Dübendorf / St-Gall / Thoune, 23. septembre 2004

***Transfert de connaissances de la biologie à la technique***

# Le frelon – un maître en matière de construction légère

***Sur leur banc d'exposition aux intempéries naturelles situé sur les toits de l'Empa, des chercheurs du Laboratoire Bois hébergent actuellement deux essaims de frelons. Ils étudient les constructions légères fascinantes et la stratégie de thermorégulation de ces hyménoptères sociaux pour en tirer de nouvelles solutions techniques.***

Grâce à une thermorégulation extrêmement efficace, les frelons peuvent maintenir la température de leur couvain au environs de 29°C cela jusqu'à l'arrière automne. Une combinaison de différents principes physiques permet à ces insectes sociaux de maintenir constante la température dans leur nid très léger réalisé en bois mâché mélangé à de la salive – un phénomène passionnant pour les ingénieurs en science des matériaux. Les chercheurs de l'Empa s'attachent à déterminer le potentiel bionique que pourrait receler ce phénomène; ou autrement dit s'il est possible de développer de nouvelles solutions techniques à partir de l'observation de ces performances naturelles, par exemple pour la construction de façades d'immeubles. Ces deux nids de frelons ont été équipés de capteurs et de cellules photoélectriques permettant d'enregistrer les variations de température et d'humidité ainsi que les entrées et les sorties des frelons pour procéder ensuite à l'évaluation de ces données.

Comme tous les insectes, les frelons présentent un rapport masse/surface corporelle défavorable qui conduit à de fortes déperditions de chaleur. L'enveloppe isolante de leur nid, formée de nombreuses cavités remplies d'air, conserve cette chaleur à l'intérieur du nid pour réchauffer le couvain lorsque la température extérieure est basse. Par contre durant les jours de grande chaleur, de grandes quantités de chaleur excédentaire doivent être évacuées du nid pour éviter sa surchauffe. Les frelons ne peuvent pas tirer profit de l'inertie thermique de leur nid car celui-ci est construit de manière très légère afin de réduire au maximum l'énergie nécessaire à sa réalisation. Un fait qui vient encore compliquer le tout est que ce nid est continuellement agrandi jusqu'à ce que la population atteigne son maximum à la fin de l'automne. Pour répondre à ces exigences très différentes, les frelons ont recours à l'intégration de modes de comportement et de principes de construction spécifiques et surtout aussi au choix d'un matériau de construction approprié.

**Construction exemplaire, comportement adapté et matériau de construction approprié.**

Grâce au mode de construction de leur nid, avec des rayons horizontaux entourés d'une enveloppe multicellulaire, ces insectes sont en mesure de régler avec précision la température de leur nid et de réduire les déperditions thermiques des individus de l'essaim, cela en particulier durant les nuits froides. En cas de risque de surchauffe, les frelons se servent par contre du gradient de pression de vapeur entre l'intérieur de leur nid et son environnement. L'air intérieur du nid est plus humide et plus chaud et renferme ainsi davantage d'énergie par unité de masse que l'air extérieur. Lorsque la surchauffe menace, les frelons se placent à l'entrée de leur nid et utilisent leurs ailes comme ventilateur pour augmenter le taux de renouvellement d'air et extraire de l'énergie de l'intérieur du nid.

Le matériau à base de bois de ces nids est de plus hygroscopique, ou autrement dit il est capable d'absorber de l'eau. La nuit il absorbe l'humidité et cède à l'air intérieur du nid la chaleur de condensation ainsi dégagée; durant le jour il cède à nouveau cette humidité par évaporation entraînant ainsi un rafraîchissement. En provoquant un apport volontaire d'humidité ou en augmentant la ventilation, les frelons sont en mesure d'accroître encore cet effet.

**Un modèle d'enveloppes de bâtiments ventilées et d'amortisseurs passifs pour l'amélioration du climat intérieur des bâtiments**

Les résultats de ce projet de l'Empa réalisé avec le soutien financier du Fond national suisse sont aussi utilisés par Raoul Klingner dans son travail de doctorat commun entre l'Empa et l'Institut für Hochbautechnik de l'EPFZ. Ce projet et cette thèse ont pour but de parvenir à une meilleure compréhension du comportement thermodynamique de ces ouvrages naturels en bois. Il est tout à fait pensable que les résultats de ces travaux débouchent sur une application de ces mécanismes efficaces dans la construction en bois. Il est possible d'imaginer ici une adaptation de ces principes pour la réalisation d'enveloppes de bâtiment multicouches ventilables ou encore pour l'utilisation du potentiel hygroscopique du bois comme amortisseur passif des variations indésirables du climat intérieur des bâtiments.

**Contact**

Raoul Klingner, Laboratoire Bois, tél. +41 44 823 46 60, e-mail: raoul.klingner@empa.ch

Dr Klaus Richter, Laboratoire Bois, Tél. +41 44 823 41 15, e-mail: klaus.richter@empa.ch

**Rédaction**

Martina Peter, Section Communication/Marketing, tél. + 41 44 823 49 87, martina.peter@empa.ch

Les illustrations et le texte peuvent être obtenus sous forme digitale auprès de martina.peter@empa.ch.

Un nid de frelons habité suspendu sur le banc d'essai.

(Image_1.jpg)

Un nid de frelons habité sur le banc d'essai vu depuis le bas.

(Image_2.jpg

Raoul Klingner examine la structure d'un nid de frelons.

(Image_3.jpg)

Nid de frelons ouvert avec sa structure interne visible.

(Image_4.jpg)

Jeune frelon en train d'éclore.

(Image_5.jpg)

Un frelon à l'atterrissage sur le banc d'essai avec du matériau de construction entre ses mandibules.

(Image_6.jpg