

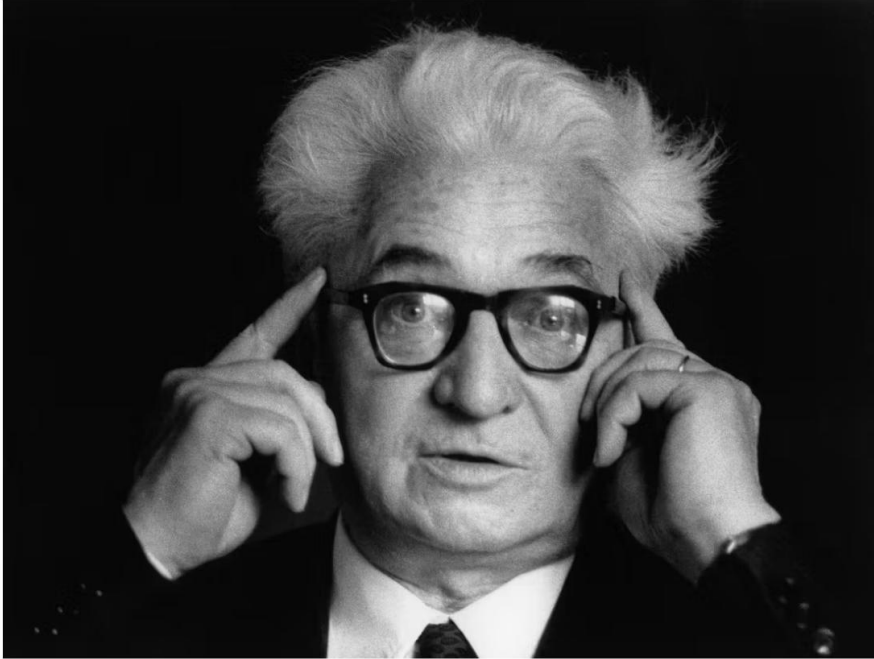
STD, SED : comment nous en sommes arrivés là aujourd'hui.

André Nessi et Léon Nisolle publient trois ouvrages en 1925, 1929 et 1933, afin de fournir aux bureaux d'études des moyens de calculs simplifiés par l'utilisation de méthodes graphiques et abaqués préétablis : «Par l'introduction systématique, seulement esquissée dans le livre précédent, de la fonction d'influence dans les problèmes de chauffage, nous sommes parvenus à atteindre non seulement une grande précision, mais aussi à éviter toutes les difficultés mathématiques d'application au personnel des bureaux d'études ... En partant des calculs de déperditions en régime dynamique et des résultats des abaqués, on établit en quelques minutes la formule qui donne la température de l'air.» ... Que s'est-il passé depuis cette lointaine époque ?

Jean-Jacques ROUX

Professeur Emérite

INSA Lyon, CETHIL, UMR5008, 69621 Villeurbanne, France



L'historien Fernand Braudel, à Paris, en 1967. SERGE HAMBOURG/OPALE

«Faire un détour par l'Histoire peut s'avérer nécessaire, si tant est qu'il faut savoir d'où l'on vient pour savoir où l'on va»,

Fernand Braudel

SYDONIE

IRIS 80 (CII) ... RAM de 512 Ko

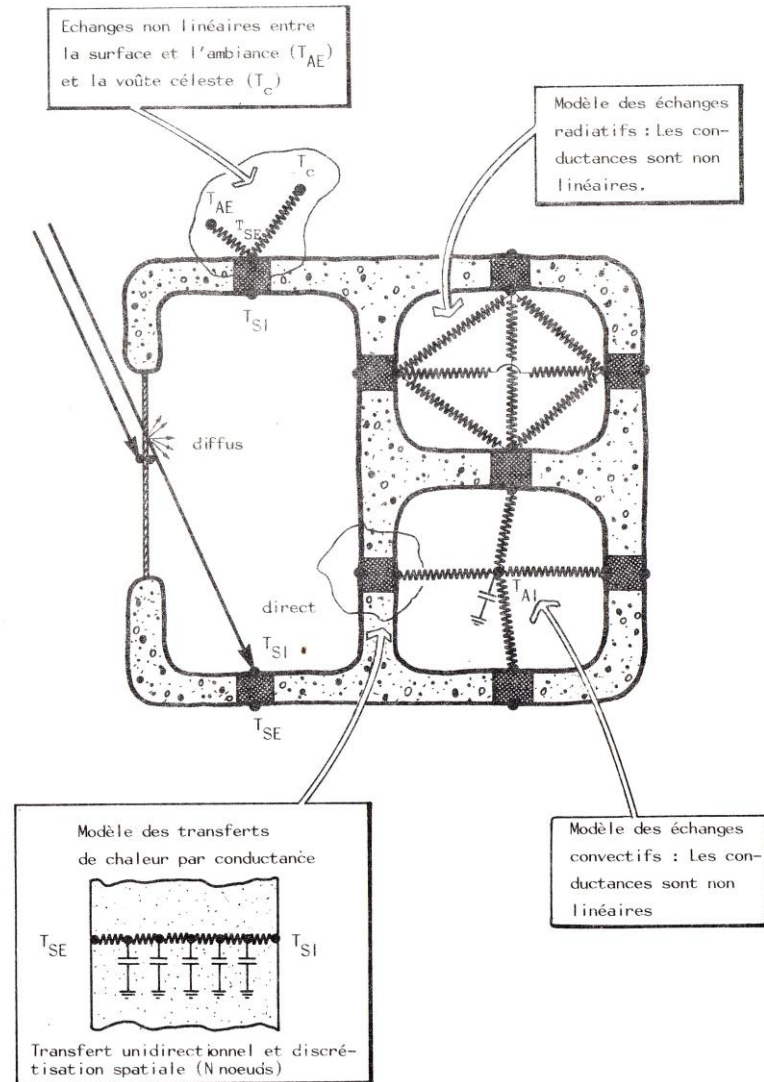
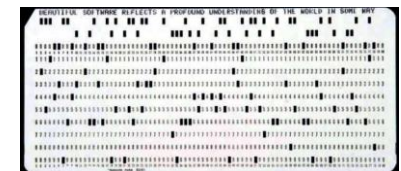


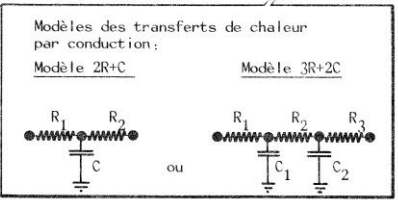
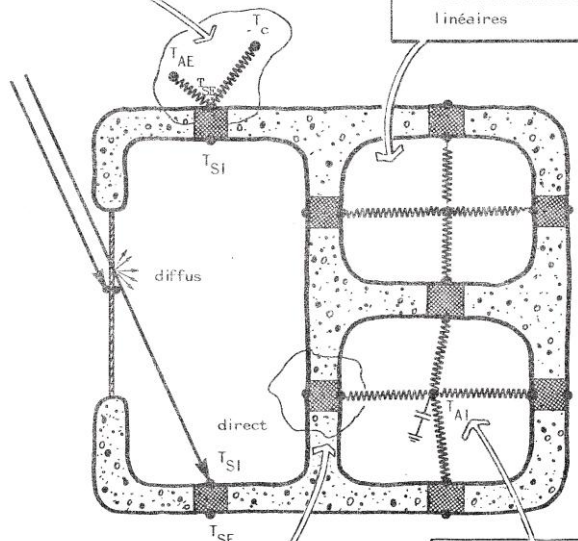
Figure 12 : Récapitulation des modèles retenus par les différents modes de transfert





GLO à l'extérieur
Echange avec l'ambiance
et avec la voûte céleste
Les conductances sont
linéaires

Modèle des échanges
radiatifs grandes longueurs
d'onde intérieurs:
- Notion de température
radiative moyenne
- Les conductances sont
linéaires



$\tau_1 \dots \tau_2$

Figure 17 : Récapitulation des modèles retenus pour les différents modes de transfert.

HP9836 ... RAM de 512 Ko

SYLPHO

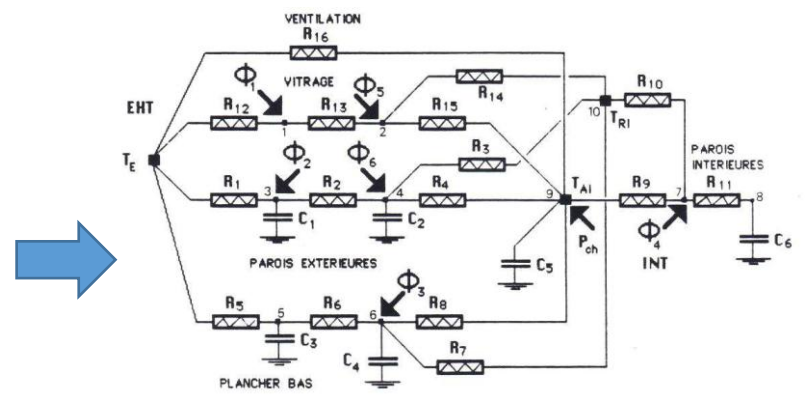
Modèles à 1 ou 2 cst. de temps par parois



HP85 ... RAM de 16/32 Ko

CODYBA

Agrégation de modèles à 1 ou 2 cst. de temps par parois



Minibat : 1979 2026

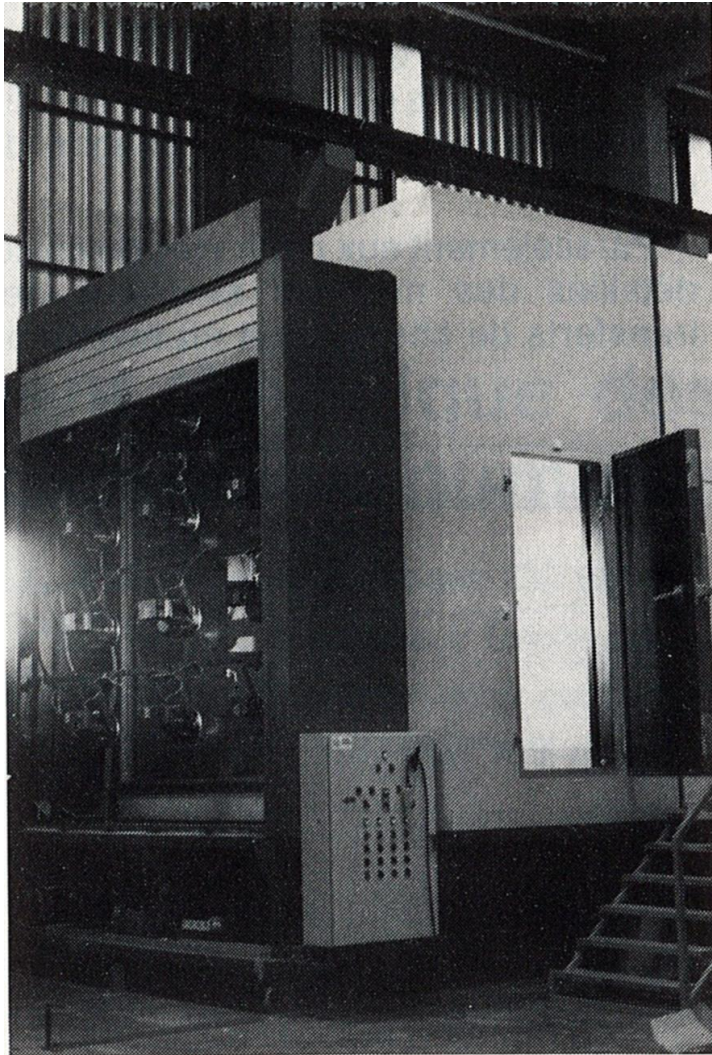
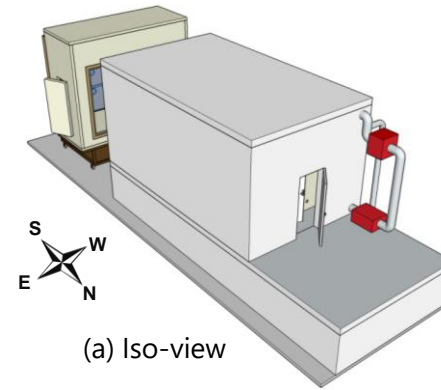


Fig.2 : Vue extérieure de la cellule montrant le simulateur d'ensoleillement et le caisson climatique.

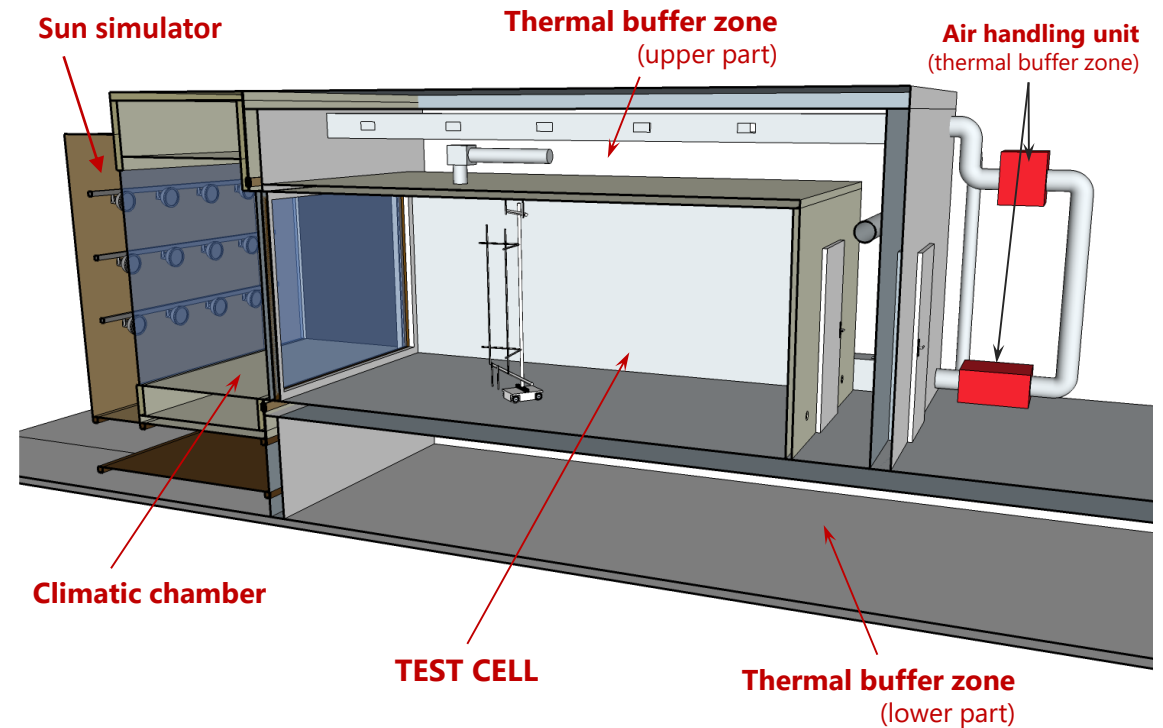


(a) Iso-view



(b) W-view

Air handling unit
(climatic chamber)



Sun simulator

Thermal buffer zone
(upper part)

Air handling unit
(thermal buffer zone)

Climatic chamber

TEST CELL

Thermal buffer zone
(lower part)

(c) MINIBAT section (during experiments)



Vérification expérimentale de la validité des hypothèses de modélisation

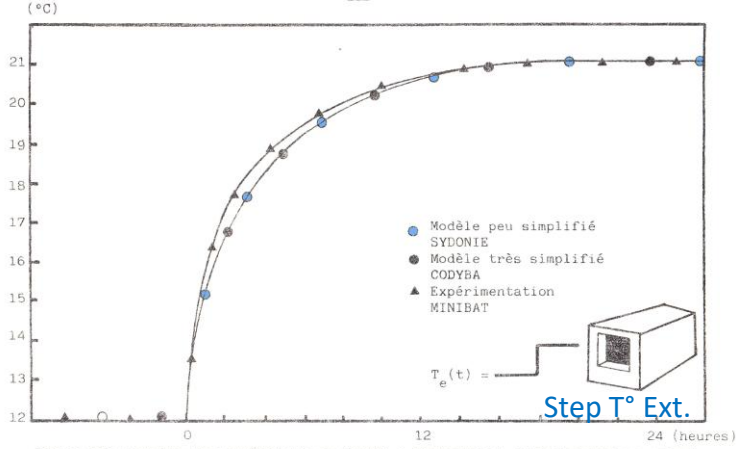


Figure 59: Echelon de température en façade ; Comparaison expérimentation-calcul

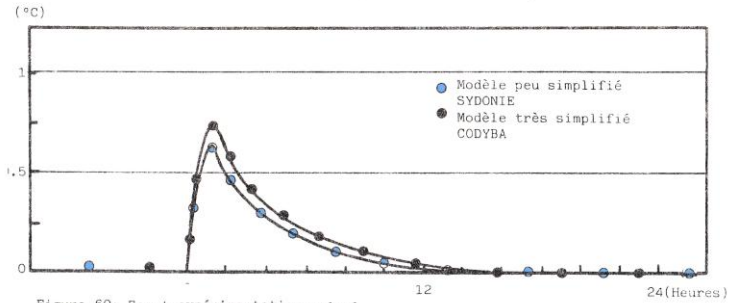


Figure 60: Ecart expérimentation-calcul

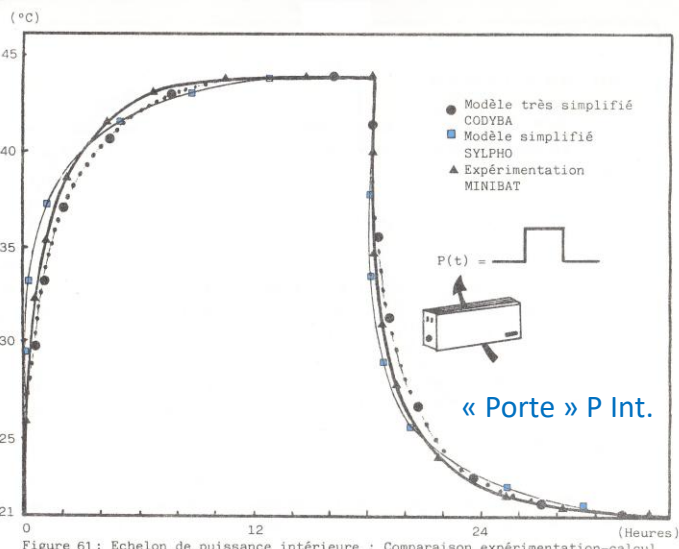


Figure 61: Echelon de puissance intérieure ; Comparaison expérimentation-calcul

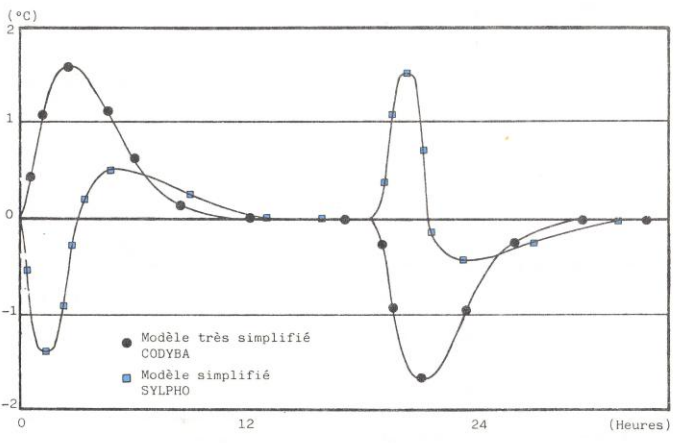


Figure 62: Ecart expérimentation-calcul

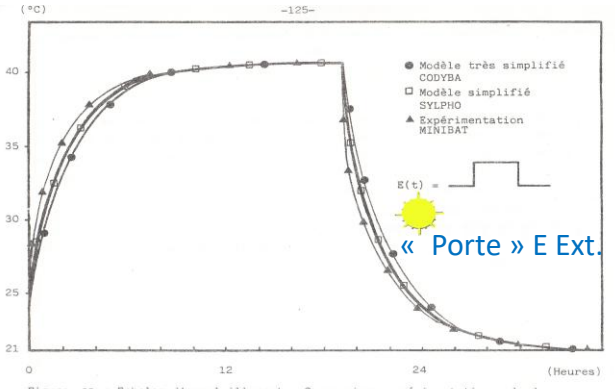


Figure 63: Echelon d'ensoleillement ; Comparaison expérimentation-calcul

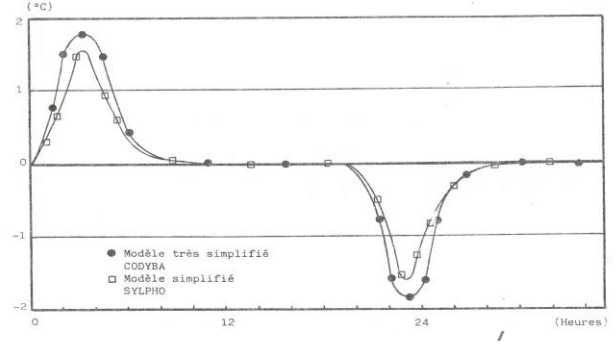


Figure 64: Ecart expérimentation-calcul

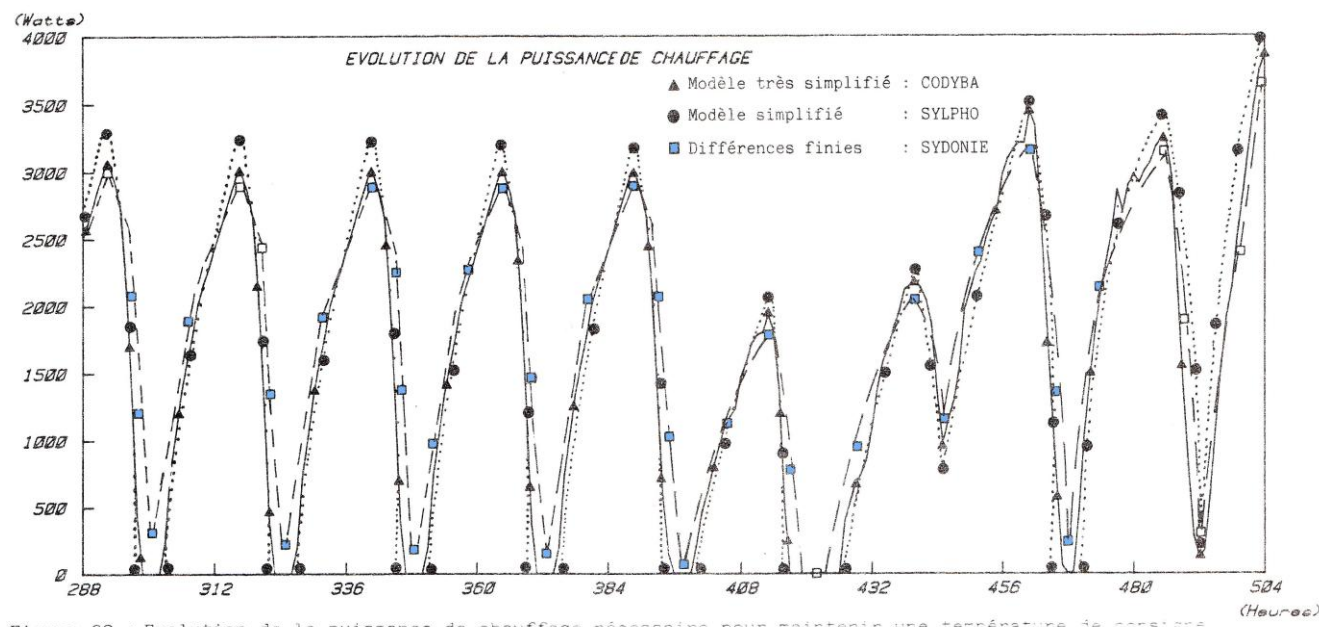


Figure 69 : Evolution de la puissance de chauffage nécessaire pour maintenir une température de consigne

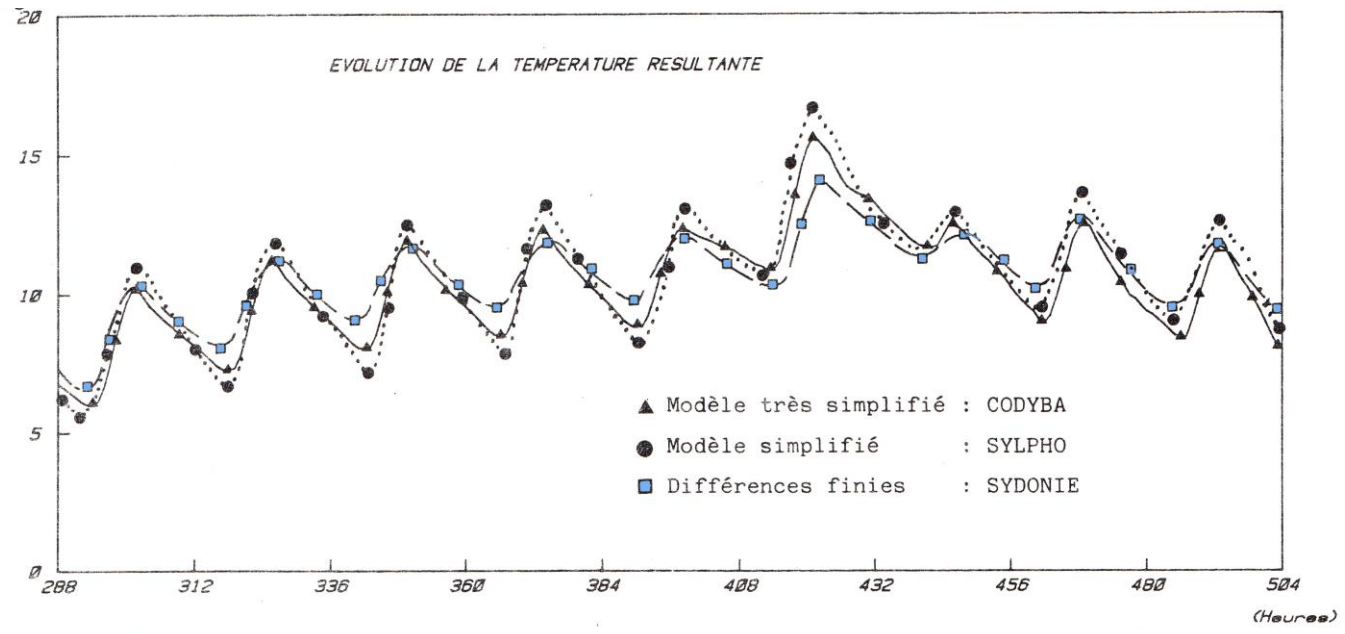


Figure 68 : Evolution de la température intérieure de la cellule sans chauffage

Intercomparaison des codes de calcul

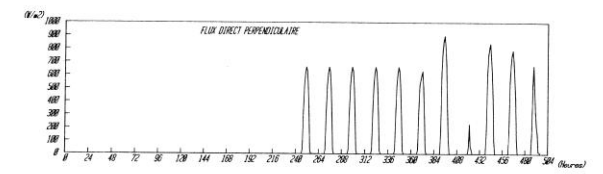
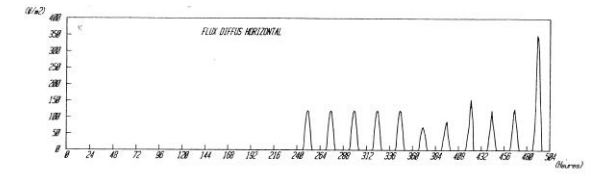


Figure 65 : Définition des flux solaires pour la séquence climatique fictive

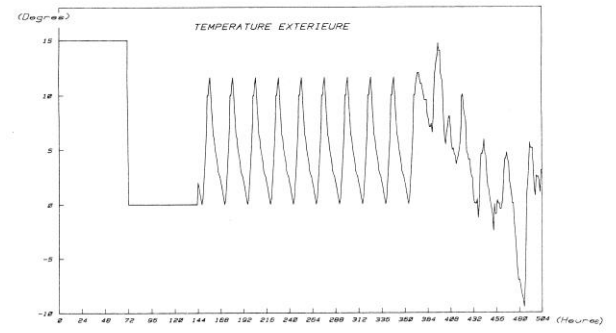


Figure 65 : Définition de la température extérieure pour la séquence climatique fictive

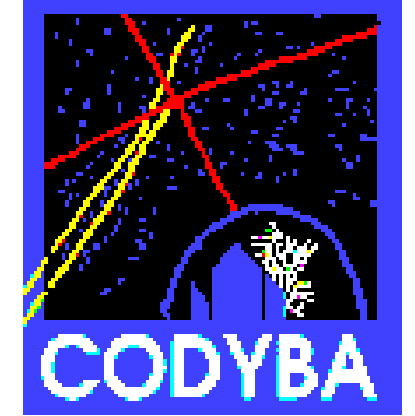
S. Rousseau, J. Brau, *Description des vingt tests devant être réalisés pour le calcul du coefficient B qui postulent à l'agrément définitif.* Contrat INSA/Ministère de l'Urbanisme et du logement, mai 1983

1982 >> CODYBA

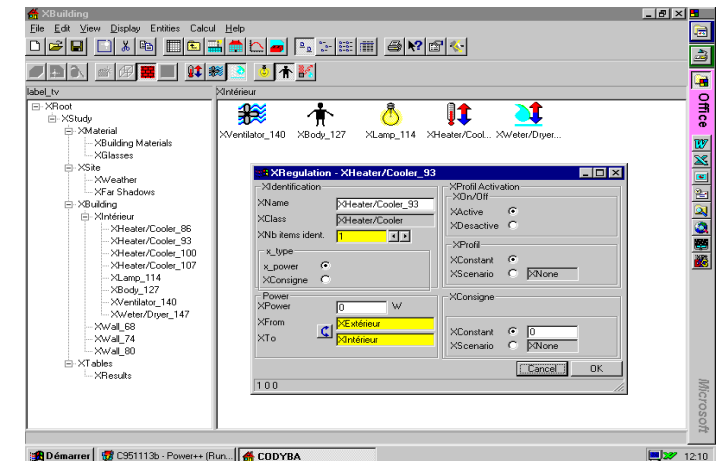
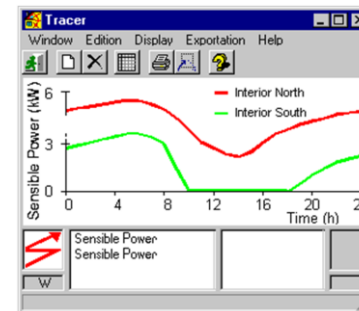
- 1982 : Thèse >> V 0.0 : HP85/Se HP sur ROM/BASIC



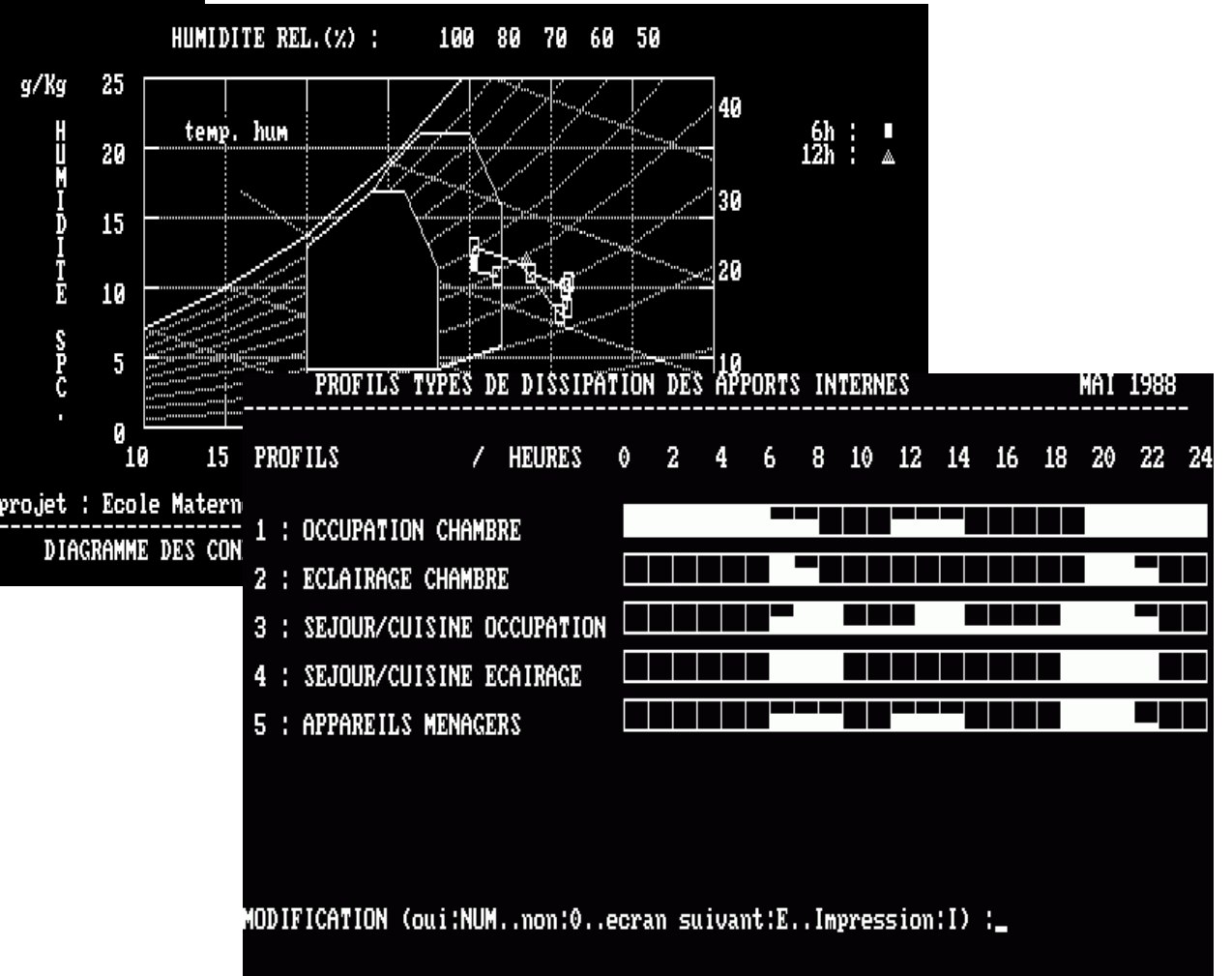
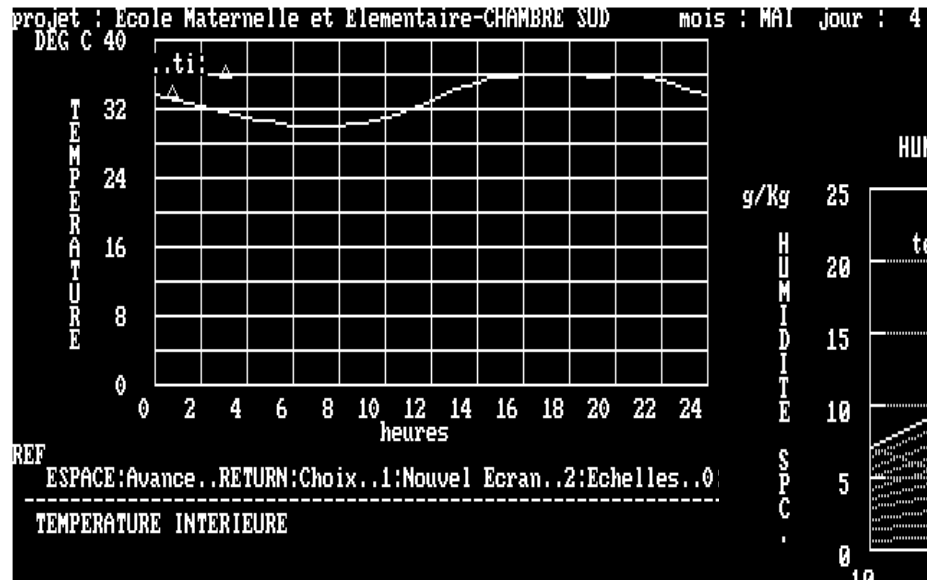
- 1985 : V 1.0 : PC/DOS/PASCAL



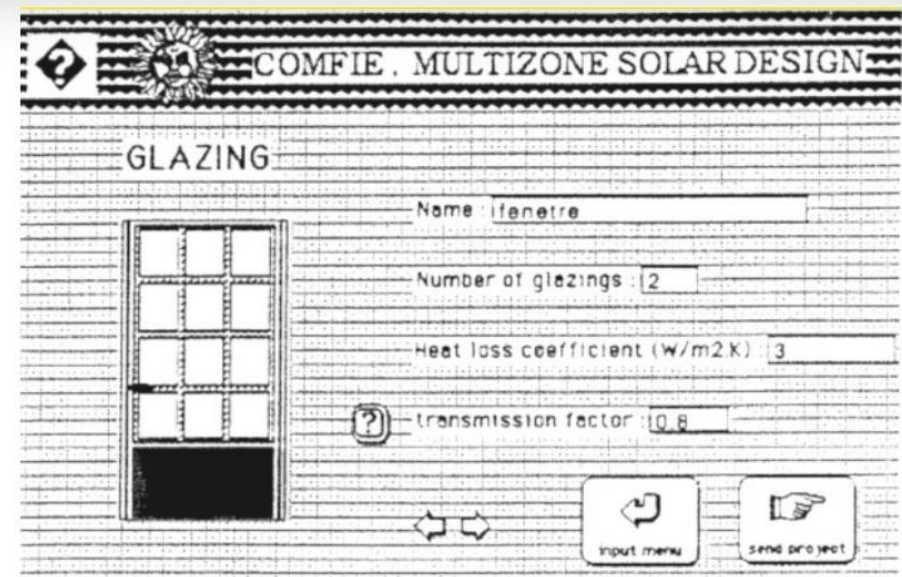
- 2000 : V6.0 : PC/Windows/C++



1982 >> Casamo ... 1988 >> Casamo-Clim



1984 ... 1990 >> COMFIE sous Mac

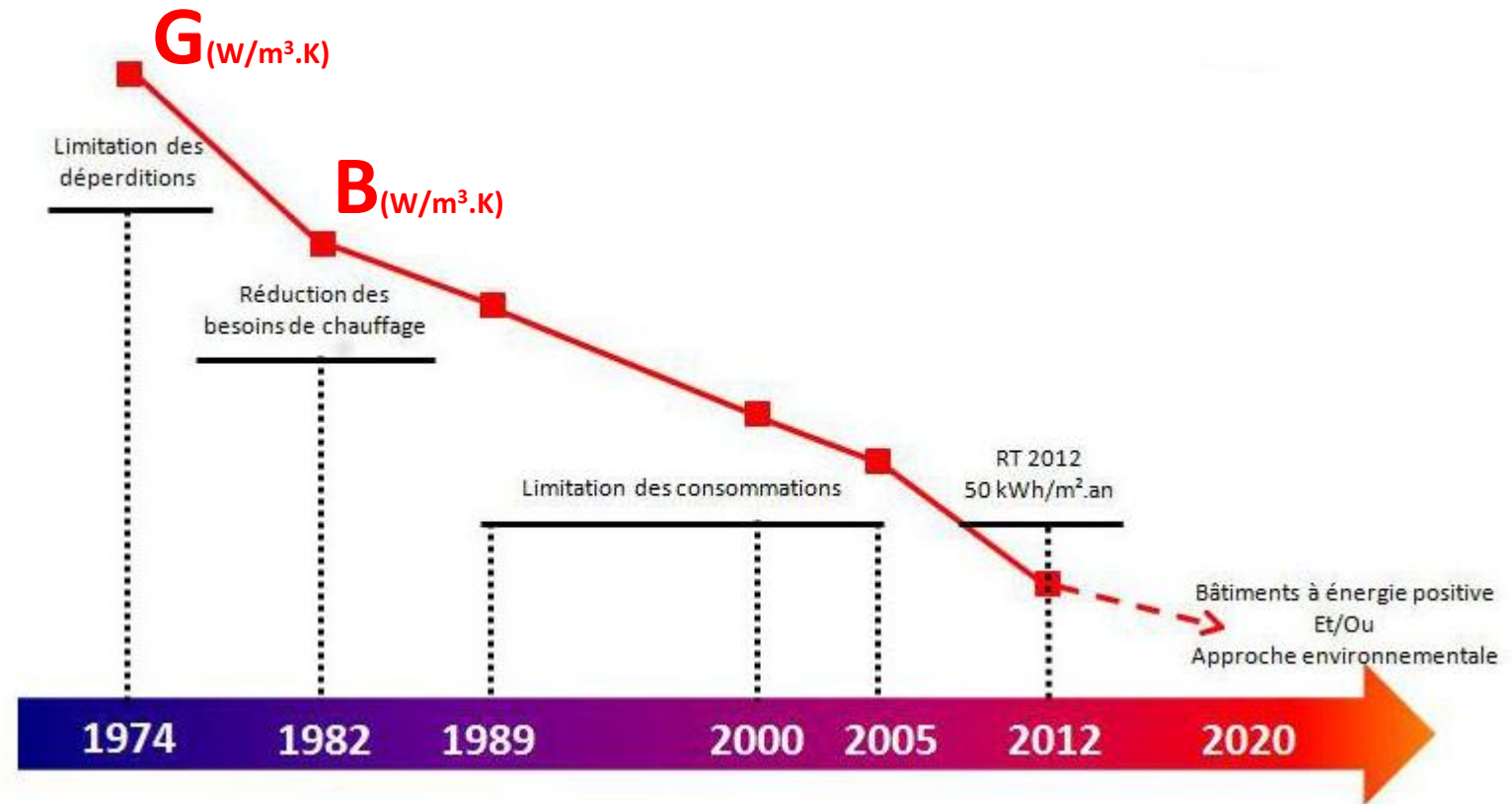


- <https://www.izuba.fr/wp-content/uploads/2019/11/25-ans-Pleiades-v5-pr-diff.pdf>

- Patrick Bacot , Analyse modale des systèmes thermiques, Doctorate Thesis, University Paris VI, 1984
- Patrick Bacot, Alain Neveu, Jean Sicard, Analyse modale des phénomènes thermiques en régime variable dans le bâtiment, Revue Générale de Thermique, n°267, Paris, 1984
- Gilles Lefebvre, Analyse et réduction modale d'un modèle de comportement thermique de bâtiment, Doctorate Thesis, University Paris VI, 1988
- Isabelle Blanc Sommereux, Gilles Lefebvre, Simulation de bâtiment multizone par couplage de modèles modaux réduits, CVC, n°5, mai 1989

- Thierry Salomon, Renaud Mikolasek, Bruno Peuportier. Outil de simulation du bâtiment, COMFIE, Journée thématique IBPSA France, Mars 2005, La Rochelle, France

RT74 et RT82



Les trois premières références bibliographiques de mon mémoire de thèse concernaient des ouvrages d'André Nessi et Léon Nisolle et une photocopie de ces ouvrages avaient une place privilégiée dans la bibliothèque de mon directeur de thèse, le professeur Jean BRAU.

- [1] A. NESSI et L. NISOLLE
Régimes variables de fonctionnement dans les installations de chauffage central.
Edition Dunod, 1925.
- [2] A. NESSI et L. NISOLLE
Méthodes graphiques pour l'étude des installations de chauffage et de réfrigération en régime discontinu.
Edition Dunod, 1929.
- [3] A. NESSI et L. NISOLLE
Résolution pratique des problèmes de discontinuité de fonctionnement dans les installations de chauffage central.
Edition Dunod , 1933.

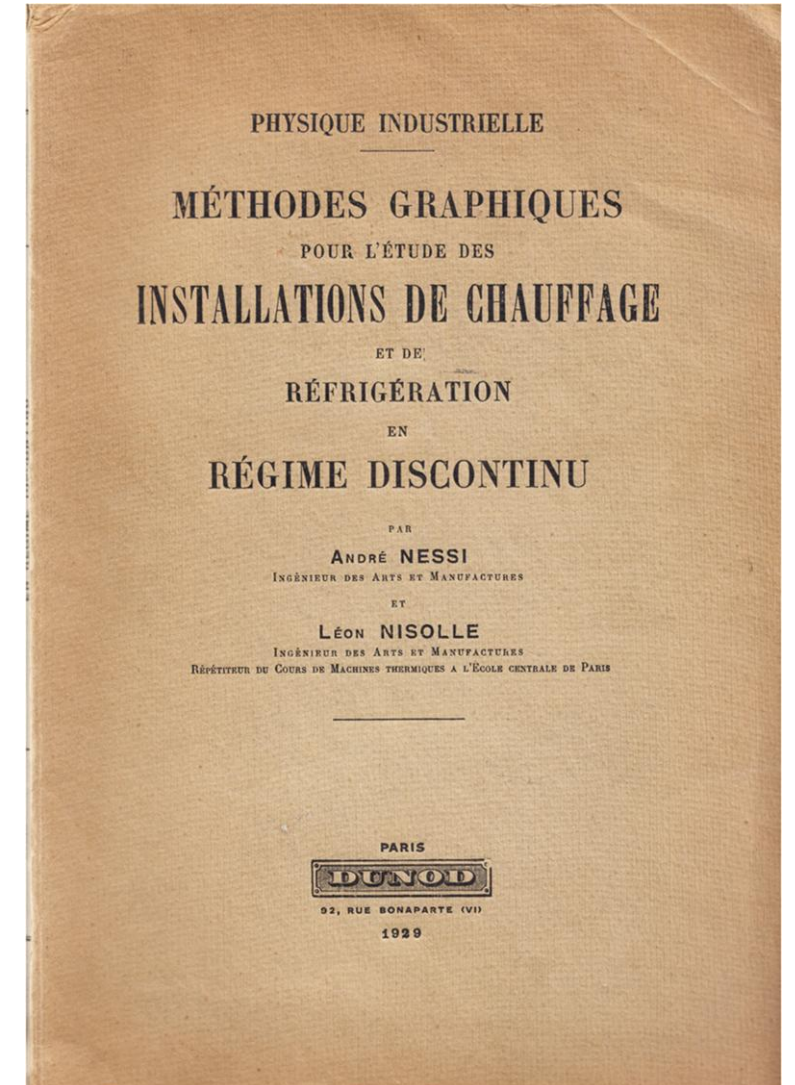


André Nessi

J.-J. Roux, *Proposition de modèles simplifiés pour l'étude du comportement thermique des bâtiments*, Thèse INSA Lyon, 1984

A l'époque de leurs publications, les préoccupations de Nessi et Nisolle étaient de fournir aux bureaux d'études des moyens de calculs simplifiés par l'utilisation de méthodes graphiques et d'abaques préétablis :

« Par l'introduction systématique, seulement esquissée dans le livre précédent, de la fonction d'influence dans les problèmes de chauffage, nous sommes parvenus à atteindre non seulement une grande précision, mais aussi à éviter toutes les difficultés mathématiques d'application au personnel des bureaux d'études. Les calculs analytiques compliqués ne sont certes pas supprimés, cela est impossible, mais ils ont été faits par nous-mêmes une fois pour toute, et les résultats traduits sous forme d'abaque. En partant des calculs de déperditions en régime dynamique et des résultats des abaques, on établit en quelques minutes la formule qui donne la température de l'air. »



A. Nessi, L. Nisolle, *Méthodes graphiques pour l'étude des installations de chauffage et de réfrigération en régime discontinu*, Physique industrielle, Dunod, 1929

13. Principes de la méthode. Mur homogène. — Le principe de la méthode est extrêmement simple. Nous l'exposerons dans le cas élémen-

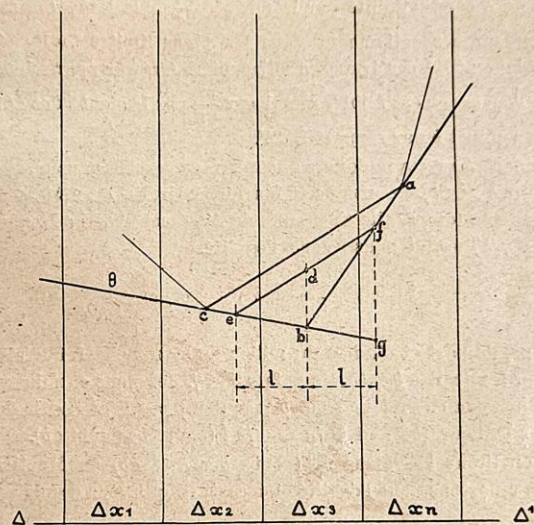


Fig. 8.

taire du mur plan et homogène et sous sa forme générale dont la méthode de M. Schmidt constitue un cas très particulier.

Soit à étudier le réchauffage d'un mur par des fluides baignant ses faces. Partageons-le en tranches minces parallèlement aux faces, et dont les épaisseurs $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \Delta x_n$ sont en principe quelconques.

Le choix de la valeur de K pour la construction graphique est plutôt empirique : « Nous avons pu nous rendre compte par quelques essais que K pouvait varier de $\frac{1}{4}$ à 1 sans modifier de façon sensible l'exactitude. Dans le cas étudié, le maximum de précision a été obtenu pour $K=1/2$. (p 49)».

En choisissant $l = K \cdot \Delta x$ de telle façon que

$$\frac{K}{2a} \cdot \frac{\Delta x^2}{\Delta t} = 1, \quad (46)$$

nous aurons $bd = \Delta \theta$; le point d représentera la température de la tranche au temps $t + \Delta t$.

Si nous voulons, en outre, que tous les points tels que d , obtenus par la même construction, dans les autres tranches appartiennent à la même courbe de température, il faut que Δt soit le même partout, c'est-à-dire que d'après (46)

$$K \cdot \frac{\Delta x^2}{2a} = c^{to} = \Delta t \quad (47)$$

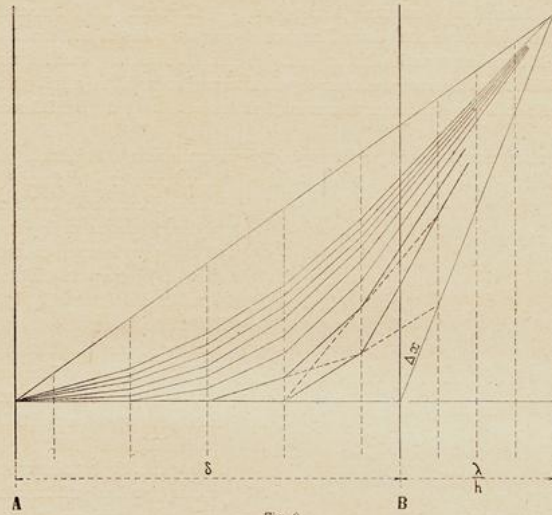
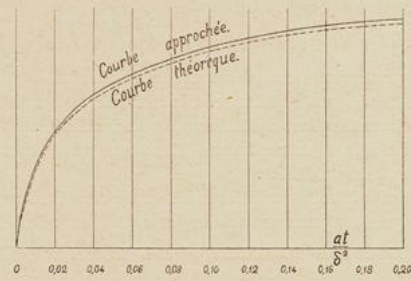


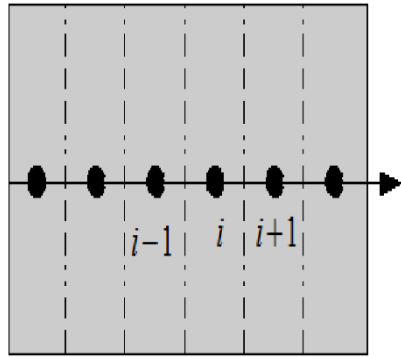
Fig. 9.

Température limite.



Courbe de la température de la face B

Fig. 10.



$$C_i \frac{\partial T_i}{\partial t} = K_{i,i+1}(T_{i+1} - T_i) + K_{i,i-1}(T_{i-1} - T_i) \quad (1)$$

$$\text{Avec } C_i = \rho_i c_i \Delta X_{i,i+1} \text{ et } K_{i,i+1} = \Delta X_{i,i+1} / \lambda_i$$

$$\Delta Y \cdot \Delta Z = 1 \text{ m}^2$$

Parmi les méthodes numériques (dites des « **petites différences** » dans l'ouvrage de Nessi et Nisolle) et qui ont inspirées leur méthode graphique, on trouve la méthode de « Bender » qui est en fait **un schéma explicite**.

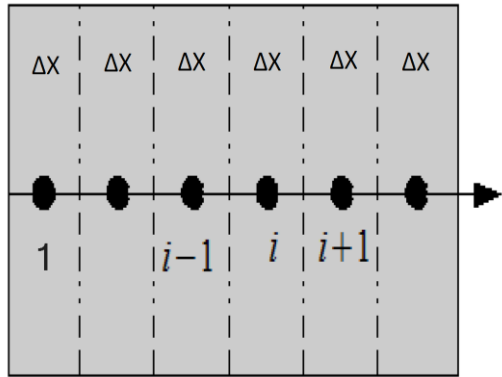
Un schéma explicite, avec un pas de temps Δt ($t = n \cdot \Delta t$) pour la discrétisation temporelle, formulée à partir de l'équation (1) ci-dessus donne :

$$\frac{C_i}{\Delta t} (T_i^{n+1} - T_i^n) = K_{i,i+1}(T_{i+1}^n - T_i^n) + K_{i,i-1}(T_{i-1}^n - T_i^n) \quad (2)$$

$$\gg T_i^{n+1} = T_i^n + \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i+1}(T_{i+1}^n - T_i^n) + \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i-1}(T_{i-1}^n - T_i^n) \quad (3)$$

$$\gg T_i^{n+1} = \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i-1} \cdot T_{i-1}^n + \left(1 - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i+1} - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i-1}\right) \cdot T_i^n + \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i+1} \cdot T_{i+1}^n \quad (4)$$

Pour une paroi homogène avec une discrétisation spatiale à pas constant Δx et en posant $a = \frac{\lambda_i}{\rho_i c_i}$ et $r = \frac{a \Delta t}{\Delta X^2} = K/2$, cela donne pour un nœud courant avec :



$$(T_i^{n+1} - T_i^n) = r(T_{i+1}^n - T_i^n) + r(T_{i-1}^n - T_i^n) \quad (8)$$

$$\gg T_i^{n+1} = rT_{i+1}^n + (1 - 2r)T_i^n + rT_{i-1}^n \quad (9)$$

Au nœud 1 et compte tenu d'une distance $\Delta x/2$ entre le nœud E et le nœud 1 :

$$\rho_i c_i \Delta X \frac{\partial T_1}{\partial t} = \frac{\lambda_i}{\Delta X} (T_2 - T_1) + \frac{\lambda_i}{2\Delta X} (T_E - T_1) \quad (10)$$

$$\gg T_1^{n+1} = 2 r T_E^n + (1 - 3r)T_1^n + rT_2^n \quad (11)$$

Ces formulations sont à mettre en relation avec les méthodes graphiques utilisées par Nessi et Nisolle, inspirées du procédé graphique de Schmidt et de Bender, et travaillent avec un paramètre $K=2r= l/\Delta x$ (figure 11). Le choix de la valeur de K pour la construction graphique est plutôt empirique : « *Nous avons pu nous rendre compte par quelques essais que K pouvait varier de ¼ à 1 sans modifier de façon sensible l'exactitude. Dans le cas étudié, le maximum de précision a été obtenu pour K=1/2. (p 49)* ».

Stabilité : un schéma itératif est dit stable, si les perturbations de la solution numérique ne sont pas amplifiées au cours des itérations

$$C\dot{T} = AT + BU$$

Pour cela le rayon spectrale de la matrice du schéma itératif doit être inférieur à 1. On appelle rayon spectral de A la quantité $\rho(A) = \max \{|\lambda| ; \lambda \in Cl, \lambda \text{ valeur propre de } A\}$

Théorème 53 (1er théorème de Gerschgorin-Hadamard)

Soit A une matrice carrée d'ordre N.

Les valeurs propres de A appartiennent à l'union des N disques D_k , du plan complexe, soit :

$$\lambda \in \bigcup_{k=1}^N D_k$$

où D_k , appelé le disque de Gerschgorin est défini par :

$$(59) \quad |z - a_{kk}| \leq \Lambda_k = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^N |a_{kj}|$$

Théorème de Gershgorin-Hadamard [Las 93] appliqué à l'équation (4) :

$$\begin{array}{ccc} \left(1 - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i+1} - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i-1}\right) - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i-1} - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i+1} & \left(1 - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i+1} - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i-1}\right) & \left(1 - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i+1} - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i-1}\right) + \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i-1} + \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i+1} \end{array}$$

$$\left(1 - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i+1} - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i-1}\right) - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i-1} - \frac{\Delta t}{C_i} K_{i,i+1} > -1 \quad (5)$$

$$1 - 2 \frac{\Delta t}{C_i} (K_{i,i+1} + K_{i,i-1}) > -1 \gg \gg \frac{\Delta t}{C_i} (K_{i,i+1} + K_{i,i-1}) < 1 \quad (6)$$

$$\Delta t < \frac{C_i}{(K_{i,i+1} + K_{i,i-1})} \quad (7)$$

Pour $r = \frac{a \Delta t}{\Delta X^2} = 0.25$ les équations (9) et (11) donnent :

$$T_1^{n+1} = 0.5T_E^n + 0.25 T_1^n + 0.25 T_2^n \quad \text{soit} \quad 2T_1^{n+1} = T_E^n + (T_1^n + T_2^n)/2 \quad (12)$$

$$\text{et } T_i^{n+1} = 0.25T_{i+1}^n + 0.5T_i^n + 0.25T_{i-1}^n \quad \text{soit} \quad 2T_i^{n+1} = T_i^n + (T_{i+1}^n + T_{i-1}^n)/2 \quad (13)$$

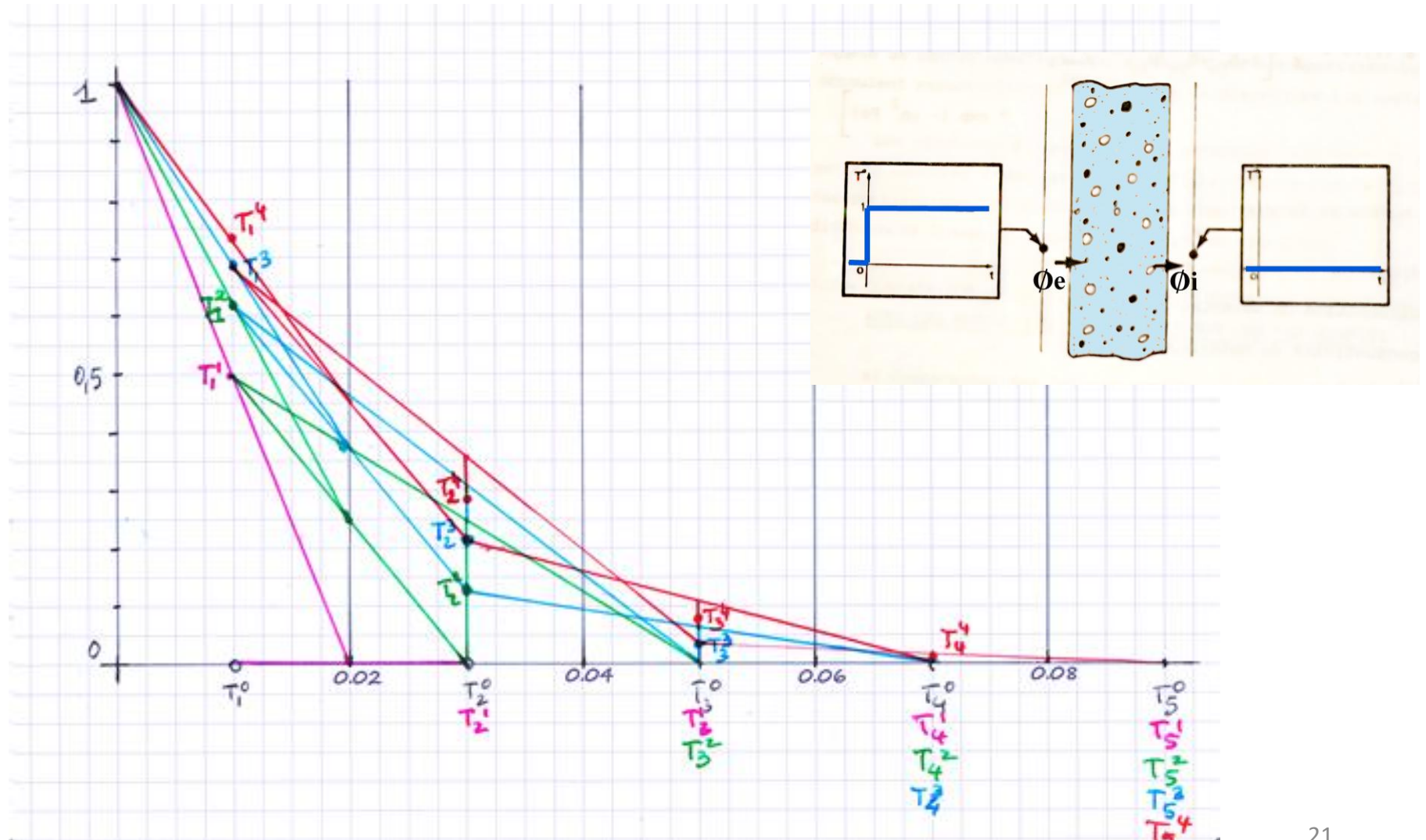
Ce qui conduit au procédé graphique avec les étapes suivantes :

- Pour un nœud courant, on joint T_{i+1}^n et T_{i-1}^n et on trace le point milieu $\gg T_{i/2}^n$
- Tracé du segment $T_{i/2}^n, T_i^n$ et on prend le point milieu $\gg T_i^{n+1}$
- Pour le nœud de bord, on joint T_1^n et T_2^n et on trace le point milieu $\gg T_{1/2}^n$
- Tracé du segment $T_{1/2}^n, T_1^n$ et on prend le point milieu $\gg T_i^{n+1}$

Exemple d'un mur de béton ($\lambda = 2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, $e = 0.1 \text{ m}$ et $\rho c = 10^6 \text{ J}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$).

Avec $\Delta x = 0.02 \text{ m}$, le choix de $r = 0.25$ impose $\Delta t = 50 \text{ s}$.

La construction graphique du champ de température pour cet exemple est donnée ci-dessous :



Ci-dessous, l'évolution de la température au nœud 1 par la **méthode graphique (courbe bleue)** est comparée au résultat obtenu grâce **au logiciel Heat2 (courbe orange)** [BLO00].

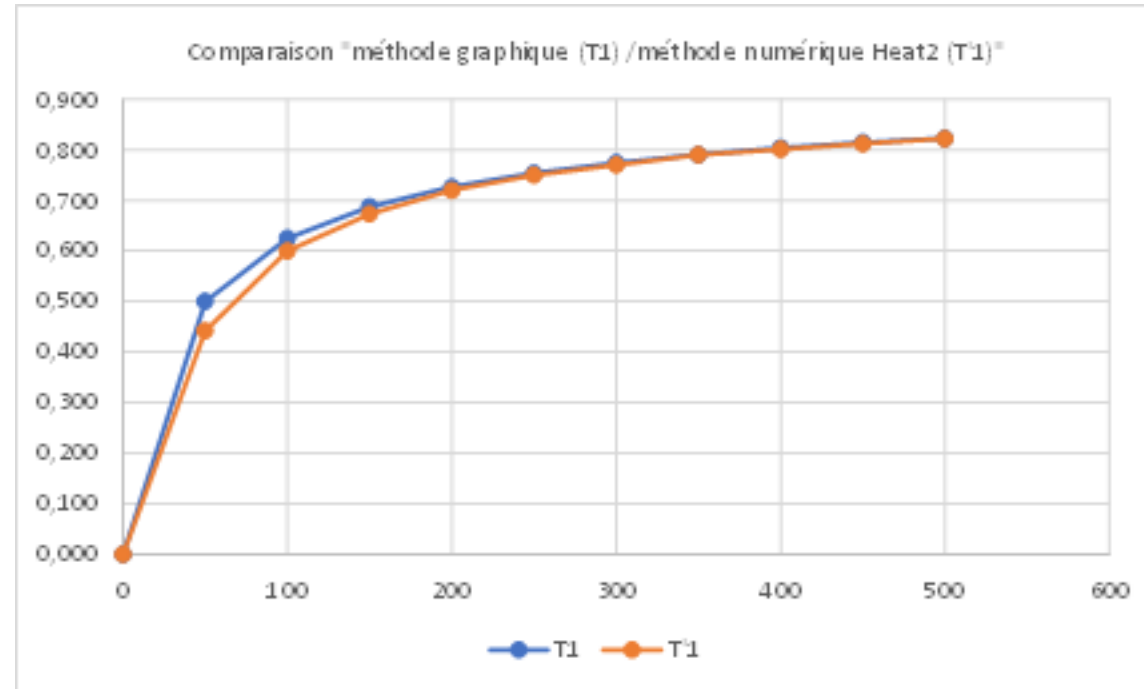
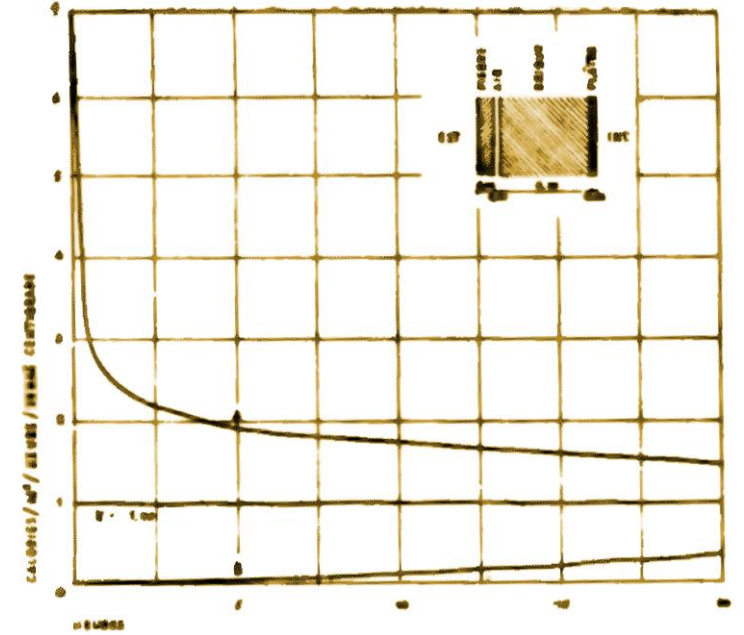
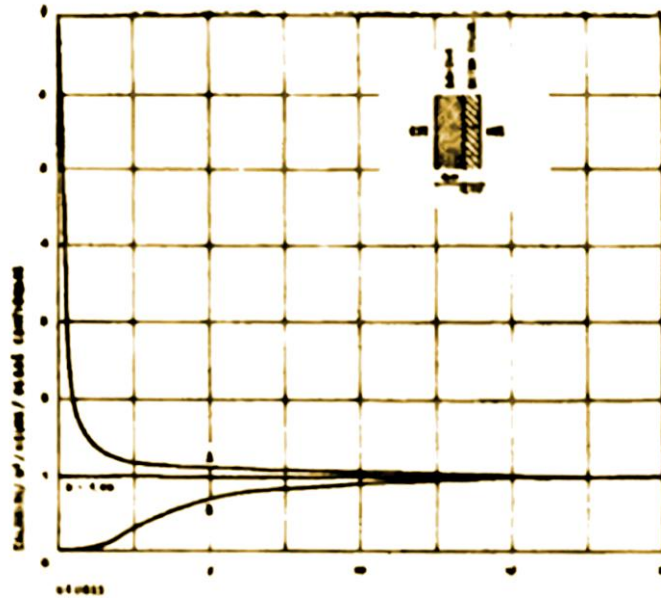


Figure 13. Réponse indicielle en température au nœud 1 de la paroi

Cette évolution temporelle du nœud 1 permet de calculer une approximation de l'évolution du flux de surface et rend donc le tracé **de la fonction d'influence (réponse indicielle)** sur cette face de la paroi.

1929 >> BE « A.Nessi et L.Nisolle »



Conduction : Fonction d'influence (réponse indicielle) de chaque parois >>>
« météo réelle » >>> convolutions et cumul pour chacune des parois du bâtiments
+ couplage « convection, échanges radiatifs, aéraulique »

>>> bilan thermique du bâtiment

1824

• • 1967	Mitalas, G.P., & Stephenson, D.G.	<ul style="list-style-type: none">• Introduced a method that allowed for the solution to the dynamic heat transfer problem without knowledge of how to solve differential equations.• Based on 1929 work done by Nessi and Nisolle, Brisken & Reque, Hill.
	Stephenson, D.G. & Mitalas, G.P.,	<ul style="list-style-type: none">• Appeared later as part of the Weighting Factor method in ASHRAE Handbook.• Used later for CLTD/CLF tables in the ASHRAE Handbook.
1972	Mitalas, G.P.	<ul style="list-style-type: none">• Published revised method for cooling load calculation.• Later adopted in 1972 ASHRAE Handbook.
1974	Rudoy, W. & Duran, F.	<ul style="list-style-type: none">• Developed CLTD/CLF Method and published in ASHRAE Transactions.• CLTD/CLF Method attempted to simplify the two step TFM and TETD/TA Method into a single-step technique.• CLTD/CLF permitted hourly estimations of dynamic heat gain.
1977 •	ASHRAE	<ul style="list-style-type: none">• 1977 ASHRAE Handbook adopted CLTD/CLF Method• TFM, TETD/TA and CLTD/CLF are no longer published in the ASHRAE Handbook

•
2010

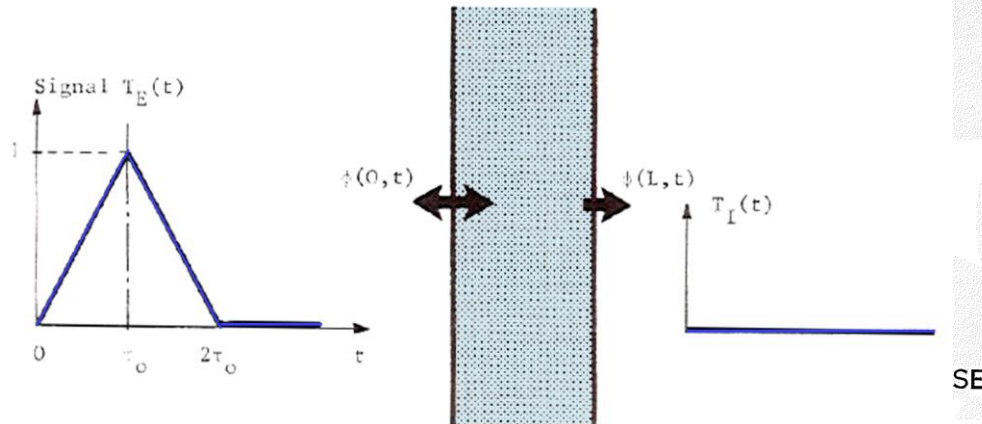
J. HABERL, C. MAO, B. JUAN-CARLOS, Peak heating/cooling load design methods : How we got to where we are today in the U.S., Proceedings of BS2013, 13th Conference of IBPSA, Chambéry, France, August 26-28, 2013

1967 >>

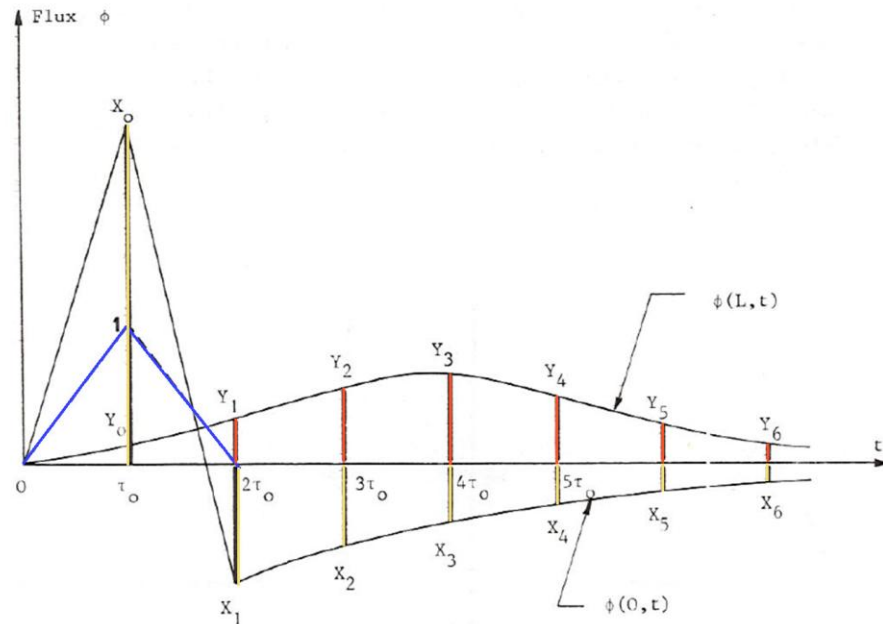
Sc
Th
N21r2
no. 341
c. 2

17502

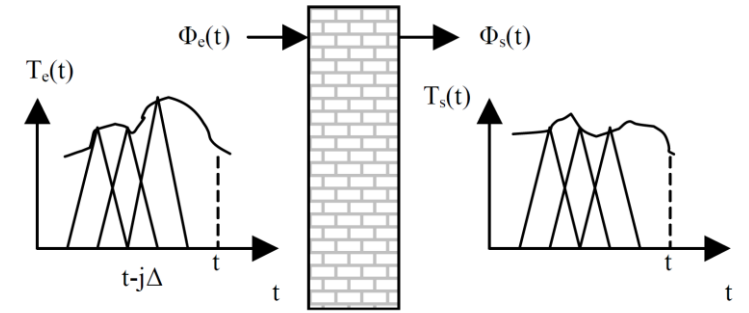
ANALYZED



SE



Facteurs de réponse



$$\Phi_e(t) = \int_0^{\infty} X(\tau)T_e(t-\tau)d\tau - \int_0^{\infty} Y(\tau)T_s(t-\tau)d\tau \quad (5)$$

$$\Phi_s(t) = \int_0^{\infty} X(\tau)T_e(t-\tau)d\tau - \int_0^{\infty} Z(\tau)T_s(t-\tau)d\tau \quad (6)$$

Lorsque les actions $T_e(t)$ et $T_s(t)$ sont connues sous formes de valeurs échantillonnées en un pas de temps Δ , les intégrales de convolutions deviennent des sommes de produits de convolution et les deux équations (5) et (6) s'écrivent sous la forme suivante :

$$\Phi_e(t) = \sum_{j=0}^N X(j) \cdot T_e(t-j\Delta) - \sum_{j=0}^N Y(j) \cdot T_s(t-j\Delta) \quad (7)$$

$$\Phi_s(t) = \sum_{j=0}^N Y(j) \cdot T_e(t-j\Delta) - \sum_{j=0}^N Z(j) \cdot T_s(t-j\Delta) \quad (8)$$

Les séries $X(j)$, $Y(j)$, $Z(j)$ sont appelés les facteurs de réponse et doivent vérifier la condition de régime permanent :

$$\sum_{j=0}^N X(j) = \sum_{j=0}^N Y(j) = \sum_{j=0}^N Z(j) = K \quad (9)$$

1937 >>



Cahier technique de la revue « L'architecture d'aujourd'hui »

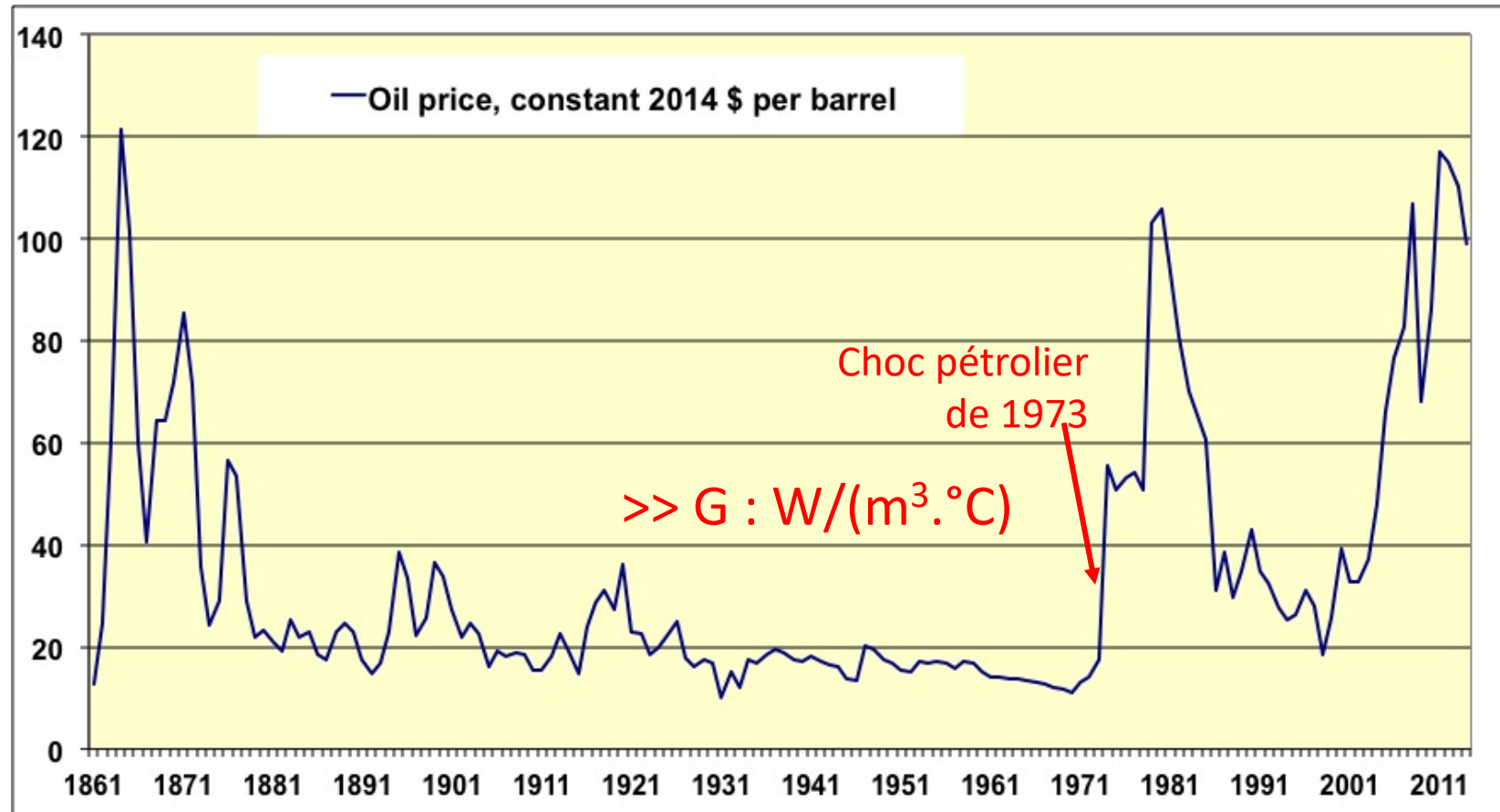
Un chapitre « [Isolation thermique](#) » et un paragraphe « [Régimes d'écoulement de chaleur](#) », sont consacrés aux rappels des calculs des déperditions des locaux en régime permanent, qui n'ont rien à envier aux règles TH-K77.

Il est également fait référence aux travaux et documents de A.Nessi et L.Nisolle

L'architecture d'aujourd'hui, 5^{ème} Cahier Technique, novembre 1937

1974 >>

La première réglementation thermique est instaurée en 1974 à l'initiative de Pierre Messmer, premier ministre sous la présidence de Georges Pompidou, suite au premier choc pétrolier de 1973. Un événement qui déclenche une prise de conscience de la nécessité de maîtriser la consommation des énergies fossiles.



RT 1974 >>

Afin de répondre rapidement à l'augmentation du prix des énergies, la première Réglementation Thermique voit le jour (**RT 1974**) et **ne s'applique alors qu'aux bâtiments neufs d'habitation**. Elle détermine de façon relativement simple un objectif de réduction de 25% de la consommation énergétique des bâtiments, par rapport aux normes en vigueur de la fin des années 1950.

Le premier document technique unifié (DTU) traitant de l'isolation thermique date de 1963

- La RT 1974 instaure le Coefficient de déperdition volumique G, comme "déperdition globales" d'un logement.
- En ce qui concerne l'isolation des parois, on va mesurer la quantité d'énergie qui s'en échappe à l'aide du Coefficient de transmission thermique K.

Régime permanent , pas de « soleil », pas de charges internes ... on ne s'intéresse qu'à l'hiver

...



Retour en 1933 : COSTIC >>

Le sens de l'intérêt général. La diffusion des connaissances pour le progrès de tous motive le Costic, Une vocation remarquable quand on sait que cette association est l'œuvre de chefs d'entreprises. Ces derniers auraient pu vouloir garder jalousement la propriété intellectuelle de leurs travaux de recherches, appliquant alors la coutume française du secret des affaires.

A l'inverse, le Costic explore la voie des publications scientifiques. Ce partage du savoir prend forme au fur et à mesure de l'achèvement des recherches :

- 1933 : le Rapport n°2 résulte d'un travail de plus de 20 ans qui visait à repousser les hypothèses « simplistes » habituellement adoptées pour les calculs thermiques. Ces recherches portaient sur les régimes variés, c'est-à-dire sur tous les échanges dans lesquels les températures se modifient. Le rapport s'intitule : *Éléments de calcul de la transmission continue de la chaleur à travers les matériaux de construction des bâtiments.*
- en 1935, le Rapport n° 3 dresse des tables de calculs pour le chauffage intermittent.
- en 1937, le Rapport n° 4 complète celui de 1933 et propose des documentations statiques sur les températures minima en France.



Plaquette éditée pour les 100 ans du COSTIC (Comité Scientifique et Technique de l'Industrie du Chauffage, de la Ventilation et du Conditionnement d'Air):

https://www.costic.com/sites/default/files/media/document/2025-03/Ouvrage_COSTIC_100ans.pdf

Accueil / Notre Histoire

Notre histoire



QU'EST-CE QUE LE COSTIC ET D'OÙ VIENT-IL ?

1906 ■■■■ Le **COSTIC**, Comité Scientifique et Technique de l'Industrie du Chauffage, de la Ventilation et du Conditionnement d'Air, association sans but lucratif, vit le jour en 1906. Premier des centres techniques créés en France, un an avant l'Institut de Soudure, il fut l'oeuvre d'une vingtaine d'industriels désireux de mettre en commun leurs actions de développement.

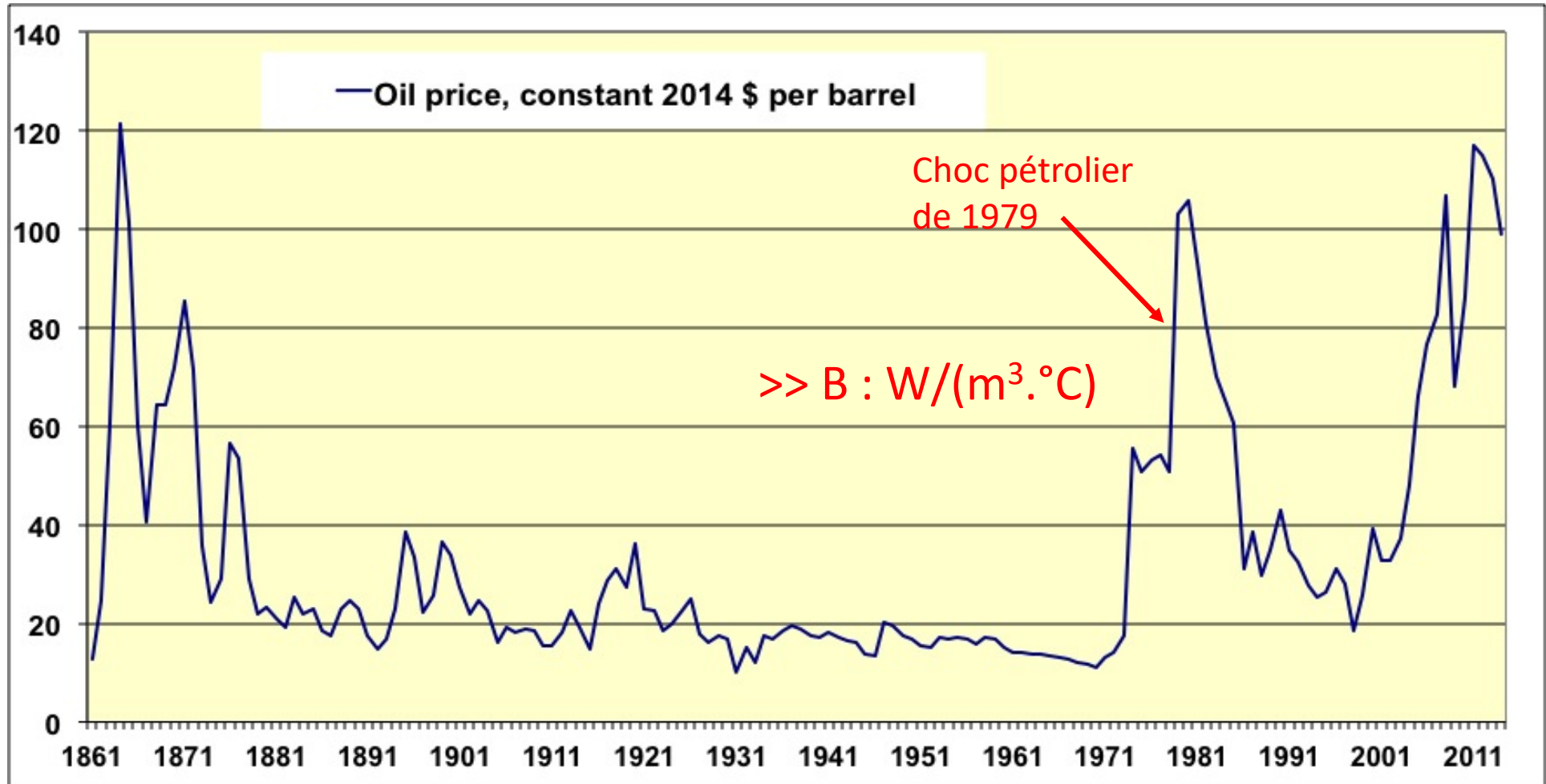
1908 ■■■■ En 1908 apparaît le Groupement amical des ingénieurs de chauffage et ventilation et en 1909 naît l'Association française des ingénieurs de chauffage et ventilation qui fusionneront pour devenir l'**AICVF**.

De 1906 à 1946, l'essentiel, pour le Comité, c'est de fournir à la profession toutes les données qui lui manquent, ceci avec des moyens encore modestes. C'est ainsi que sont engagées des études fondamentales sur l'émission des radiateurs (avec différents habillages), sur les chaudières à charbon, les brûleurs à mazout, les ensembles «chaudière- brûleur», et ceci pendant les 25 premières années d'existence de l'organisation. Aux mêmes périodes se pose un problème délicat, celui de la «réception des installations». Car, selon la tradition établie grâce au COSTIC et à la profession, «l'entreprise de chauffage ne vend pas une installation, mais vend une température».

La seconde guerre mondiale détruisit les équipes et une grande partie des moyens.

1948

1979 >>



<https://jancovici.com/transition-energetique/petrole/comment-a-evolue-le-prix-du-petrole-depuis-1860/>

Le ministre de l'urbanisme, du logement et des transports,

Vu l'article R111-6 du code de la construction et de l'habitation ;

Vu l'arrêté du 24 mars 1982 relatif aux équipements et caractéristiques thermiques des bâtiments d'habitation,

> Article 1

Pour le calcul du coefficient volumique de déperditions thermiques G des locaux d'habitation tel qu'il est défini dans l'arrêté du 24 mars 1982 susvisé, règles ThK et ThG établies par le groupe de coordination des textes techniques (document technique unifié).

Versions ▾

Liens relatifs ▾

> Article 2

Pour le calcul du coefficient volumique de besoins de chauffage B défini dans l'arrêté du 24 mars 1982 susvisé, sont agréés les règles, méthodes et m

A. - Règles et méthodes simplifiées.

- Règles Th B 85, auteur : centre scientifique et technique du bâtiment ;
- Méthode 5000, auteurs : société civile professionnelle d'architecture Claux, Pessa, Raoust et J.P. Franca, R. Gilles, A. Pouget, ingénieurs conseils ;
- Méthode Casamo, auteur : Ecole nationale supérieure des mines de Paris ;
- Méthode B-Sol, auteurs : M. Pierre Diaz Pedregal, ingénieur conseil ; M. Robert Celaire, ingénieur conseil ; M. Jean-Louis Izard, architecte ;
- Méthode Habeco, auteurs : compagnie générale d'électricité, laboratoire de Marcoussis et Novelerg.

B. - Modèles de simulations.

- Caleco, auteurs : Centre national de la recherche scientifique (équipe Ramsès) et Lawrence Berkeley laboratory ;
- Habitat, auteurs : compagnie générale d'électricité, laboratoire de Marcoussis ;
- Helio-B, auteur : bureau d'étude OTH Paris ;
- Clim, auteur : électricité de France.

MINISTÈRE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT

Méthodes de calcul des coefficients volumiques de déperdition thermique et de besoin de chauffage des bâtiments d'habitation.

Le ministre de l'urbanisme et du logement,
Vu l'article R.° 111-6 du code de la construction et de l'habitation relatif aux équipements et aux caractéristiques thermiques des bâtiments d'habitation ;
Vu l'arrêté du 24 mars 1982 relatif aux équipements et caractéristiques thermiques des bâtiments d'habitation ;
Vu l'arrêté du 24 mars 1982 concernant les dispositions relatives à l'aération des logements,

Arrête :

Art. 1^{er}. — Pour le calcul du coefficient volumique de déperdition thermique G des locaux d'habitation tel qu'il est défini dans l'arrêté du 24 mars 1982 concernant les équipements et caractéristiques thermiques des bâtiments d'habitation sont agréées les règles ThK et ThG établies par le groupe de coordination des textes techniques (document technique unifié).

Art. 2. — Pour le calcul du coefficient volumique de besoin de chauffage B défini dans l'arrêté du 24 mars 1982 concernant les équipements et caractéristiques thermiques des bâtiments d'habitation sont agréés les règles, méthodes et modèles suivants :

A. — Règles et méthodes simplifiées.

Règles ThB :

Auteur : Centre scientifique et technique du bâtiment.

Méthodes 5 000 :

Auteur : Société civile professionnelle d'architecture Claux, Pessa, Raoust.

J. P. Franca, R. Gilles, A. Pouget, ingénieurs conseils.

Méthode Casamo :

Auteur : Ecole nationale supérieure des mines de Paris.

B. — Modèles de simulation.

Caleco :

Auteur : Centre national de la recherche scientifique (équipe Ramsès) et Lawrence Berkeley Laboratory.

Habitat :

Auteur : Compagnie générale d'électricité, laboratoire de Marcoussis.

Helio-B :

Auteur : Bureau d'étude Oth Paris.

Ces règles, méthodes et modèles sont agréés sous certaines conditions et dans les domaines d'utilisation définis en annexe au présent arrêté.

Art. 3. — Ces règles, méthodes et modèles visés aux articles 1^{er} et 2 sont agréés à titre temporaire.

Ils sont applicables aux projets dont le permis de construire ou la prorogation de permis de construire est déposé avant le 1^{er} janvier 1984.

Au-delà de cette date, ne seront applicables que les règles, méthodes et modèles ayant fait l'objet d'un nouvel arrêté d'agrément.

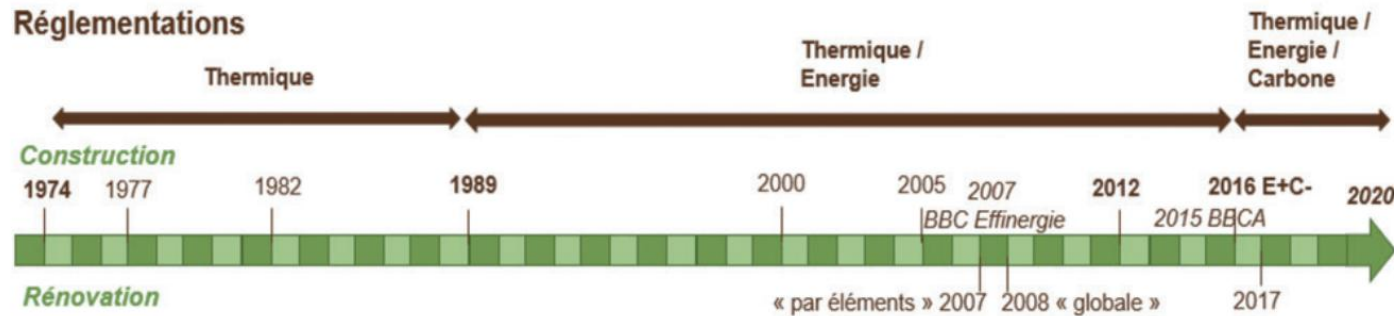
Art. 4. — Le directeur de la construction est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 24 septembre 1982.

Pour le ministre et par délégation :
Le directeur de la construction,
G. MERCADAL.

- S. Rousseau, J. Brau, *Comparaison des méthodes agréées pour le calcul du coefficient B. Analyse des premières séries de tests.*
Contrat INSA/Ministère de l'Urbanisme et du logement, novembre 1982.

- S. Rousseau, J. Brau, *Description des vingt tests devant être réalisés pour le calcul du coefficient B qui postulent à l'agrément définitif.*
Contrat INSA/Ministère de l'Urbanisme et du logement, mai 1983.



Résumé de quatre décennies de la petite histoire des RT, depuis 1974 jusqu'à nos jours.

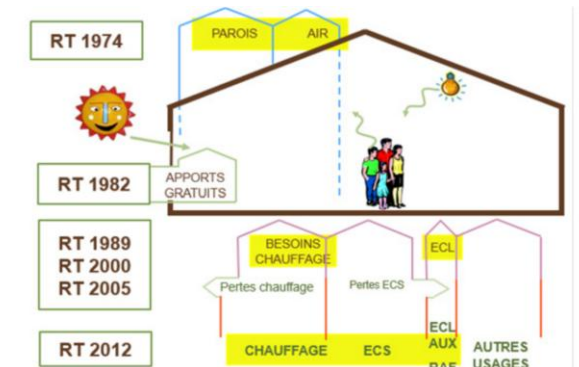



Figure 1 : Visualisation du bilan énergétique et positions des différentes RT.

RT	Dépériditions	Besoins	Consommations			
	1974*	1982	1988	2000	2005	2012
Parution	04/1974	03/1982	04/1988	11/2000	04/2006	10/2011
Application	4/74-7/75	09/1982	12/1988	06/2001	09/2006	01/2013
Indicateur(s)	Coef G	Coef G & B	GV, BV & C	Coef C	Coef C	Cep « fixe »
Unité	W/m ³ .°C	W/m ³ .°C	C en UEE	kWh _{ep} /m ² .an	kWh _{ep} /m ² .an	kWh _{ep} /m ² .an
Usages	Chauffage	Chauffage	3 usages	3 usages	5 usages	5 usages
Indicateur bâti	Coef G	Coef G	GV réf	U bât réf	U bât réf	Bbio (Ψ9)
Confort d'été	Néant	Néant	Néant	Tic	Tic	Tic
Zones climat.	3 (A, B, C)	3 (H1, H2, H3)	3 zones	3 zones	8 zones	8 zones

André POUGET, *La mobilisation des réglementations thermiques au service de la transition énergétique*, RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT - AVRIL 2018 - N°90 - © Annales des Mines



S. Rousseau, J. Brau, Comparaison des méthodes agréées pour le calcul du coefficient B. Analyse des premières séries de tests. Contrat INSA/Ministère de l'Urbanisme et du logement, novembre 1982.

S. Rousseau, J. Brau, Description des vingt tests devant être réalisés pour le calcul du coefficient B qui postulent à l'agrément définitif. Contrat INSA/Ministère de l'Urbanisme et du logement, mai 1983.

Rousseau Sylvie,

Simulation numérique du comportement thermique des locaux d'habitation. Evaluation de l'influence de la radiation solaire, des conditions climatiques et des paramètres caractéristiques du bâtiment, Thèse INSA Lyon, 1978

Depecker Patrick,

Etude théorique et expérimentale des facteurs de réponse des parois de bâtiments, Thèse INSA Lyon, 1978,

Allard Francis,

Etude des ponts thermiques des parois du bâtiment en régime variable des températures, Thèse INSA Lyon, , 1978,

1978 >> Department of Energy simulation program : DOE-1

1979 >> Department of Energy simulation program : DOE-2

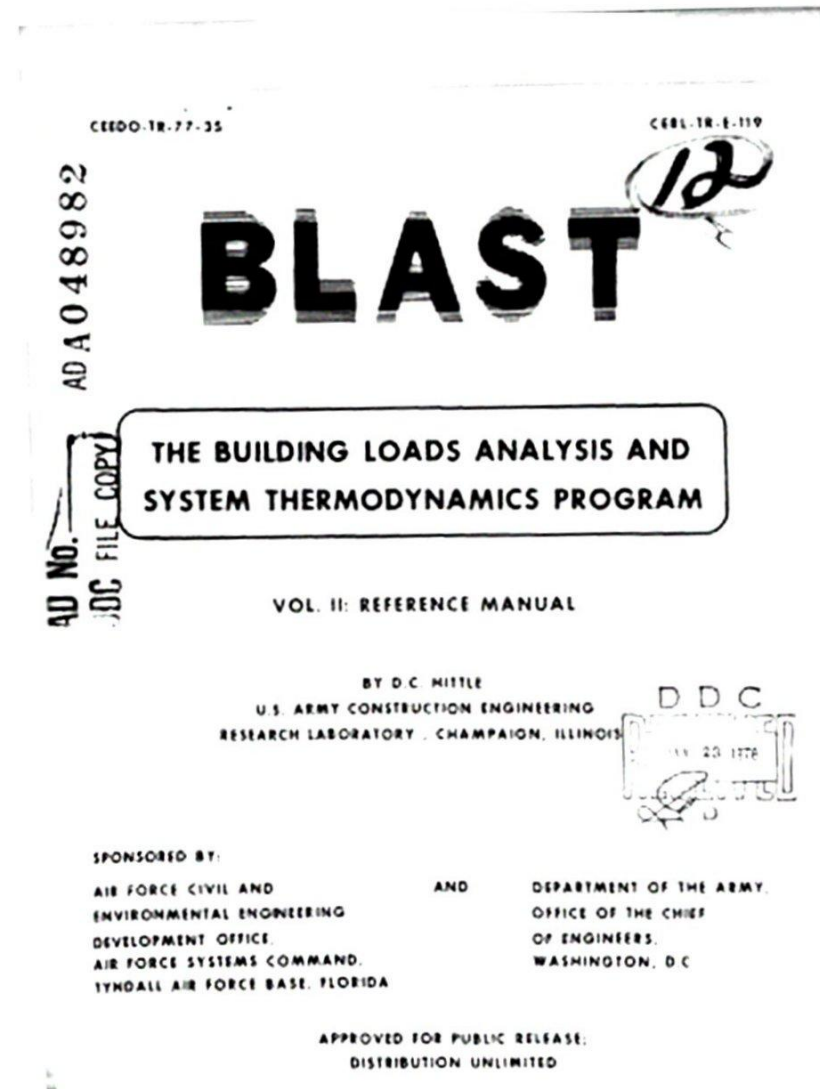
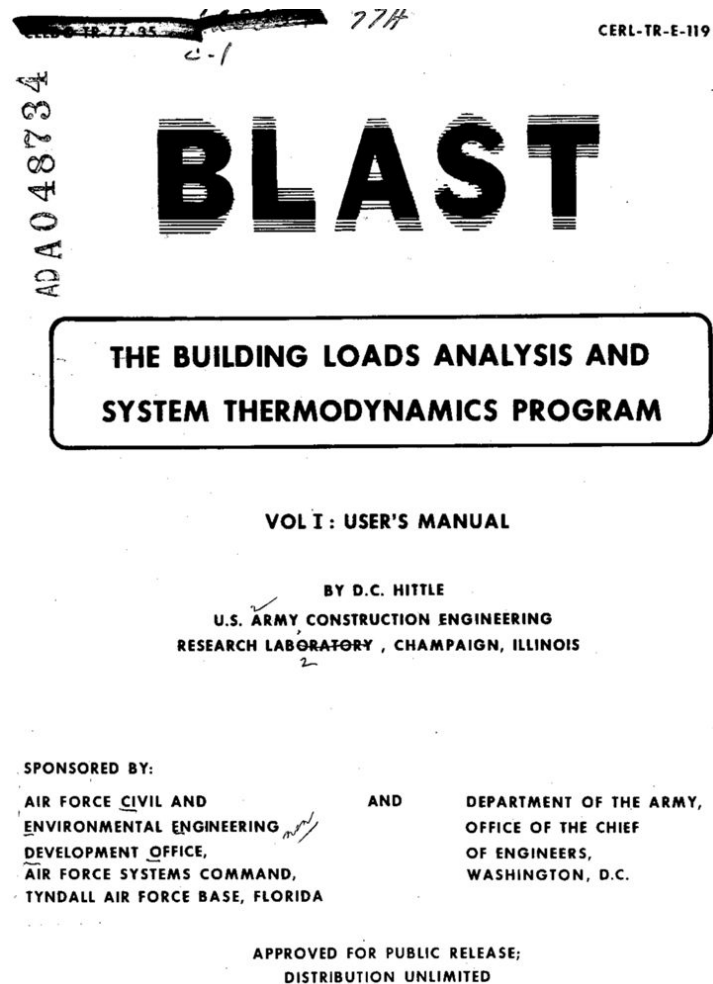


References

- [1] F.C. Winkelmann, et al., "Cal-ERDA, A New Computer Program for Building Energy Analysis", presented at the First International Conference on Energy Use Management, Tucson, Arizona, October 24-28, 1977.
- [2] M. Lokmanhekim, et al., "DOE-1, A New State-of-the-Art Computer Program for the Energy Utilization Analysis of Buildings", LBL-7836, presented at the Third International Symposium on the Use of Computers for Environmental Engineering Related to Buildings, Banff, Canada, May 10-12, 1978.
- [3] M. Lokmanhekim, et al., "DOE-2: A New State-of-the-Art Computer Program for the Energy Utilization Analysis of Buildings", LBL-8974, presented at the Second International CIB Symposium on Energy Conservation in the Built Environment, Copenhagen, Denmark, May 28 - June 1, 1979.

Richard B. Curtis et al., The DOE-2 Building Energy Analysis Program, April 1984, Applied Science Division Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley, California

1977 >> Department of Defense (DED): BLAST



Hittle D., The Building Loads Analysis and System Thermodynamics program (BLAST), 1977, U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory

Préhistoire : simulation Thermique Dynamique

DOD (Department of Defense) and DOE (Department of Energy) have separately funded the development of building energy analysis tools



BLAST



1995 >> ENERGYBASE

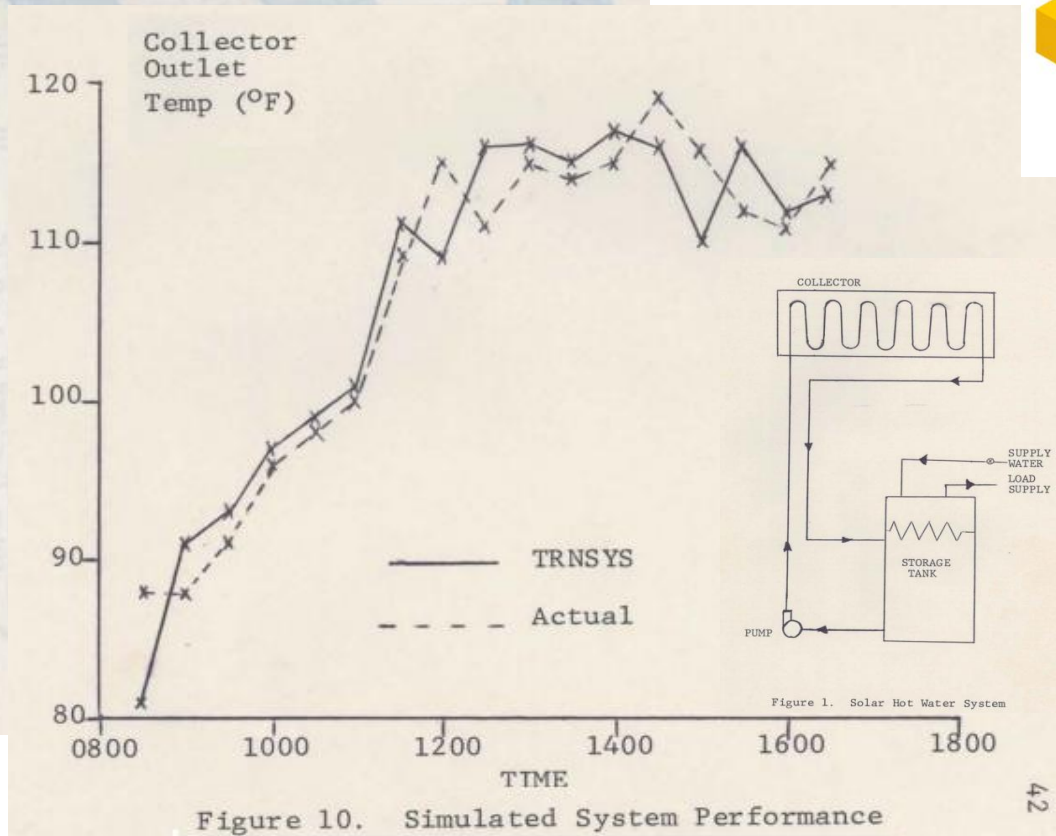
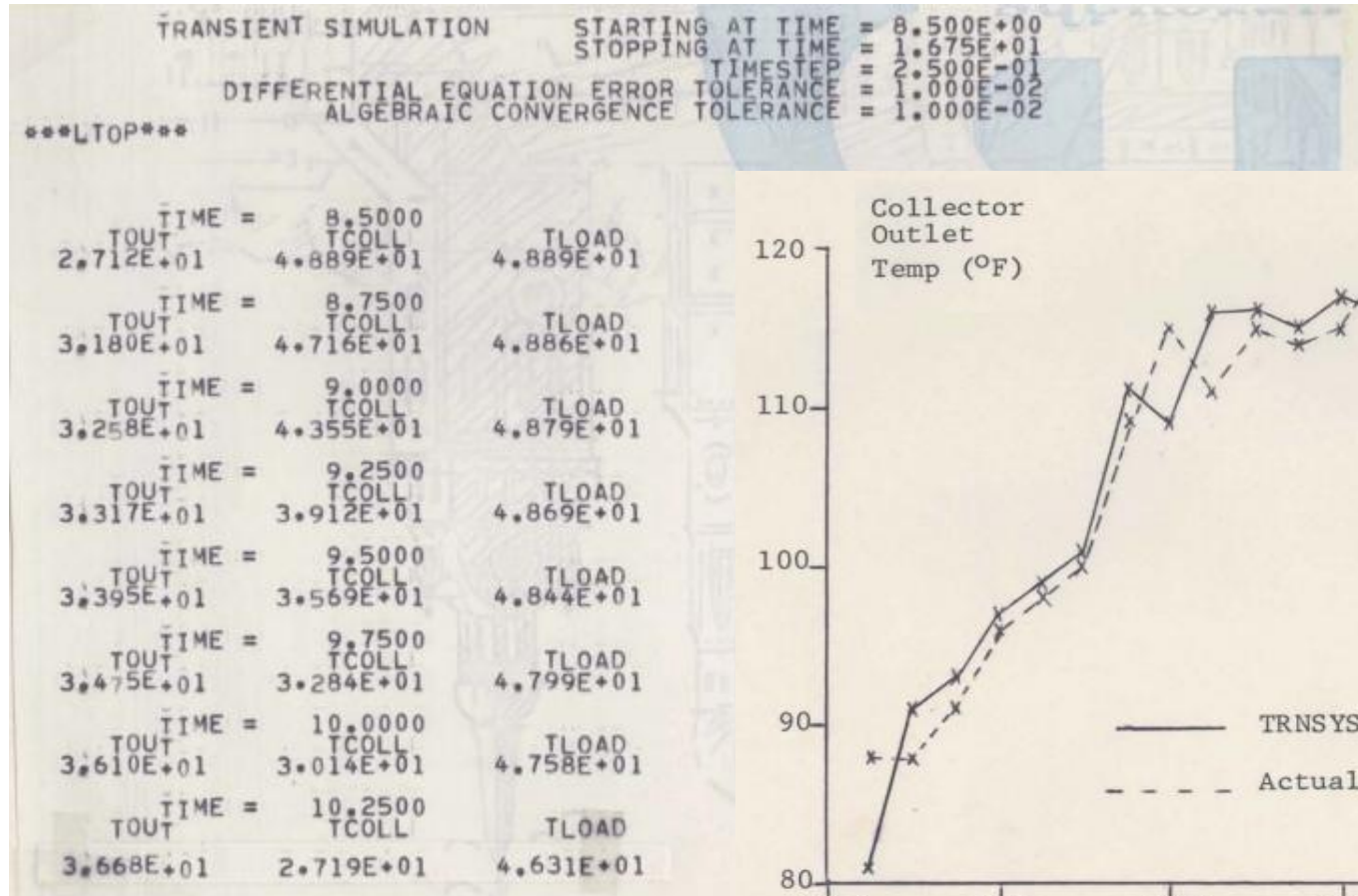
1997 >> EnergyPlus



- C.O. Pedersen et al., ENERGYBASE: The merger of BLAST and DOE-2, Building Simulation 1997, Prague, September 8-10, 1997

- <https://www.energy.gov/eere/buildings/articles/energyplus>

Préhistoire : simulation Thermique Dynamique



¹Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin, A Transient Simulation Program TRNSYS (Madison: University of Wisconsin, 1978).

1982 >>

Clim

Clim 2000



Edouard Dahome ✓ · 3e

Président de l'Autorité de Régulation de l'Electricité du Bénin



director

EDF

1981 - mars 2016 · 35 ans 3 mois

THESE
PRÉSENTÉE DEVANT
L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES DE LYON
pour obtenir
Le diplôme de DOCTEUR-INGÉNIEUR
Spécialité : GÉNIE CIVIL

par

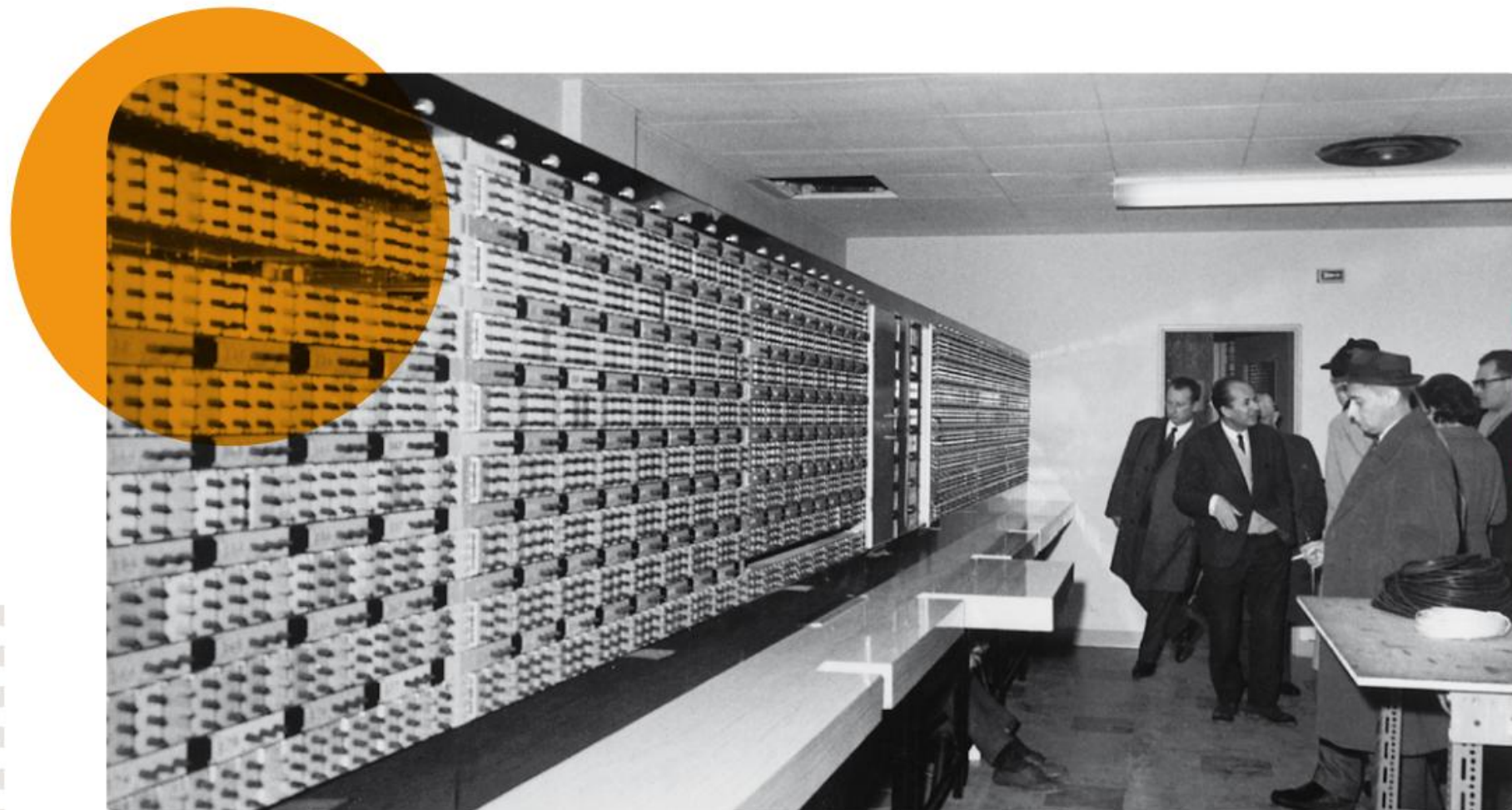
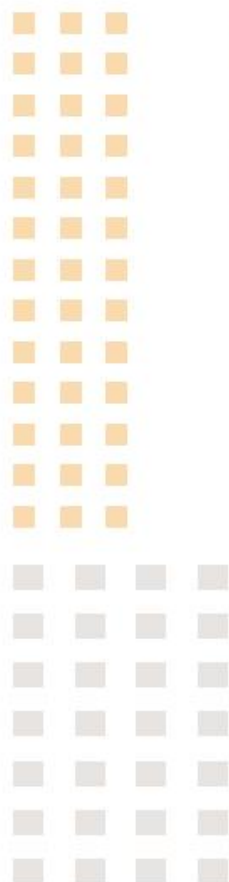
Édouard DAHOME
Ingénieur diplômé de l'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
qui lui permet de présenter le diplôme de Docteur-Ingénieur.

MODÉLISATION THERMIQUE DU BATIMENT
Influence d'une modélisation fine des échanges
radiatifs et aérauliques.

Soutenue le 27 Septembre 1983 devant la commission d'examen :

JURY : MM. J.C. CUBAUD : Président
 J. BRAU :
 Y. CORMARY :
 DELCAMBRE : Examineurs
 M. GERY :
 P. GODIN :

1949
1974

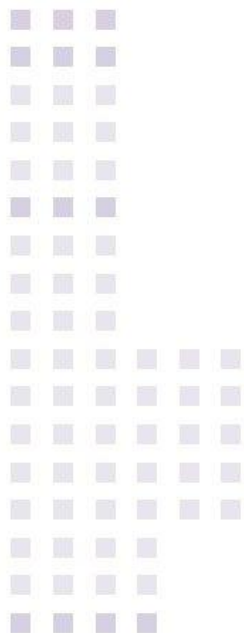
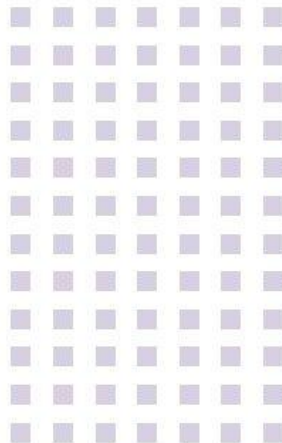


Simulateur de climat pour les calculs analogiques en régimes variés au Costic en 1966

https://www.costic.com/sites/default/files/media/document/2025-03/Ouvrage_COSTIC_100ans.pdf

https://conseils.xpair.com/lettres_expert/roger-cadiergues/les_calculs_dangereux_et_illusoires.htm

1978



L'une des conséquences de la crise énergétique : le développement des systèmes de régulation qui s'informatisent à partir des années 80. Le Costic a joué dans ce domaine un rôle précoce en proposant d'un mini-ordinateur (SEDATA) commercialisé en 1978. Des logiciels permettent le dimensionnement des installations comme le calcul des isolations thermiques.

UN MICRORDINATEUR D'AVANCE. René Cyssau garde un souvenir vivace de cette époque : « Alors qu'arrivaient les premiers microprocesseurs, j'ai dit à Roger Cadiergues que nous étions en mesure de développer un microordinateur. Il m'a dit : allez-y ! C'est ainsi que le SEDATA a vu le jour en 1978. Le système d'exploitation permettait de programmer des calculs techniques mais aussi de piloter des installations techniques. Je me souviens d'essais de chauffe-eaux solaires dans le Centre Georges Pompidou : nous y avons adapté un SEDATA pour suivre l'efficacité des huit chauffe-eaux testés en temps réel. Dès la fin des années 70, le Comité avait déjà un pied dans ce qui allait être la domotique et la gestion technique des bâtiments ! Ainsi, sous l'impulsion de Roger Cadiergues le Costic a été un précurseur, il a devancé les usages de l'informatique au bénéfice de la profession du génie climatique. »



1958 >>

L'informatique : le grand saut prémonitoire

UNE VISION. Dès les années cinquante - alors que les mots « informatique » et « ordinateur » n'existent pas encore - Roger Cadiergues était convaincu qu'une révolution allait naître de ces nouvelles techniques. Pour le directeur du Costic, les capacités des ordinateurs allaient rapidement augmenter, les coûts allaient baisser, l'outil se généraliserait et changerait la face du monde professionnel. Dès sa conception, en 1958, le nouveau laboratoire de Saint-Rémy-lès-Chevreuse fut conçu pour être informatisé, ce qui était encore réservé à des domaines de pointe.



Freins à l'utilisation de la STD, SED ?

2010 >> Roger CADIERGUES

Quelles, sont vos conclusions ?

On croit trop souvent que la simulation est un outil de travail valable et sûr, alors qu'il est incertain et souvent très arbitraire et dangereux. Cachant sous un masque mathématique apparemment savant, des faiblesses multiples et une globalisation finalement inadéquate. **Laissons donc la simulation être un outil de recherche, et ce au lieu de la réserver aux usages quotidiens.**

Roger CADIERGUES

https://conseils.xpair.com/lettres_expert/roger-cadiergues/les_calculs_dangereux_et_illusoires.htm

Une objection plus sévère ... à propos de simulation

Par Roger CADIERGUES 2011

https://conseils.xpair.com/lettres_expert/rogercadiergues/une_objection_plus_severe_a_propos_de_simulation.htm



Fiabilité des prévisions des performances énergétiques des bâtiments – FIABILITE

2010 >>

Le projet est centré sur la question fondamentale de la fiabilité des codes de simulation thermique et énergétique des bâtiments dont l'utilisation est décisive dans le processus de conception de constructions neuves ou en rénovation, dans le contexte de



PARTENARIAT

CSTB CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

G-SCOP INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE - INPG

CETHIL INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON - INSA

G2ELaB INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE - INPG

EDF R&D/EnérBAT EDF RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

CEA - LITEN COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES

CEP ASSOCIATION POUR LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT DES METHODES ET PROCESSUS INDUSTRIELS

(ARMINES)

LOCIE UNIVERSITE DE SAVOIE - CHAMBERY

LPBS UNIVERSITE DE LA REUNION

CNRS - TREFLE CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - DELEGATION AQUITAINE LIMOUSIN

Freins à l'utilisation de la STD ?

Il n'est pas nécessaire de maîtriser parfaitement les fondements théoriques de toutes ces méthodes pour pouvoir les utiliser, comme c'est le cas de l'ensemble des modèles et des méthodes numériques utilisées dans les codes de STD, en revanche une culture minimale est nécessaire.

[David A Coley](#), and [Ian Walker](#),

The building performance gap: Are modellers literate?

Écart sur la Performances des Bâtiments :

Les modélisateurs sont-ils compétents ?

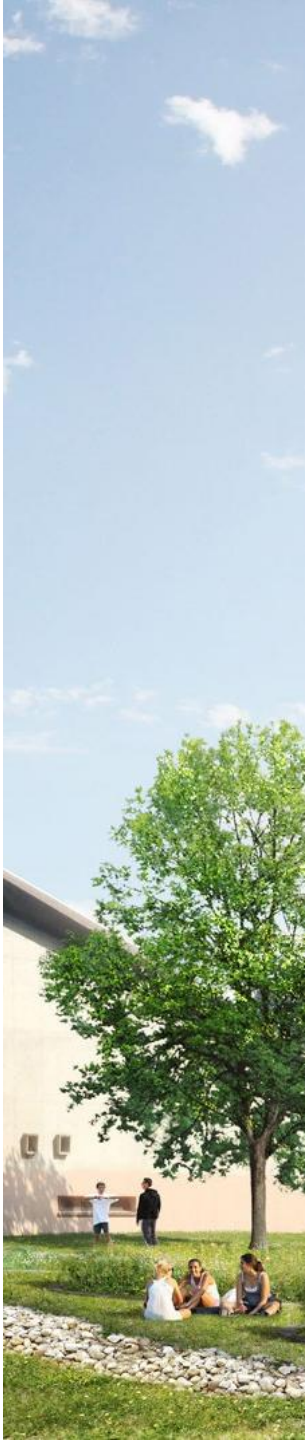
Dans cet article, le jugement de 108 modélisateurs a été comparé les uns aux autres. Les résultats montrent que les modèles mentaux internes des modélisateurs thermiques sont en désaccord les uns avec les autres, et en désaccord avec les résultats d'un modèle thermique validé.

Imam, Salah ; Coley, David ; Walker, Ian. / The building performance gap : Are modellers literate?. In: Building Services Engineering Research and Technology. 2017 ; Vol. 38, No. 3. pp. 351-375.



Résultats de l'étude :

- Une analyse de corrélation a révélé **peu de corrélation** entre les variables considérées comme importantes par les modélisateurs et celles qui se sont avérées objectivement importantes.
- L'analyse par « algorithme de regroupement k-means (k-means clustering algorithm) » a identifié des sous-groupes de modélisateurs et a montré que **25 % des personnes** testées portaient des **jugements** qui semblaient **pires qu'une personne répondant au hasard**.
- Les contrôles de suivi ont montré que **des qualifications de niveau supérieur ou de nombreuses années d'expérience** en modélisation **n'amélioraient pas l'exactitude des prédictions** des gens.
- De plus, il n'y avait **aucune corrélation entre les modélisateurs**, beaucoup classant certains paramètres comme étant importants alors que d'autres les jugeaient non pertinents.
- **Les résultats suggèrent qu'il est nécessaire et opportun pour l'industrie et les universités d'intensifier leurs efforts en matière de développement de l'enseignement de la physique des bâtiments**





- Elyès Jouini (Titulaire de la chaire Unesco de l'université Paris-Dauphine-PSL)

« **Les décideurs publics français, éloignés du monde de la recherche, accordent peu de valeur à la démarche scientifique** »

A l'occasion de l'ouverture du nouvel Institut national du service public (janvier 2022) ...

« *En **Allemagne**, une grande partie des élites est formée par la recherche : **40 %** des titulaires de doctorat œuvrent notamment dans l'administration publique (hors enseignement et recherche)....
En **France 10%** ...*

Conséquence, en particulier : « L'investissement public dans la recherche est, de fait, d'un montant de 20 % plus élevé en Allemagne qu'en France ... »

« *Ecole de l'humilité:*

L'administration gagnerait beaucoup à accueillir en son sein des hauts fonctionnaires formés à cette école de l'humilité, aux côtés des profils classiques, sélectionnés via les filières traditionnelles pour leur vélocité à résoudre des problèmes pourvus d'une solution déjà connue, et le plus souvent unique. »

https://www.lemonde.fr/idees/article/2022/01/19/les-decideurs-publics-francais-eloignes-du-monde-de-la-recherche-accordent-peu-de-valeur-a-la-demarche-scientifique_6110060_3232.html

Tableau comparatif : quel is



Rechercher



Il existe
densité
tableau

Règles Th-bât – Inerti



Le Mythe du Déphasage
Thermique

incub.net

Le Mythe du Déphasage Thermique

03/07/2024

Tags : **Débunkage, Théorie énergétique**



<https://www.incub.net/lab/blog/le-mythe-du-dephasage-thermique>

Inertie par absorption et par transmission ????

Ce que doit retenir l'architecte...

- Les matériaux utilisés en architecture présentent deux types de propriétés dynamiques: la *diffusivité*, pratiquement du même ordre de grandeur pour tous, qui exprime une facilité à transmettre une variation de température; l'*effusivité*, "normale" pour les minéraux et nettement faible ou très faible pour tous les autres, qui exprime une facilité à absorber (avec peu de variation de température) une puissance thermique ;
- A l'échelle d'un bâtiment, il y a deux sortes d'inertie : celle qui, résistant aux sollicitations dynamiques du climat (variations de température et d'ensoleillement), concerne donc son enveloppe et est nommée *inertie de transmission* ; celle qui, intérieure au bâtiment, résiste à une variation interne de température par absorption de chaleur et est nommée *inertie par absorption* ;
- Pour les cas les plus courants, avec les isolations actuelles des parois d'enveloppes opaques (qui peuvent être réalisées sur une structure de maçonnerie, combinées avec structure bois, en isolation répartie d'une paroi minérale épaisse alvéolée), une inertie de transmission correcte est essentiellement obtenue par une gestion intelligente des surfaces de vitrages qui, durant la saison froide, favorise un bilan positif du captage solaire par rapport aux pertes et, durant l'été, évite d'une part les grandes surfaces vitrées dont la faible épaisseur entraîne une température proche de celle de l'ambiance extérieure et d'autre part les entrées solaires directes grâce à des protections solaires performantes ;
- Une inertie par absorption, toujours nécessaire pour les volumes à occupation permanente mais à étudier par simulation informatique pour les édifices occupés par intermittence, permet l'hiver un bon captage solaire passif dans le confort et prolonge dans le temps les effets de la ventilation nocturne assurant le confort d'été. Elle est pratiquement le plus couramment constituée par des surfaces de maçonnerie de structure-cloisonnements et éventuellement de la couche intérieure d'enveloppe ;
- Il existe une influence de l'inertie par absorption sur l'effet de l'inertie de transmission sur le confort. Ainsi, alors qu'une enveloppe très isolante de structure bois aboutit à une bonne inertie de transmission avec une inertie par absorption intérieure dans un volume fermé, ce dernier, vide et alors sans appel de puissance, peut être inconfortable pour cause d'importante onde de température transmise sur la face intérieure de l'enveloppe.

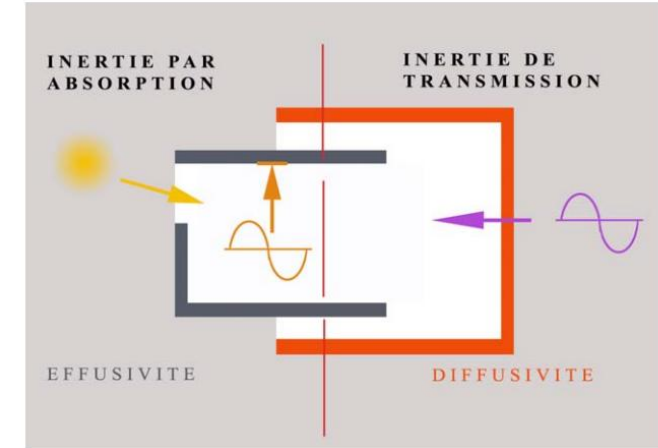


Fig ; 1 - Représentation des deux types d'inertie thermique (dessin Julie LELONG)

• Inertie thermique pour une action thermique extérieure



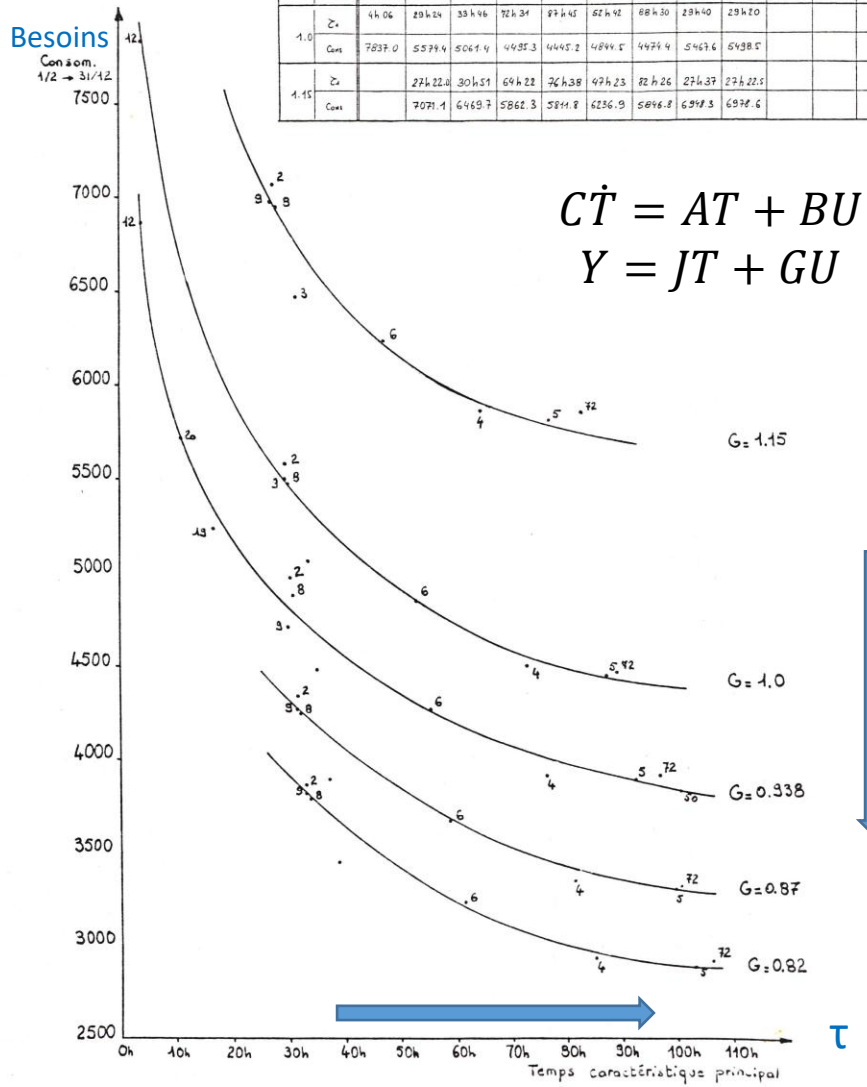
• Inertie thermique pour des actions thermiques intérieures



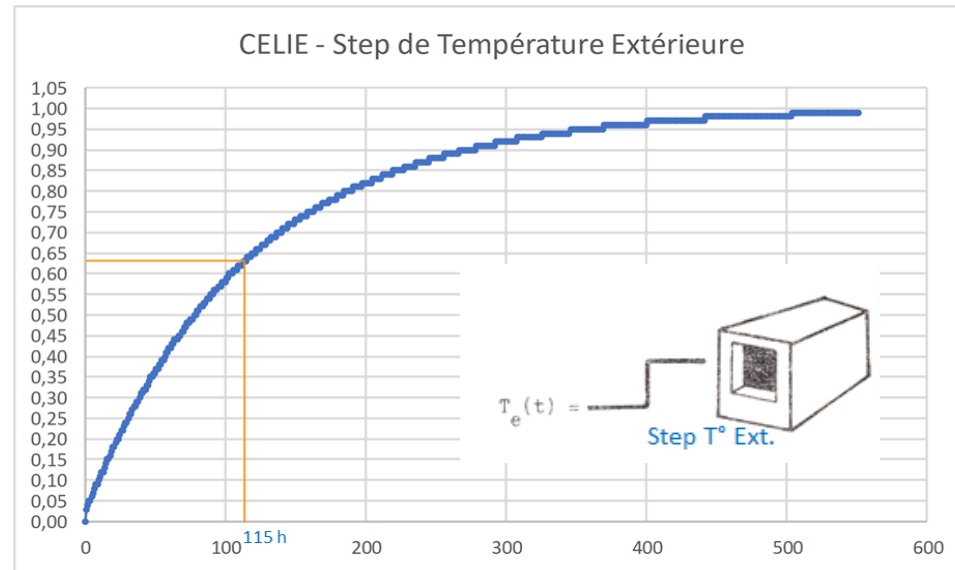
$$\begin{aligned} \dot{CT} &= AT + BU \\ Y &= JT + GU \end{aligned}$$

H2E85

Uf Cellule (W/m²K)	Carpentras - année type												
	12	2	3	4	5	6	72	8	9	19	20	50	
0.82	Zc	32h51	38h32	85h21	103h44	61h25	106h43	33h41	32h57				
	Cons	3872.7	3447.7	2938.6	2892.6	5237.0	2911.3	3794.6	3813.5				
0.87	Zc	31h47	36h03	81h31	98h47	59h32	100h41	32h08	31h38				
	Cons	4335.1	3881.6	3353.3	3303.9	3674.1	3326.9	4261.1	4270.4				
0.938	Zc	44.24	30h23	35h04	76h16	32h32	55h28	36h55	30h47	30h30	16h25	11h17	101h30
	Cons	6862.9	4362.6	4477.2	3833.0	3883.7	4211.0	3514.6	4464.4	4765.3	5233.6	5708.4	3832.4
1.0	Zc	4h06	29h24	33h46	72h34	87h45	67h42	88h30	29h40	29h20			
	Cons	7837.0	5574.4	5061.4	4437.3	4445.2	4844.5	4474.4	5467.6	5438.5			
1.15	Zc		27h22	30h51	69h28	76h38	47h23	82h26	27h37	27h22			
	Cons		7071.1	6469.7	5862.3	5841.8	6236.9	5646.8	6348.3	6348.6			



Besoins / τ et G



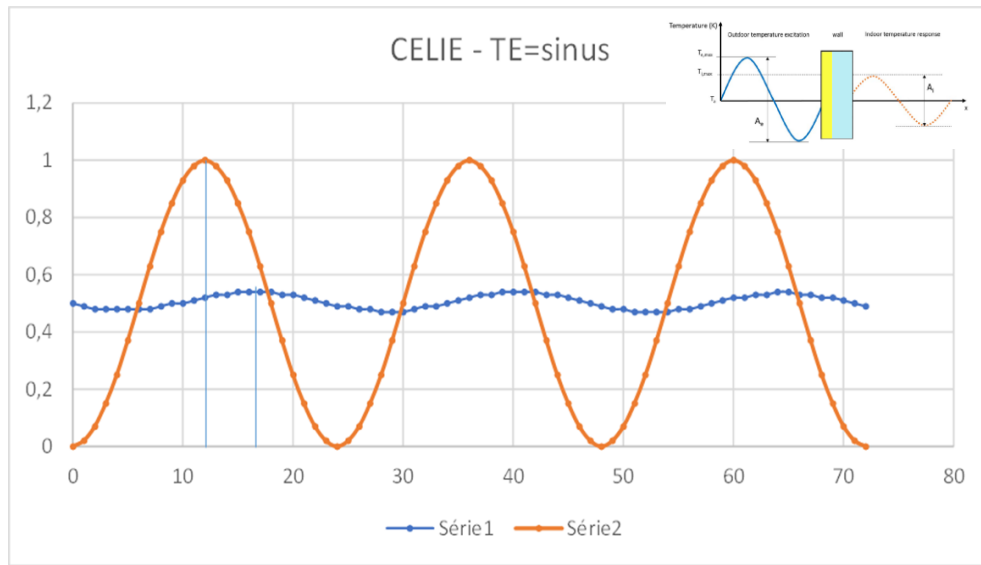
Jean-Jacques Roux, Constantes de temps et inertie, cours INSA, 1998

Modes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CELI	1,72	0,24	0,09	0,046	0,028	0,019	0,013	0,01	0,007	0,006
CELII	11,31	1,48	0,70	0,216	0,189	0,092	0,075	0,052	0,039	0,033
CELIBI	77,32	0,873	0,466	0,211	0,121	0,092	0,062	0,052	0,034	0,029
CELIE	122,8	0,86	0,435	0,211	0,11	0,093	0,053	0,047	0,034	0,027

Jean Sicard, Analyse modale appliquée à la thermique, thèse Paris 6, 28 juin 1984



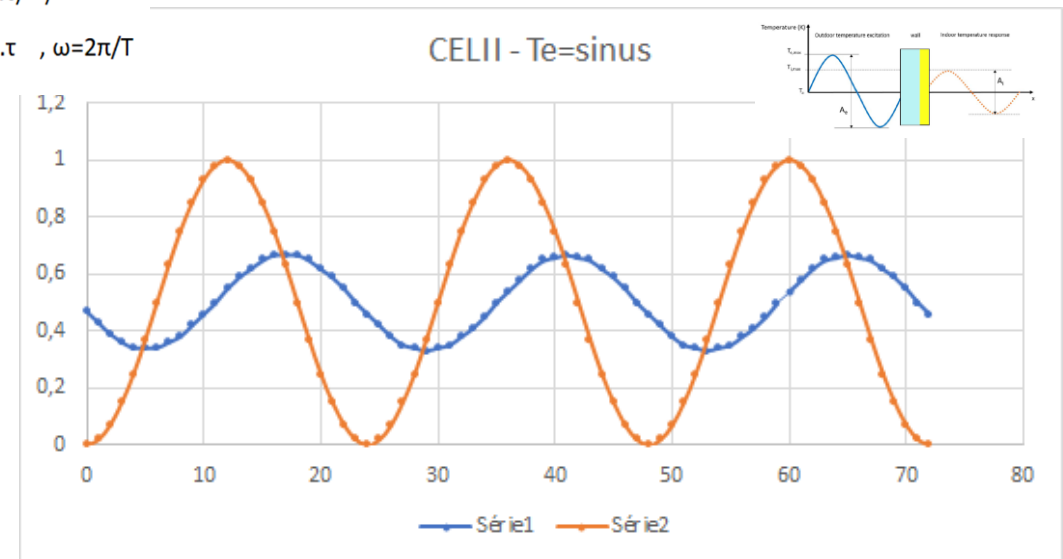
Amortissement, Déphasage / τ



$\tau_{theo} / \tau_{pratique}$: 122h/115h
 Amortissement = a : 0,0341 / 0,07
 Déphasage = d : 5h52mn / 4,5h

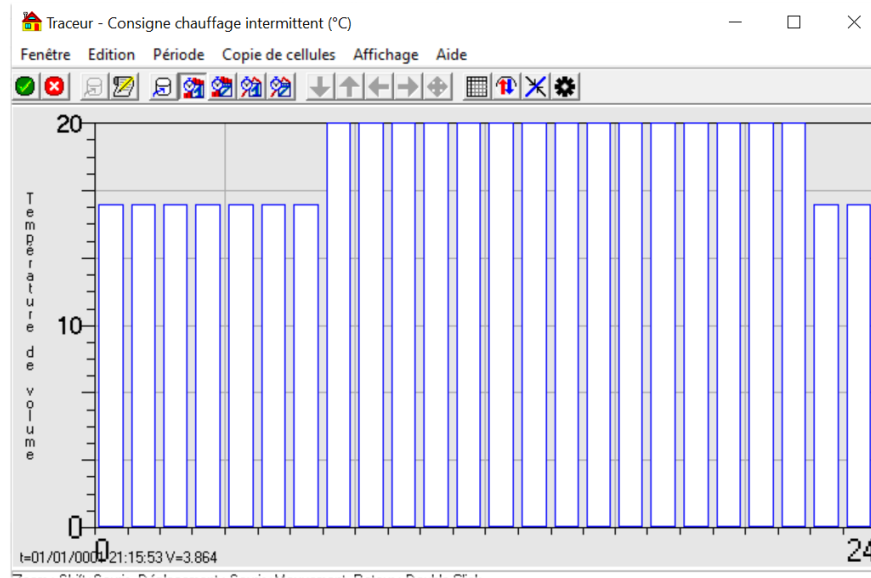
$$a = 1 / (1 + (\omega \cdot \tau)^2)^{0,5}$$

$$\tau_g(d) = -\omega \cdot \tau, \quad \omega = 2\pi/T$$



$\tau_{theo} / \tau_{pratique}$: 11h/10,5h
 Amortissement = a : 0,303 / 0,340
 Déphasage = d : 4h49mn / 5h

Gain d'intermittence / τ



	CELI	CELII	CELIE
τ (Cste de temps, h)	~1h	~10h	~100h
kWh (T Consigne =20°C)	2474 kWh	2496kWh	2493kWh
kWh (T Consigne 20/16)	2228 kWh	2257kWh	2359 kWh
Gain intermittence	10 %	9,5 %	5,4 %



"Il m'est arrivé un soir, à l'intérieur de l'Etat de Bahia, d'être pris brusquement au milieu d'une montée prodigieuse de lucioles phosphorescentes. Elles éclataient partout, sans arrêt, innombrables, en gerbes au sortir des taillis et des fossés de la route, comme autant de fusées, trop brèves pourtant pour éclairer le paysage avec netteté. Ainsi des événements, ces points de lumière. Au-delà de leur éclat plus ou moins vif, au-delà de leur propre histoire, tout le paysage environnant est à reconstituer. »

Fernand Braudel, Les ambitions de l'histoire, Livre de poche, 1999

Laboratoire Equipement de l'Habitat (1967 à 1982),

Gery Michel,

Contribution a l'étude de la chimi-sorption sur oxyde d'aluminium. 1963, Thèse INSA Lyon

Brau Jean,

Ventilation isotherme d'une pièce d'habitation. Détermination du champ de vitesse et influence des parois, 1974, Thèse INSA Lyon

Achard Gilbert,

Mesure des caractéristiques photométriques des revêtements de chaussée et étude des luminances des voies de circulation, 1976, Thèse INSA Lyon

Pallier Jean-Marie, Ventilation d'une pièce climatisée. Etude sur modèle réduit et détermination du champ de température dans un local chauffe par air pulse. 1977, Thèse INSA Lyon

Yezou René, Contribution a l'étude des propriétés thermo physiques des matériaux de construction cohérents et non cohérents, 1978, Thèse INSA Lyon

Rousseau Sylvie,

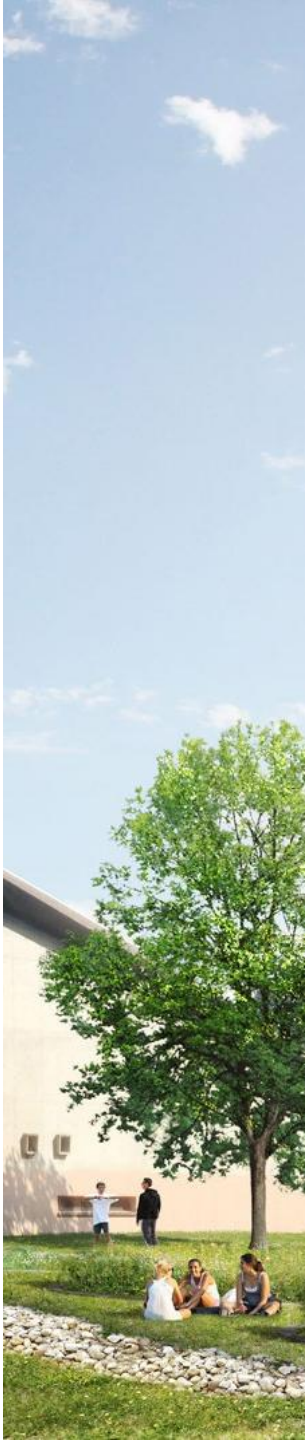
Simulation numérique du comportement thermique des locaux d'habitation. Evaluation de l'influence de la radiation solaire, des conditions climatiques et des paramètres caractéristiques du bâtiment, 1978, Thèse INSA Lyon,


Depecker Patrick,

Etude théorique et expérimentale des facteurs de réponse des parois de bâtiments, 1978, Thèse INSA Lyon,

Allard Francis,

Etude des ponts thermiques des parois du bâtiment en régime variable des températures, 1978, Thèse INSA Lyon,





- Ainsi, la nationalisation de l'électricité par la loi du 8 avril 1946 créant Électricité de France (**EDF**) ne représentait « que » 10 % du chiffre d'affaires de la CGE en 1946 et aucune modification de structure ne fut envisagée au sein du groupe. Il n'en demeurait pas moins qu'EDF était devenue l'acteur dominant de la filière électrique.

Yves Bouvier, La recherche, interface privilégiée entre la Compagnie générale d'électricité et l'État (années 1950-années 1990), p. 65-78, <https://books.openedition.org/igpde/1886>

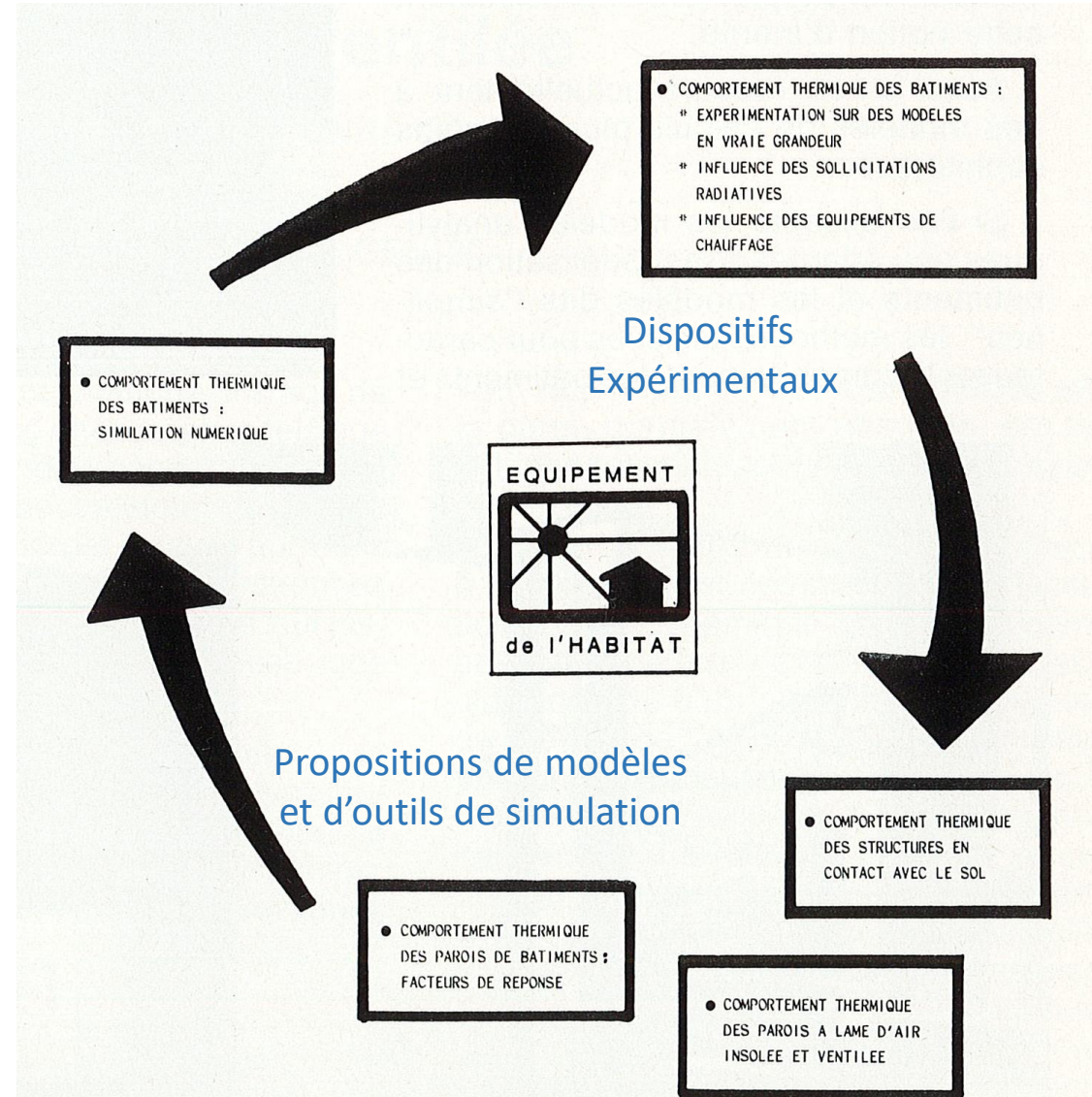
- Le centre de recherche de la Compagnie générale d'électricité (**CGE**), qui est installé à Marcoussis, à une vingtaine de kilomètres au sud de Paris, a été inauguré jeudi en présence de M. Gaston Palewski, ministre d'Etat chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales.

https://www.lemonde.fr/archives/article/1964/05/30/inauguration-a-marcoussis-du-centre-de-recherche-de-la-c-g-e_2137822_1819218.html

- L'Omnium Technique de l'Habitat (**OTH**), fondé en 1948 par la Banque de Paris et des Pays-Bas, constitua durant les années 1950 et 1960 le premier groupe d'ingénierie français spécialisé dans la construction de logements.

Pierre Jambard Ingénierie, banque et État en France : l'O.T.H. face à la crise des années 1970-1980, Entreprises et histoire 71/2, p. 127-136, 2013

Laboratoire Equipement de l'Habitat (1967 à 1982), Département de Génie Civil et Urbanisme



OPTIBAT : 1969

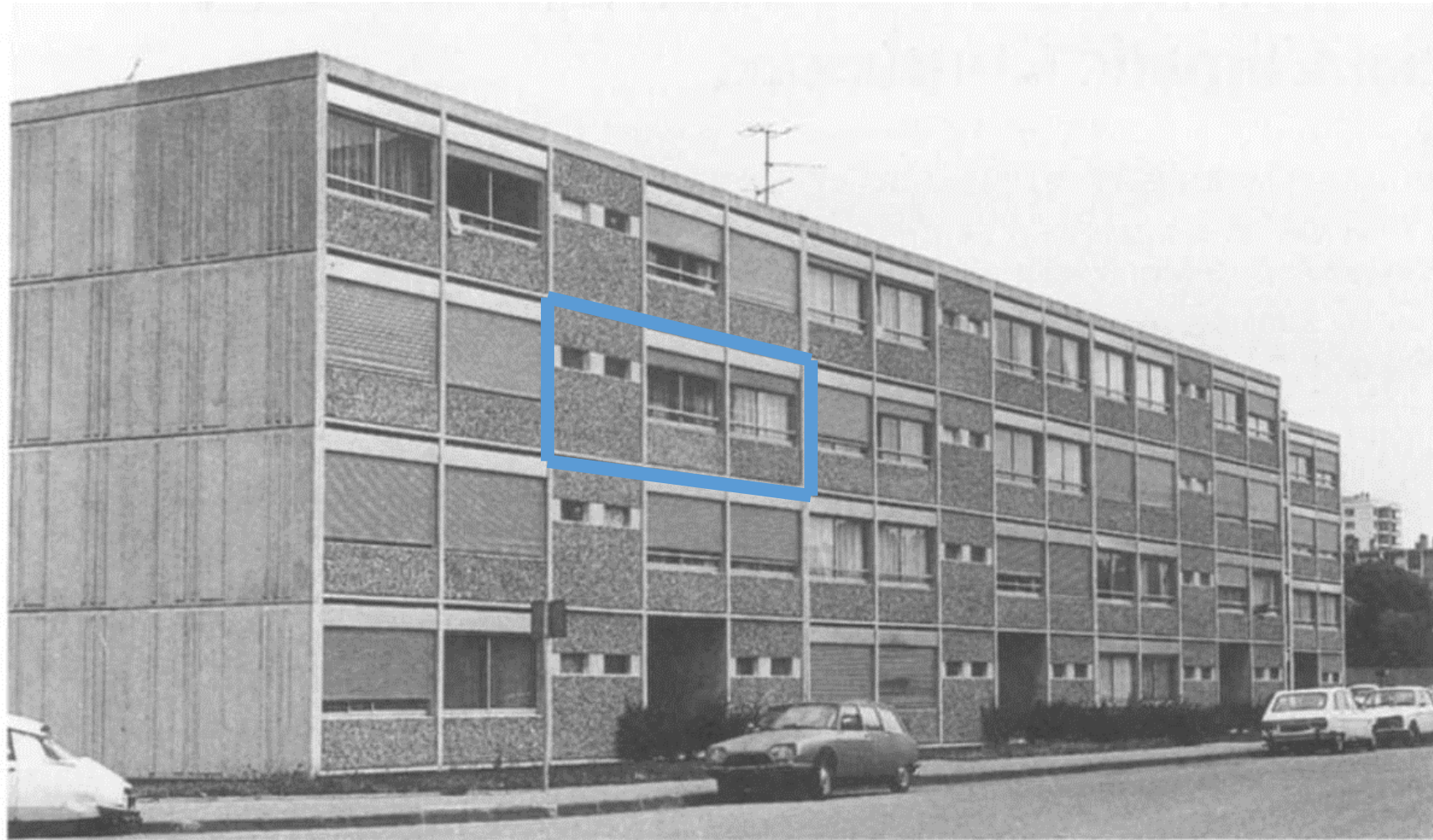


Fig. 1. General view of the real building.

OPTIBAT : 1969

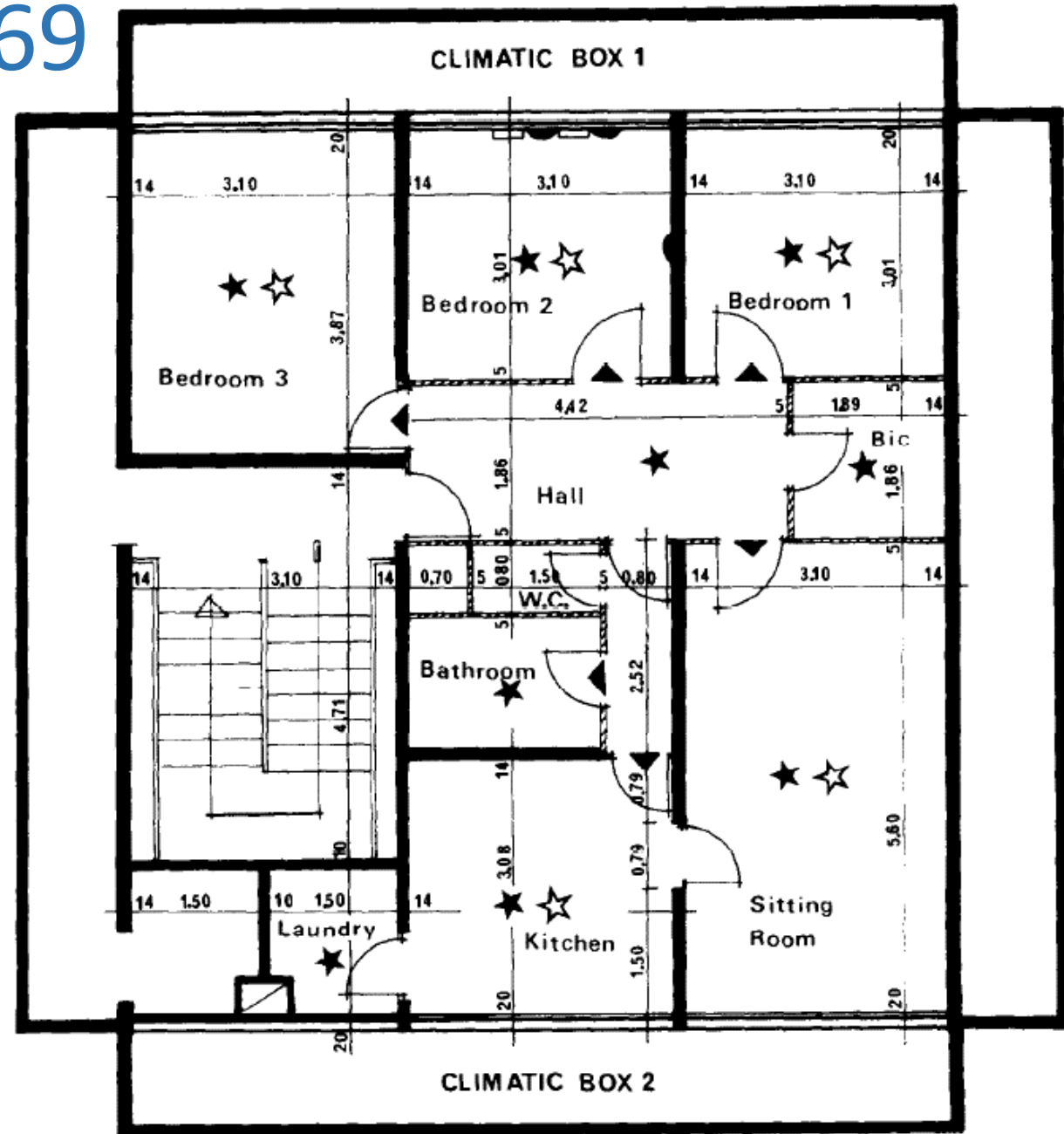


Fig. 2. Horizontal section of the Optibat cell.

Préhistoire CETHIL : 1982

** Les thermiciens de l'INSA de LYON ont créé en 1982 le Centre de Thermique afin de mettre en commun les compétences de chacun et ainsi mieux les utiliser dans différents domaines d'application (thermique des matériaux, thermique du bâtiment, génie thermique, etc...).*

Ces chercheurs appartiennent actuellement à trois laboratoires de recherche de l'INSA :

- Laboratoire Equipement de l'Habitat : Département Génie Civil et Urbanisme,*
- Laboratoire de Mécanique des Fluides et Thermique : Département Génie Mécanique Construction,*
- Laboratoire de Physique Industrielle : Département Génie Physique Matériaux.*



Préhistoire à nos jours : CETHIL

Professeur Michel Géry :

directeur du LEH de 1967 à 1982 et du CETHIL de 1982 à 1995.

1982 : « [CETHIL - Centre de Thermique de l'INSA de Lyon](#) »

- LEH : Laboratoire d'Equipement de l'Habitat (1967 à 1982, INSA Lyon)

- LPI : Laboratoire de Physique Industrielle (1961 à 1982, INSA Lyon)

- ETH : Equipe ETH du LHDG - Laboratoire d'Hydraulique et dynamique des Gaz (1958) qui devient le LMFT
Mécanique des Fluides et Thermique

1987 : Association au CNRS

1989 : Intégration du LEA : Laboratoire d'Energétique et d'Automatique (1978 à 1989, INSA Lyon)

1989: **URA CNRS 1732**

1995 : **UPRESS CNRS 5008**

1996 : associé à l'Université Claude Bernard Lyon 1 et devient le « [Centre de Thermique de Lyon](#) »

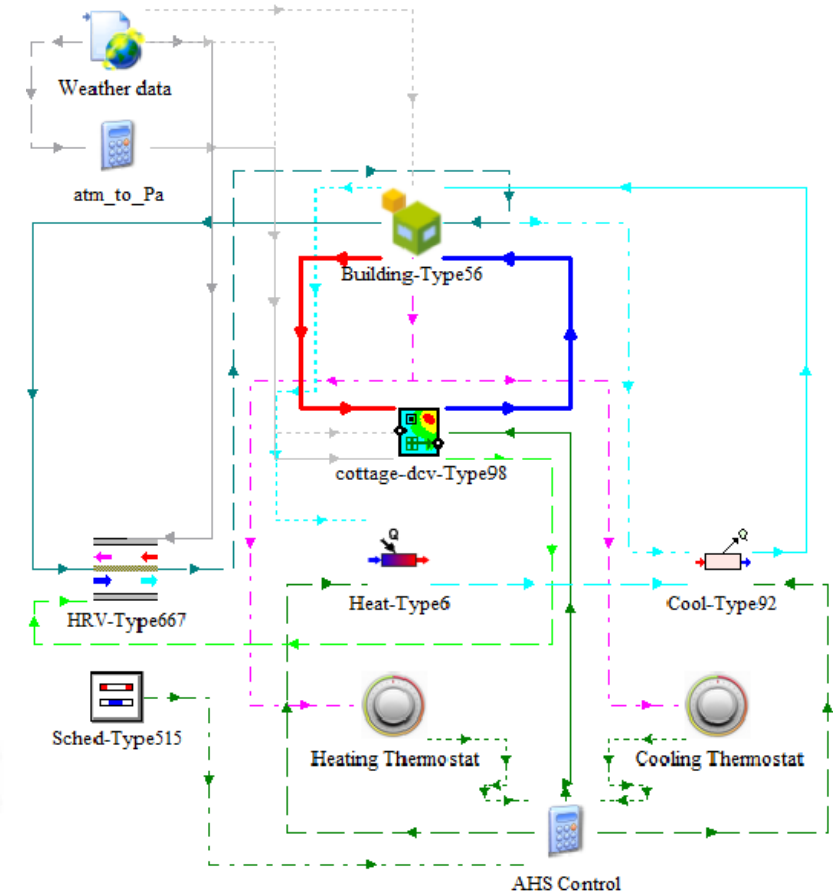
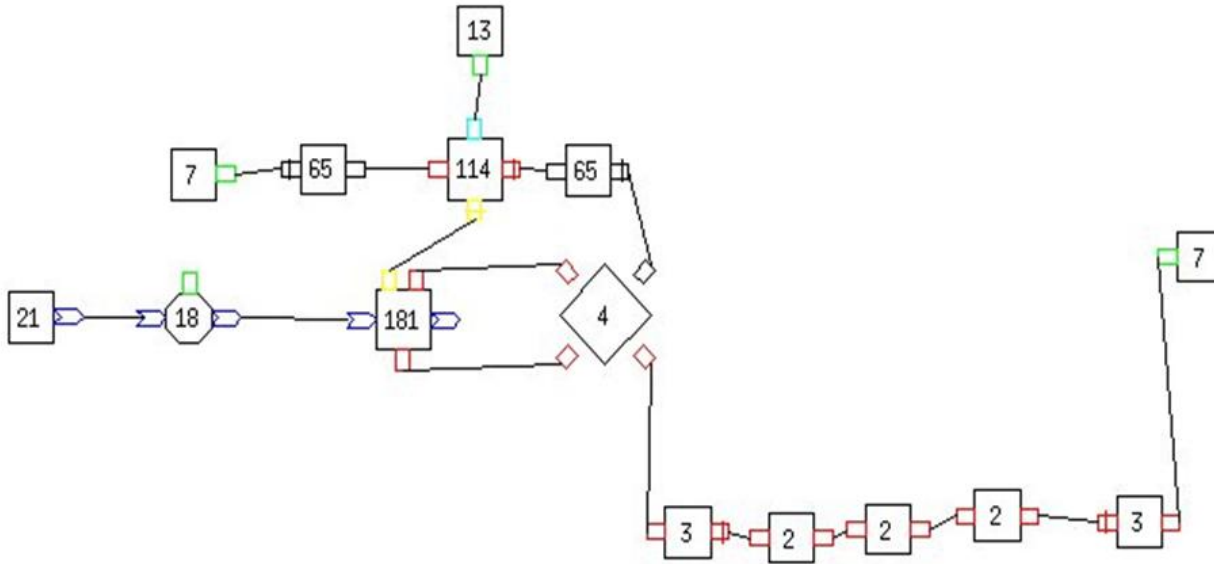
2000 : **UMR CNRS 5008**

2005 : Laboratoire commun CETHIL/EDF : BHEE

2013 : « [Centre d'Energétique et de Thermique de Lyon](#) »



Clim 2000



TRNSYS

RONGERE F.X. & GAUTIER B. : CLIM 2000 un logiciel nouveau pour la modélisation énergétique en thermique du bâtiment, Note EDF n°HE 12 W 3026, 1990.

DISCOVERY OF THERMAL CIRCUIT FOR A WALL

by

G. P. Mitalas and D. G. Stephenson

ANALYZED

Internal Report No. 232

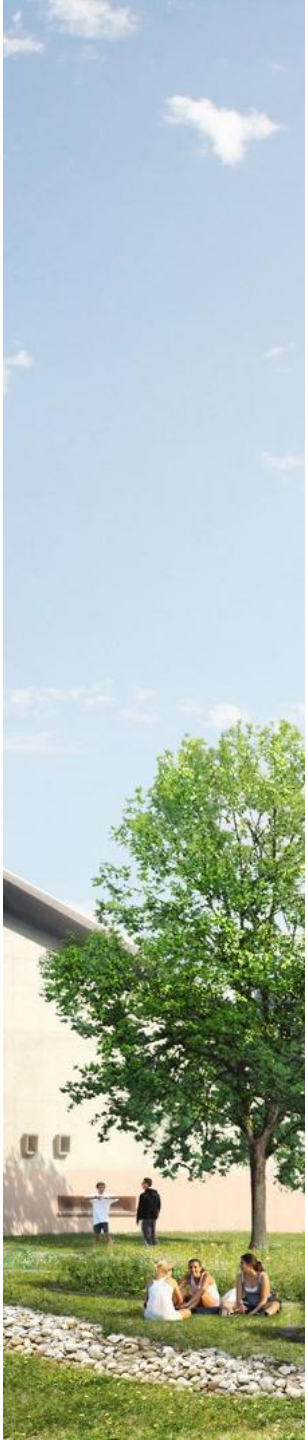
of the

Division of Building Research

OTTAWA

September 1961

1958	Buchberg, H.	<ul style="list-style-type: none">● Developed a complete R/C thermal network for a house as part of ASHRAE research project.● Model used Heat Balance Calculations.
-------------	--------------	--





- R* isolant (située à la limite isolant/air)
- R isolant (avec $i_{\text{isolant}} = 0.05 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$)
- R mixte isolant/béton
- R béton (avec $\lambda_{\text{béton}} = 1.5 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$)
- R* béton (située à la limite béton/ air)
- R surfacique intérieure (avec $1/h_i = 0.112 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$)
- R surfacique extérieure (avec $1/h_e = 0.06 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$)

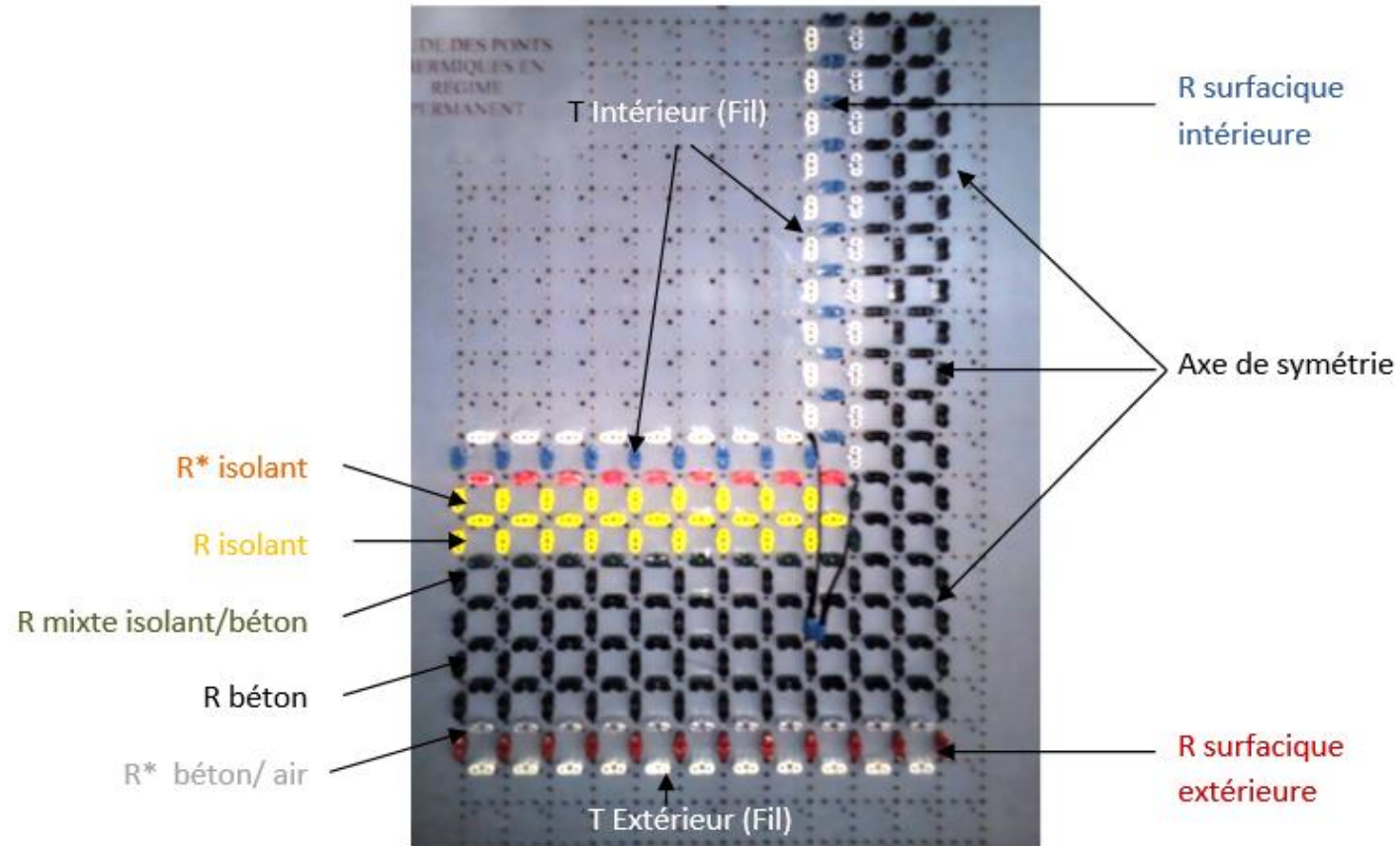
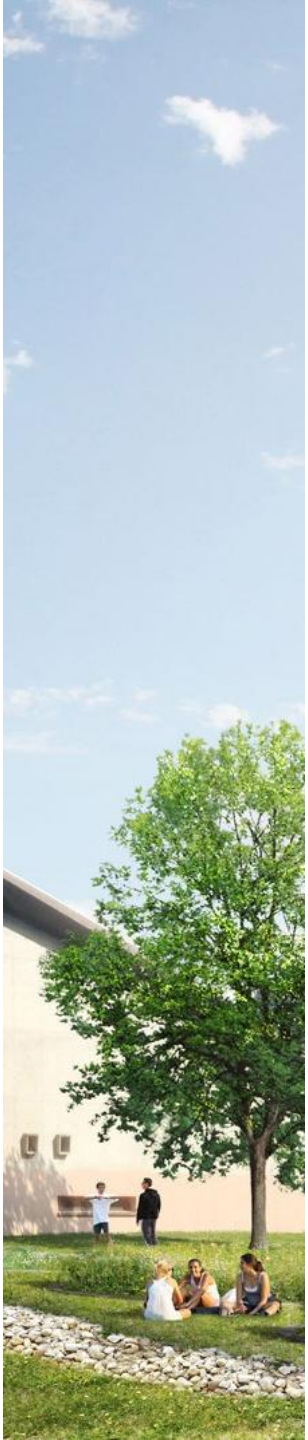
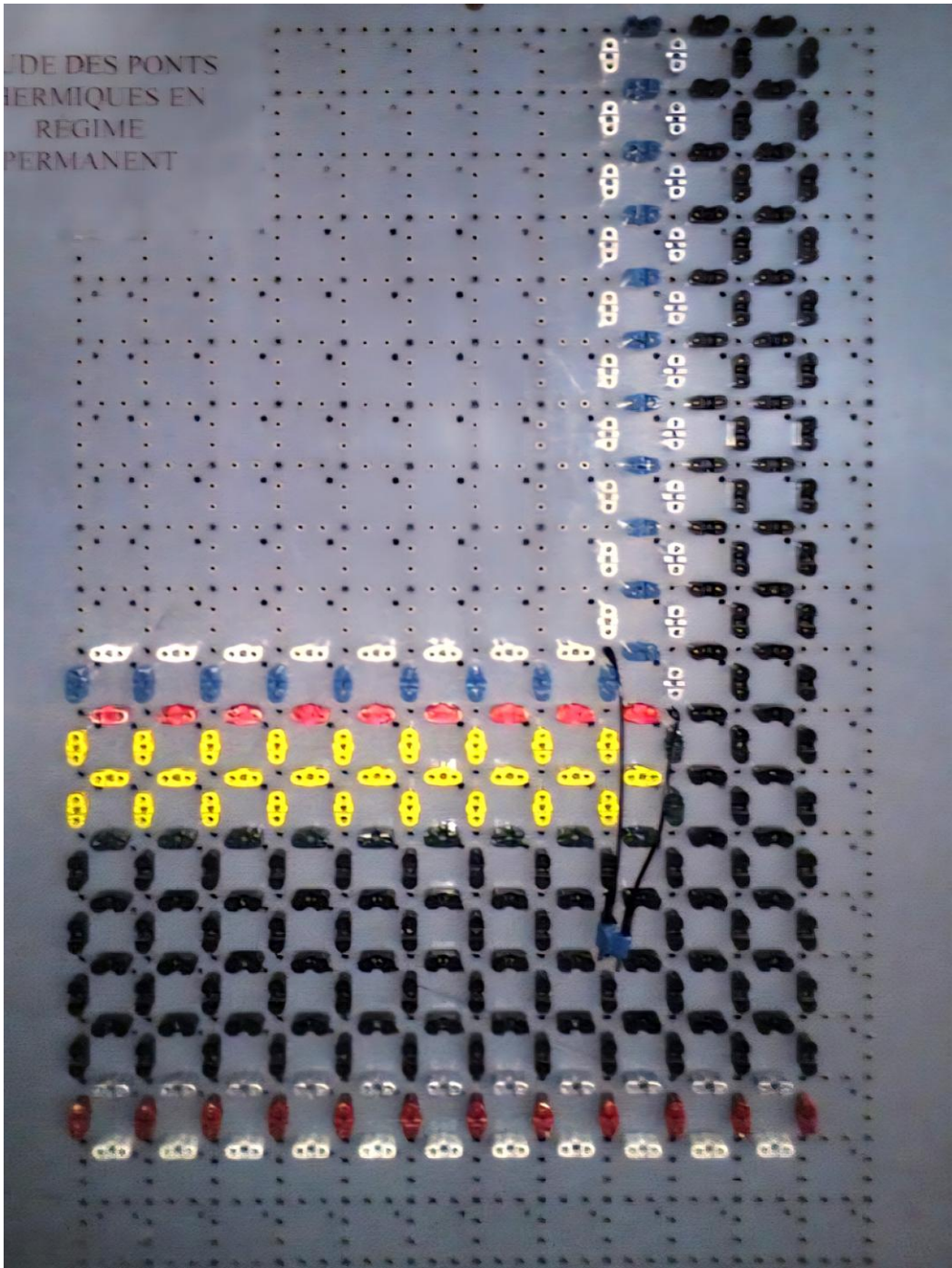


Figure 3: Montage de l'analogie / homologie électrique étudié, cas avec 6 cm d'isolant



ÉTUDE DES PONTS
THERMIQUES EN
RÉGIME
PERMANENT



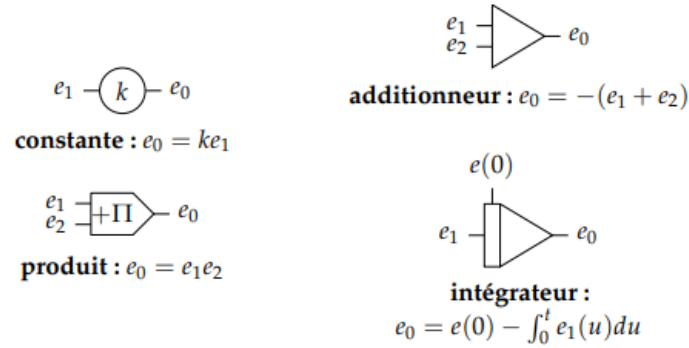


FIGURE 1.2 – Présentation des 4 types d'unité de base : constante, additionneur, multiplicateur, et intégrateur.

On indique pour chacun sous forme d'équation, la contrainte que cette unité impose sur les quantités continues en entrée ou sortie. Par exemple, un additionneur impose que l'on doit avoir $e_0(t) = -(e_1(t) + e_2(t))$ à tout instant.

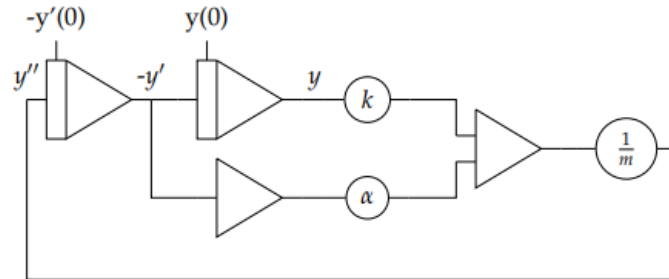


FIGURE 1.3

Si l'on cherche à programmer l'exemple de la figure 1.1, c'est-à-dire l'équation différentielle $my'' + \alpha y' + ky = 0$, on la réécrit $y'' = -\frac{\alpha y' + ky}{m}$, et on place des intégrateurs, et des additionneurs pour avoir exactement cette contrainte. Notez que l'additionneur est représenté avec une unique entrée : on ne représente pas les entrées qui sont mises à 0. Cet additionneur sert à faire un changement de signe, pour récupérer à sa sortie $+y'$, pour l'envoyer sur une unité qui le multipliera par α .

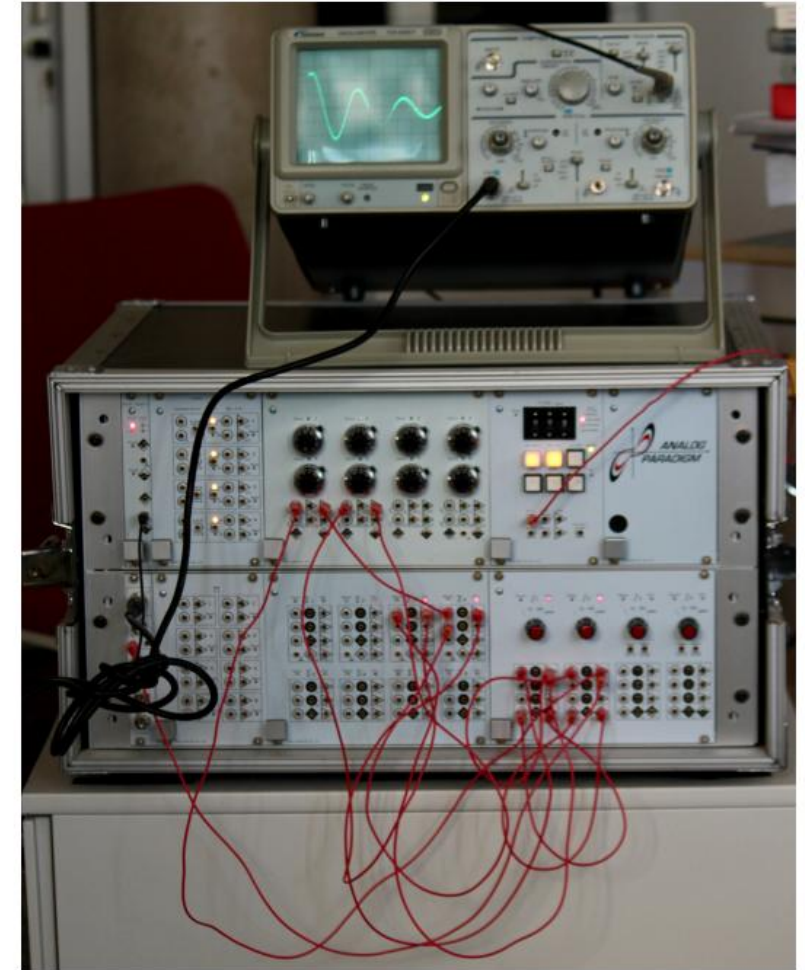


FIGURE 1.4 – Vue d'ensemble du câblage du schéma de la figure 1.3 sur un analyseur différentiel électronique (le modèle Analog Paradigm Model 1 dans mon bureau).

On a fixé $m = 1$ et $y(0) = y'(0) = -1$ dans le câblage pour tenter de le rendre plus simple à visualiser. Les potentiomètres sont fixés à $k = 0.8$ et $\alpha = 0.2$ ici : on observe sur l'oscilloscope les oscillations du ressort correspondant. Voir aussi les figures 1.5 et 1.6 pour des détails.

Le mot *ordinateur* fut introduit par [IBM](#) France en 1955 après que François Girard, alors responsable du service publicité de l'entreprise, eut eu l'idée de consulter son ancien professeur de lettres à Paris, [Jacques Perret](#). Avec [Christian de Waldner](#), alors président d'IBM France, ils demandèrent au professeur Perret de suggérer un « nom français pour sa nouvelle machine électronique destinée au traitement de l'information ([IBM 650](#)), en évitant d'utiliser la transposition littérale du mot anglais, *computeur* (« calculateur » ou « calculatrice »), qui était à cette époque plutôt réservé aux machines scientifiques »

UNIVERSITÉ DE PARIS
—x—
FACULTÉ
DES
LETTRES
—x—

BOURDIER
Paris, le 16 IV 55
AVR 19 10 14
43 av. de Joinville
IBM. N. Nogent y Marn. Seine
TRE 33-11

Cher monsieur,

Que diriez vous d'ordinateur ? C'est
un mot correspondant formé, qui se trouve même
dans le Littre comme ajusté désignant

J'aurais l'inconvénient - N' hésitez pas
à me donner un coup de téléphone
si vous avez une idée qui vous
paraîtra requiesc le avis d'un philologue

Votre

J. Perret

JACQUES PERRET
Professeur à la Sorbonne

Habitat primitif dans la vallée de la Vézère



Une étude approfondie montre que ces cavités n'ont pas été choisies au hasard et qu'une série de paramètres a probablement orienté leur choix avant chaque installation :

- l'ensoleillement : les vallons sont toujours suffisamment larges pour que l'insolation soit toujours maximale même en hiver où le soleil est moins haut,
- l'orientation de l'ouverture : de préférence au sud dans les trois-quarts des cas,
- le vent : le choix se porte souvent vers une cavité abritée des vents dominants d'ouest,
- le choix des dimensions : souvent de quelques dizaines de mètres, la grotte est plus facile à éclairer et à chauffer,
- le choix de la forme : le surplomb rocheux est souvent important et la paroi suffisamment concave pour constituer un abri efficace et laisser des possibilités d'aménagement ; un des rares aménagements encore visibles sur les parois ou sur des blocs sont des anneaux sculptés dans la roche (ex : Cap Blanc, Castanet...),
- le choix de la localisation géographique pour l'approvisionnement en ressources minérales (silex), en eau et en gibier.

