

Zeitschrift: IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte
Band: 48 (1985)

Artikel: L'acier en façade: une réponse aux questions énergétiques
Autor: Le Chapellier, Michel / Boullier, Pierre / Al Hamdani, Faleh
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-37451>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

L'acier en façade: une réponse aux questions énergétiques

Die Stahlfassade: eine Antwort auf energietechnische Probleme

Steel Facades and Energy Considerations

Michel LE CHAPELLIER

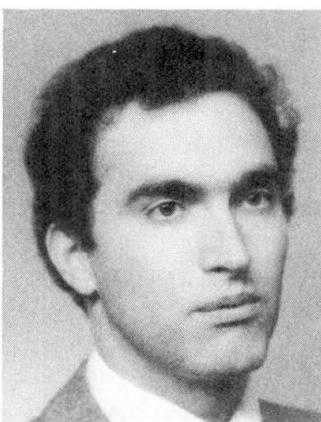
G. R. E. P. S.
Université de Technologie
Compiègne, France



Michel Le Chapellier, né en 1948, est Docteur Contrôle des Systèmes depuis 1978. Il s'occupe de problèmes d'économies d'énergie dans le bâtiment et l'industrie.

Pierre BOULLIER

G. R. E. P. S.
Université de Technologie
Compiègne, France



Pierre Boullier, né en 1956, est Docteur-Ingénieur Automatien, il se consacre à l'étude de la conduite des systèmes énergétiques.

Faleh AL HAMDANI

Université de
Technologie
Compiègne, France



Faleh Al Hamdani, né en 1953, Ingénieur, prépare une thèse de Docteur-Ingénieur sur les méthodes de climatisation à partir de la convection naturelle.

RÉSUMÉ

Les tôles acier nervurées, prélaquées et les panneaux sandwich permettent de réaliser plusieurs types de gains énergétiques qui sont étudiés au GREPS à l'Université de Compiègne: la gestion du chauffage intermittent, la conception de l'éclairage, les gains solaires directs, les systèmes solaires actifs et la protection contre le rayonnement en zone tropicale.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorbeschichteten Rippenstahlbleche und die Sandwich-Tafeln ermöglichen eine Reihe von Energieeinsparungen, welche von GREPS (Universität Compiègne) untersucht werden: intermittierende Steuerung der Heizung, Konzeption der Beleuchtungsanlage, Energiegewinne durch direkte Sonneneinstrahlung, aktive Solar-Systeme, Einstrahlungsschutz in tropischen Zonen.

SUMMARY

Coated ribbed steel plates and sandwich panels offer a number of advantages from the viewpoint of energy saving, which have been investigated at GREPS (University of Compiègne), i.e. intermittent control of heating, concept for lighting, energy savings by utilizing direct solar radiation, active solar systems, and solar radiation insulation in tropical zones.



INTRODUCTION

Depuis 1979 le G.R.E.P.S. a étudié différentes techniques visant à valoriser l'usage de produit acier plat en toiture et façade de bâtiment.

Nous présentons ici plusieurs études et réalisations :

- l'étude sur les économies d'énergie dans les locaux sportifs,
- l'utilisation de tôles fortement nervurées comme pare-soleil intérieur,
- le bardage triple peau (bardage thermique) en construction industrielle pour la production d'air préchauffé,
- la recherche sur les applications du bardage thermique pour la climatisation naturelle en zone tropicale humide.

1.- FACADES ACIER ET INTERMITTENCE

Dans les bâtiments à occupation intermittente, l'inertie a une influence très grande sur les consommations. La figure 1 permet de comparer l'évolution de température de deux bâtiments, de déperditions identiques mais d'inertie très différente, ainsi que la chronologie des consommations correspondantes. On peut en tirer deux conclusions : dans un bâtiment peu inerte, occupé de façon intermittente :

- la consommation est plus faible
- la puissance installée pour le chauffage est plus faible.

Lors d'une étude réalisée sur des gymnases, deux solutions techniques au niveau du bâti ont été envisagées : d'une part, une construction légère : plancher bois, façade et toiture en panneaux sandwich acier et d'autre part une construction lourde : sol sportif sur terre-plein, façades (jusqu'à 3 m) et pignons en agglomérés de béton. L'inertie du premier ressort en moyenne à 15 kg/m² d'enveloppe, celle du second à 45 kg/m². Quel que soit le mode de gestion, la différence est significative.

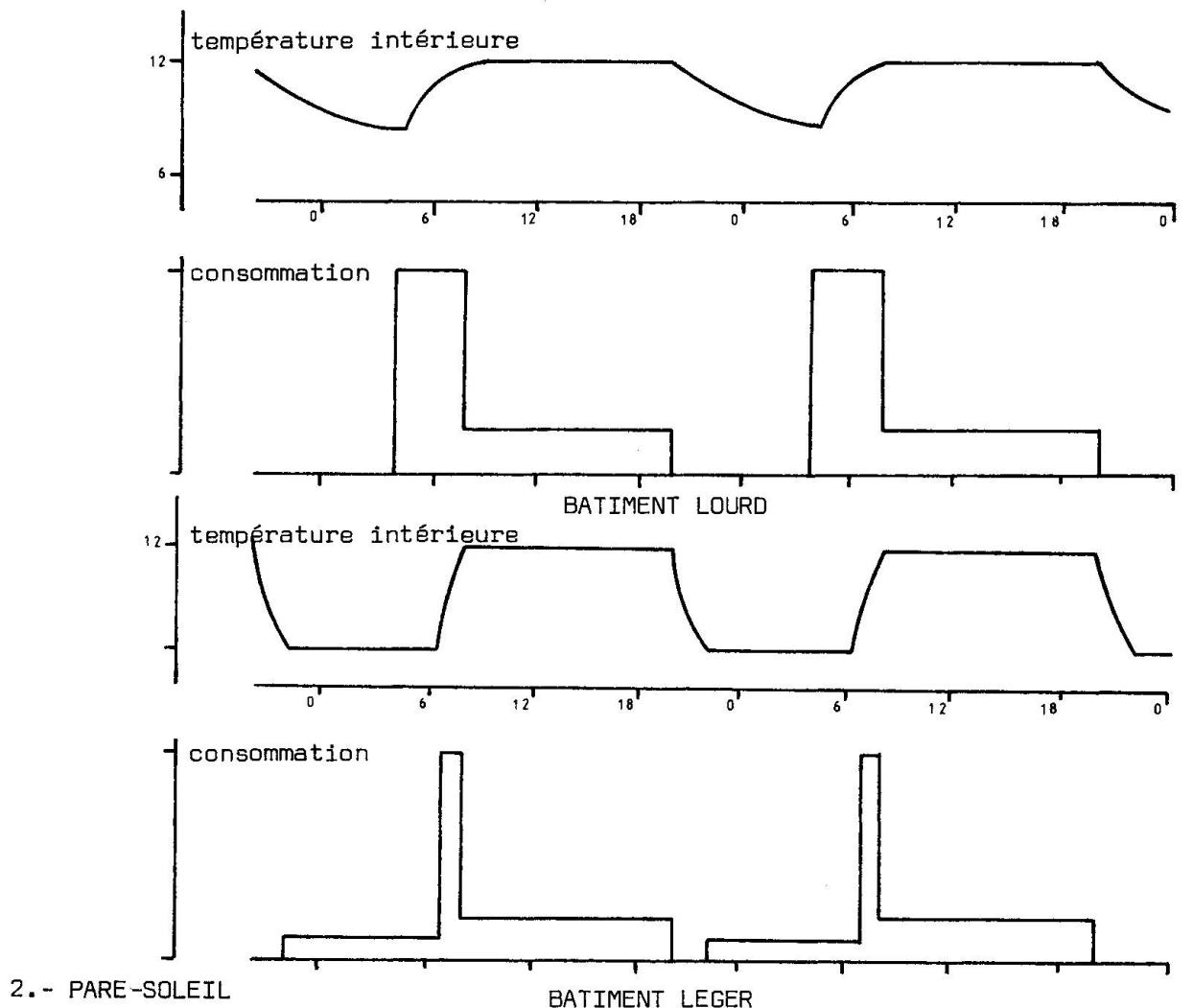
- Avec un chauffage traditionnel (aérothermes) les besoins du gymnase lourd sont de 51222 kWh/an, ceux du gymnase léger de 39027 kWh/an soit 24% de moins (gymnase à TRAPPES, 198 m² de vitrages en façade Sud). Un gymnase d'inertie intermédiaire (sol sportif sur terre-plein, enveloppe sandwich) a des besoins de 44232 kWh/an.

Dans d'autres cas d'orientation, l'écart peut être encore plus important : réduction de moitié par allègement de l'enveloppe.

- En l'absence de chauffage traditionnel, remplacé par une combinaison de surfaces transparentes (gain direct) et d'un système à air (gain différé) l'écart se traduit par une différence de confort : entre 12 h et 13 h, il y a 69 jours où le gymnase lourd n'atteint pas les 12° requis, contre 44 jours pour le gymnase léger (- 36%!). Si on place plus bas la limite d'inconfort, par exemple à 9°C, la différence dépasse 50%.

Les résultats obtenus se généralisent aisément à tous les locaux chauffés à occupation intermittente : activités industrielles, artisanales ou équipements collectifs pour lesquels une réponse rapide en température et une consommation énergétique faible sont des facteurs essentiels d'utilisation rentable et confortable.

Soulignons cependant que la baisse de l'inertie induit une plus grande sensibilité aux surchauffes. Celles qui sont d'origine interne (machines, occupants, éclairage) peuvent être maîtrisées par une bonne conception du système, celles qui sont d'origine externe essentiellement les apports solaires directs - peuvent être également traitées par une bonne conception de l'enveloppe, profitant de la souplesse des produits acier.



Traditionnellement dans les grands halls (gymnase, hall de bâtiment de service, bâtiments industriels) les façades vitrées sont placées en façade Nord. Cependant, l'orientation en paroi verticale Sud ou en toiture permettrait de diminuer la consommation due au chauffage.

Dans une étude concernant la consommation d'énergie dans les gymnases réalisée pour le Ministère de la Jeunesse et des Sports, nous avons évalué la diminution de besoin de chauffage obtenue en déplaçant en façade Sud 198 m² de transparents doubles précédemment orientés au Nord.

LIEU	VITRAGES NORD	VITRAGES SUD	TYPE
TRAPPES	53154	44232	DOUBLE
STRASBOURG	70007	59225	DOUBLE
CARPENTRAS	79597	66969	SIMPLE

Cependant la disposition de grandes surfaces transparentes en façade Sud a deux inconvénients :

- la surchauffe du bâtiment,
- l'éblouissement des usagers.

Le système de pare-soleil qui a été expérimenté sur le gymnase de CONDE SUR NOIREAU (France) a pour but de supprimer ces inconvénients.



Les choix technologiques qui ont été fait, avaient pour but de réduire le coût. C'est pourquoi nous avons choisi des tôles d'acier fortement nervurées (MURECO) afin d'avoir une très grande portée entre appuis. Les tôles sont disposées à l'arrière des transparents situés en toiture et en façade Sud de manière à supprimer le passage du rayonnement direct qui est soit réfléchi, soit absorbé.

La chaleur provenant de l'absorption du rayonnement solaire est transférée à l'air. Cet air chaud peut être collecté en partie supérieure et utilisé comme pour tous les systèmes solaires à air (soit chauffage immédiat, soit stockage, soit éjecté à l'extérieur en période chaude).

3.- BARDAGE THERMIQUE POUR L'INDUSTRIE

Nous allons maintenant décrire une installation qui utilise un bardage triple peau :

- 2 peaux de panneaux sandwich
- 1 peau de bardage thermique.

Dans ce cas la troisième peau est une tôle acier laquée qui va permettre de récupérer l'énergie solaire afin de chauffer l'air de renouvellement d'un atelier de peinture des Constructions Mécaniques de Bellande (France).

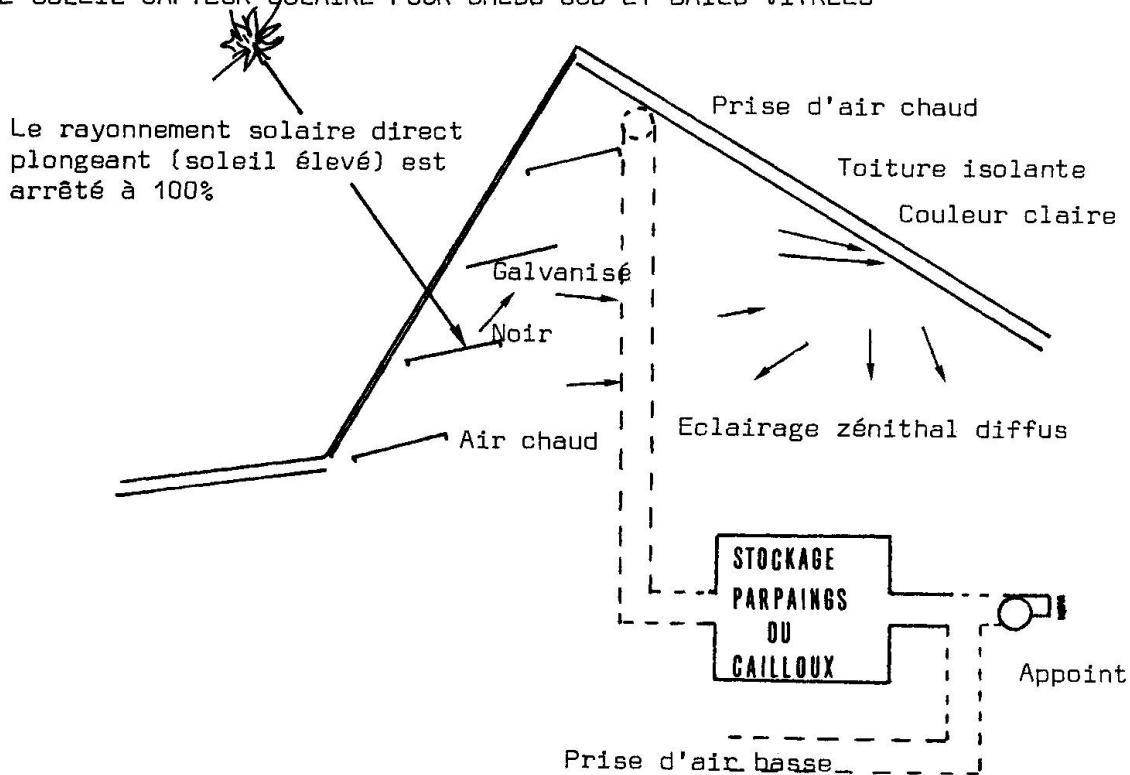
L'usine des Constructions Mécaniques de Bellande (Aubenas) a réalisé la construction d'un atelier de peinture comportant :

- 3 cabines : renouvellement d'air 32000 m /h, température 22°C
- 1 hall : température 20°C
- 1 étuve : renouvellement d'air 6000 m /h, température 52°C

Le projet de base ne comportait pas d'isolation spécifique et le chauffage de l'air et des locaux était assuré par un ou plusieurs brûleurs fuel.

La présente étude concernait l'étuve, le hall et une cabine de peinture et nous avons évalué l'intérêt de l'isolation ainsi que celui du bardage thermique en toiture servant à préchauffer l'air avant son passage sur les brûleurs fuel.

PARE-SOLEIL CAPTEUR SOLAIRE POUR SHEDS SUD ET BAIES VITRÉES



3.1. - Faisabilité technique de la toiture

En utilisant les produits de série, ONDATHERM pour les panneaux sandwich, et NERVESCO pour la tôle, les canneaux de circulation de l'air ont des sections de $0,08 \text{ m}^2$ par panneau. Sur une largeur de 30 m la section totale sera de $2,4 \text{ m}^2$.

Compte tenu de la morphologie de la section d'écoulement d'air, le coefficient d'ailette vaut 0,97.

(tôle de 0,75 mm, distance des canalisations 35 mm, coefficient de déperdition $10 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$).

On en déduit la valeur du facteur solaire du capteur :

$$F_R = GCp/UL (1 - e^{-UCF'/GCp})$$

$$FR = GCp/U (1 - e^{-UF'/GCp})$$

avec G débit en kg/s m^2

Cp chaleur massique de l'air $\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$

U coefficient de perte vers l'avant $\text{W/m}^2 \text{ °C}$

F' facteur d'ailette

$$FR = 0,82$$

3.2. - Evaluation du gain annuel

Le gain annuel est déterminé par simulation heure par heure.

Nous utilisons pour la simulation le modèle de l'Université de Technologie de COMPIEGNE pour l'évaluation thermique des bâtiments industriels en considérant deux zones :

zone 1 : hall de peinture (22°C)

zone 2 : étuve (54°C)

Les données utilisées sont celles de CARPENTRAS (horaire et trihoraires).

	BASE	BASE + SOLAIRE	ISOLEE	ISOLEE + SOLAIRE
BESOINS				
10 kWh	559	441	314	201
CONSUMMATIONS				
FUEL	66,5	52,5	37	23,9
Tep				

Base : 1 Tep couvre 8400 kWh besoins

Rendement 0,724

3.3. - Surcoût et économie

	Surcoût	Economie
Isolation	91 420	29,5 Tep/an
Solaire	62 680	13,1 Tep/an



4.- VENTILATION D'UN BATIMENT D'HABITATION A L'AIDE D'UN BARDAGE ABSORBANT L'ENERGIE SOLAIRE

Les exigences qui doivent être satisfaites pour la conception et la réalisation d'un bâtiment d'habitation sous les climats chauds et humides sont les suivantes :

- possibilité d'une ventilation permanente et efficace,
- protection contre le soleil et la pluie,
- élimination de températures élevées à l'intérieur au cours de la journée.

L'utilisation d'un bardage thermique pour les habitations de ces pays permet d'obtenir simultanément une bonne isolation thermique et une ventilation naturelle.

Un bardage thermique est constitué de deux parois séparées par une couche d'air ventilée essentiellement par convection naturelle. La première paroi est une tôle absorbante de l'énergie solaire et la deuxième paroi est formée par deux plaques métalliques planes emprisonnant une mousse de polyuréthane dont l'objectif est de réduire l'énergie thermique transmise à l'intérieur de l'habitation.

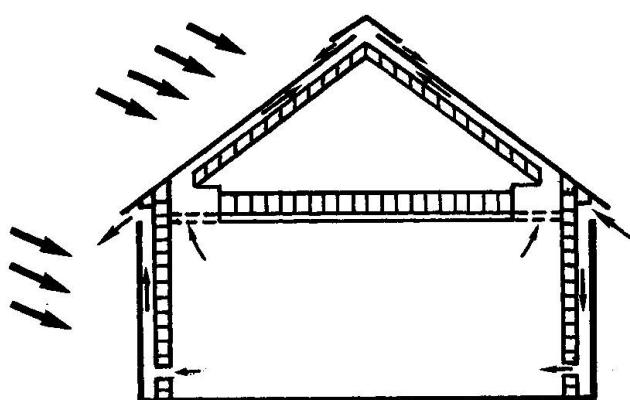
L'étude expérimentale du bardage a porté sur le rôle de certains paramètres opératoires et géométriques sur le débit de ventilation et sur l'énergie thermique évacuée. Les principaux paramètres étudiés sont :

- la puissance absorbée,
- la hauteur du bardage disposé verticalement,
- l'espacement entre les deux plaques constituant le bardage,
- la mise en place de chicanes sur la plaque absorbante du côté interne,
- la nature absorbante des plaques internes constituant le bardage.

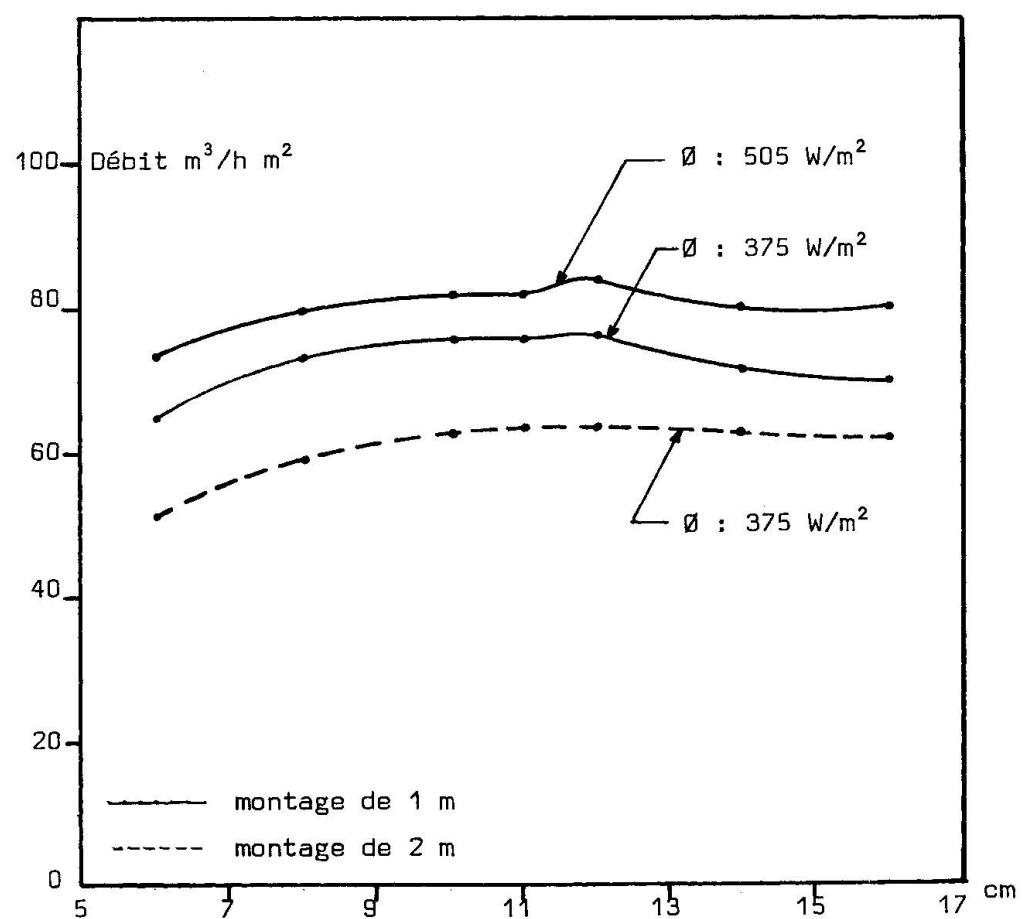
D'une manière générale, le débit d'air ventilé augmente avec la puissance absorbée. Pour une même puissance absorbée et une même unité de surface, le débit diminue avec la hauteur du bardage. La mise en place de chicanes sur la paroi absorbante provoque un accroissement du débit d'air ventilé. De même, en modifiant les propriétés rayonnantes des surfaces internes du bardage, l'augmentation des échanges de chaleur par rayonnement entraîne celle du débit d'air ventilé. Enfin, les autres paramètres étant fixés, il existe un espacement entre les deux plaques du bardage maximisant le débit d'air, l'épaisseur optimale variant légèrement avec les paramètres étudiés précédemment.

Avec l'ensemble des résultats précédents, nous pouvons, à présent, dimensionner une habitation située dans une région tropicale dont les conditions climatiques sont connues, tout en minimisant le coût de revient de la construction. Ce dimensionnement s'applique aux géométries étudiées qui représentent, cependant, des formes simples pouvant être rapidement réalisées à l'échelle industrielle.

COUPE DE PRINCIPE

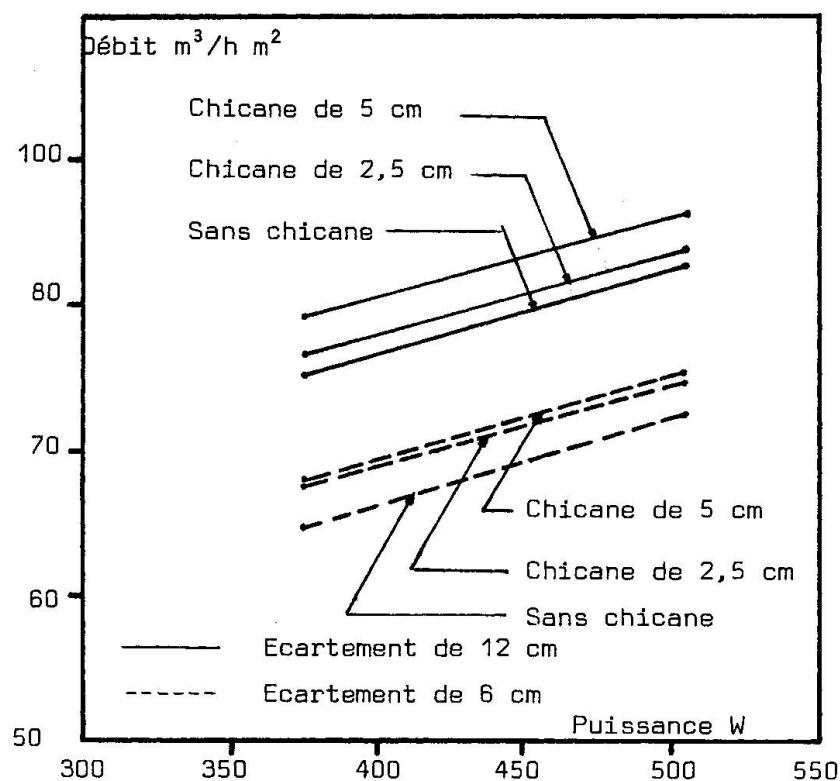


EVOLUTION DU DEBIT EN FONCTION DE L'ECARTEMENT POUR DIFFERENTES HAUTEURS





EVOLUTION DU DEBIT EN FONCTION DE LA PUISSANCE POUR DIFFERENTES CHICANES



EVOLUTION DU DEBIT EN FONCTION DE L'ECARTEMENT POUR DIFFERENTES TEINTES

