mécanismes actuels d'attaque microbienne sont peu connus et même aujourd'hui il n'existe pas beaucoup de travaux de recherche dans ce domaine. La plupart des travaux sont empiriques et sont entrepris seulement dans le but de trouver une solution rapide à un problème immédiat. En général, on peut dire que les bactéries et les champignons agissent au niveau moléculaire. Leurs sécrétions brisent les liens chimiques et séparent les molécules en fractions qui peuvent être assimilées par les organismes. La plupart des sécrétions sont des

solutions d'enzymes et même lorsque l'organisme sécréteur est mort, les enzymes peuvent continuer à fonctionner.

Chez les animaux, la digestion des aliments se fait habituellement à l'intérieur de l'organisme. La première attaque est physique au niveau de la structure du matériau, c'est-à-dire, rongement ou creusage. L'ampleur de la cavité faite dans le matériau est en rapport avec la dimension de l'animal et le nombre d'individus; les rats vont creuser des trous plus gros que le feront les charançons, mais une colonie de termites causera de plus lourds dégâts qu'un seul pic.

Les exemples les plus courants d'attaque des matériaux de construction sont la pourriture du bois due à l'action des champignons et la moisissure des peintures à l'huile. Les types courants de mildiou semblent être noirs et sont parfois difficiles à distinguer de l'amas de poussière. La simple épreuve du blanchissage au chlore convient habituellement à cette fin. Le chlore décolore le champignon organique et n'agit pas sur la poussière. Un champignon qui cause parfois des ennuis sécrète une teinture violette soluble dans des solvants et des liants de revêtements. Même une fois le champignon est tué, la teinture subsiste et imprègne fréquemment les couches subséquentes à moins d'utiliser des bouches-pores spéciaux. Les peintures de revêtement à base de résines synthétiques ne favorisent pas la moisissure, mais les peintures au latex sont facilement attaquées parce que les agents épaississants et les stabilisateurs d'émulsion sont souvent des dérivés de cellulose ou de protéines. Les agents préservateurs utilisés pour enrayer la putréfaction bactériologiques dans le contenant ne sont pas nécessairement efficaces contre l'attaque du feuil sec causée par l'action des champignons.

La décomposition du bois due à l'action des champignons, prend deux formes: la pourriture brune et la pourriture blanche (**CBD 111F**). Dans le premier cas, la cellulose et ses composés connexes se décomposent mais la lignine demeure intacte. Par conséquent, le bois devient plus foncé et rétrécit et se sépare en cubes ou pièces oblongues. Dans le second cas, tous les composants du bois sont atteints et le bois pâlit. Les termites ne constituent pas un danger pour le bois au Canada, sauf dans le sud de l'Ontario où des attaques isolées se sont produites.

Comme on l'a décrit précédemment, les matières plastiques ne constituent pas généralement une source de nourriture, à moins de renfermer des additifs servant d'aliment aux organismes vivants. On a trouvé que seules quelques résines comme l'acétate de polyvinyle et le nitrate de cellulose offrent une faible résistance microbiologique. Toutefois la plupart des autres polymères nécessitent l'application d'une couche protectrice à cause de l'addition de plastifiant, de bouche-pores, de lubrifiants, d'anti-oxydants, de stabilisateurs de chaleur, d'absorbants de rayons ultraviolets et de colorants. L'équipement en matières plastiques enfoui dans le sol est soumis à des conditions de service rigoureuses à cause de la présence d'un mélange complexe de solides, de liquides, de gaz et d'organismes vivants de diverses grandeurs. Les gaines de câbles électriques en vinyle ont été attaquées par toutes sortes d'organismes, des bactéries jusqu'aux tamias; et les enduits de plastique utilisés pour tapisser les fossés d'irrigation et les digues de terre ont été percées par les rats musqués. La croissance d'algues dans les piscines constitue un grave problème. Les tissus recouverts de vinyle prennent souvent une teinte rosée, ce qui n'est nullement le résultat d'une attaque directe sur le vinyle mais de la remontée d'une teinture rose sécrétée par des microbes se nourrissant du matériau adhésif ou de son support. Les rideaux de douche peuvent manifester la présence de moisissure qui se produit en effet à cause des éclaboussures de savon qui s'y déposent, et les plastiques utilisés pour l'isolation thermique peuvent être attaqués par les animaux à sang chaud. La mousse de plastique est habituellement creusée pour former un abri, et le matériau fibreux est emporté pour tapisser les gîtes ailleurs. La plupart des plastiques submergés dans l'océan ont été peu endommagés par les microbes ou les insectes térébrants, bien que ceux-ci ont tendance à s'en servir de support. Toutefois, la moitié des échantillons de nylon et de vinyle soumis aux essais par les Laboratoires Bell avaient été attaqués par les mollusques térébrants.

Les bouches-pores ne sont pas souvent l'objet d'attaque biologique à moins qu'ils ne constituent la seule barrière principale bloquant l'accès vers l'intérieur du bâtiment. Même le mastic à base d'huile de lin favorise rarement la moisissure à cause de sa faible teneur en

huile. Les matériaux de recouvrement pour toiture constitués de bitume ou de goudron de houille sont également peu touchés. La mousse ou le lichen peuvent y pousser sans toutefois causer de dommage. Les toitures synthétiques sont essentiellement fabriquées à partir des mêmes résines qui entrent dans les plastiques ou les élastomères, et se comportent à peu près de la même façon. Sauf pour ce qui est des flaques d'eau qui se forment sur les toits-terrasses, les conditions ne favorisent pas une attaque biologique importante.

Conclusion

Le présent Digest traite des organismes responsables de l'altération biologique, les raisons de l'attaque, les conditions qui la favorisent et les matériaux de construction organiques qui s'y prêtent.

Il est difficile de prédire qualitativement la détérioration que pourra causer l'action biologique en raison des nombreux facteurs impliqués et des conditions variées du milieu. Le fabricant est encore la personne la mieux informée pour renseigner sur son propre produit. Le concepteur et le constructeur doivent être au courant de la nature et de l'aspect de l'attaque biologique afin de pouvoir choisir et proposer les matériaux les plus appropriés.