

AFSCET

Res-Systemica

Revue Française de Systémique
Fondée par Evelyne Andreewsky

Volume 19, automne 2019

Systemique du signe et du sens

Res-Systemica, volume 19, article 06

Quel sens pour la signature énergétique des bâtiments ?

Richard Cantin

11 pages

contribution reçue le 09 décembre 2019



Creative Commons

AFSCET

Res-Systemica
Revue Française de Systémique
Fondée par Evelyne Andreewsky

Systemique du sens et du signe

Quel sens pour la signature énergétique des bâtiments ?

Richard Cantin

Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat – Université de Lyon

Rue Maurice Audin 69120 Vaulx en Velin

richard.cantin@entpe.fr

Résumé

Dans le contexte actuelle d'une évolution rapide des problématiques énergétiques et environnementales du secteur du bâtiment, différents indicateurs, outils, méthodes et labels sont produits signifiant une volonté de visualiser et mesurer la performance des bâtiments. Parmi ceux-ci, la signature énergétique vise à fournir une représentation simplifiée du comportement énergétique des bâtiments.

Les différentes définitions de la signature rappellent ses fonctions et ses transformations au fil du temps.

Une analyse de quelques signatures énergétiques des bâtiments illustre comment les représentations graphiques favorisent la multiplication des interprétations.

Avec un examen systémique, il est possible de considérer la signature énergétique avec une vision globale pluridisciplinaire et d'interroger son sens et ses transformations.

Cet article complète l'exposé donné lors des journées annuelles de l'AFSCET à Andé en 2019.

L'étude des relations entre le signe et le sens questionne de nombreuses disciplines au-delà de la sémiotique. La question du sens interroge la signification qu'a un signe pour les personnes.

Dans le contexte de changements globaux marqués par l'évolution des problématiques énergétiques et environnementales du secteur du bâtiment, sont produits des indicateurs, des outils, des méthodes, des labels, etc. Tous traduisent une volonté de visualiser, mesurer et gérer la performance des bâtiments. Parmi ces signes, la signature énergétique vise à fournir une représentation simplifiée du comportement énergétique des bâtiments.

Or, il existe plusieurs versions de la signature qui favorisent le développement de multiples interprétations.

1) Différentes versions de la signature

La signature a plusieurs définitions : une action de signer, une inscription, une marque apposée afin d'attester l'exactitude, d'approuver un contenu et d'assumer une responsabilité... Signe à part, la signature n'est pas un indicateur d'alphabetisation, elle est une pratique particulière distincte de l'écriture. Elle renvoie à un ensemble de signes de l'identité : noms propres, armoiries, sceaux, insignes... Initialement, l'image y prédomine et longtemps la croix et ses variantes prolifèrent (Figure 1).

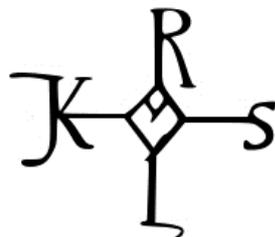


Figure 1. Monogramme de Charlemagne

Mais à partir du XVI^e siècle, un renversement s'opère et l'écriture va l'emporter dans les signes de l'identité (Figure 2).



Figure 2. Signature de John Hancock

D'un point de vue sémiotique, la signature est un signe d'identité et de validation. Elaborée autrefois dans les chancelleries royales, elle condense la sémantique individualisante d'un nom propre (Fraenkel, 1992).

D'un point de vue diplomatique, elle s'insère au bas des actes, accompagnée, selon les époques et les lieux, de sceaux dessinant un système d'actants juridiques hiérarchisés.

Vu comme un acte performatif, l'acte de signer est aussi un signe qui doit se comprendre en impliquant la genèse des actes, leur fabrication et leur archivage (Fraenkel, 1988 et 1992).

Les signatures peuvent avoir des fonctions variées comme une fonction cryptique (Ruche du Chancelier de Gisèle, sœur de Charlemagne au VIIIe siècle), ou une fonction représentative (Figure 3).



Figure 3. Extrait d'un autoportrait signature de Raban-Maur au IXe siècle (Fraenkel, 1992)

La signature peut aussi être interprétée comme une empreinte mais cette analogie risque d'induire une confusion entre interprétation et description (Fraenkel, 1992). Est-elle révélatrice de la personnalité profonde du signataire ?

D'autres formes de signature existent dans le domaine de la construction avec, par exemple, les signes gravés dans la pierre, les signatures des maîtres lapidaires, les marques de tâcheron. Chaque tailleur de pierre possède sa marque qui lui sert de signature de manière à recevoir son salaire à la fin d'une semaine de travail, en fonction du nombre de pierres taillées, les tailleurs de pierre étant payés à la tâche (Figure 4).



Figure 4. Marques des tailleurs de pierre des remparts d'Avignon relevées en 1880 par Albert et Auguste Maire

Quant à l'article 15 de la loi sur l'architecture de 1977, il impose que « Tout projet architectural doit comporter la signature de tous les architectes qui ont contribué à son élaboration ».

Toujours dans le domaine de la construction, l'affichage du bâti par une signature élaborée selon différentes méthodes scientifiques vise à transmettre facilement et au plus grand nombre une représentation des performances du bâti. Dans ce cas, la signature transcrit les niveaux de performance avec un tracé (histogramme ou diagramme radar) (Gobin, 2018).

Dans le domaine de l'énergétique du bâtiment, plusieurs représentations des bâtiments sont développées (Guisan et al, 1991. Boulanger, 2004. Cantin et al. 2018). Parmi celles-ci, une forme de signature est la signature énergétique des bâtiments (Richalet, 1991. Jacobsen, 2000. Ville de Genève, 2002. ADEME Energie-cités, 2003. Energyplus, 2007. Energie Wallonie, Cantin et Guarracino, 2012).

2) Brève analyse de la signature énergétique des bâtiments

La signature énergétique (SE) des bâtiments fournit une relation simplifiée entre la température extérieure et l'énergie consommée. Elle suppose que les apports solaires passifs et les apports internes sont constants. Dans le cas où les variations de température intérieure sont faibles, une relation est établie en mettant en relation la consommation énergétique et la température extérieure.

L'intérêt de cette méthode réside dans la possibilité de tracer la signature d'un bâtiment en deux dimensions. La signature énergétique apparaît alors comme une représentation graphique de la consommation d'un bâtiment en fonction de la température extérieure (Figure 5).

Cette représentation permet de visualiser l'évolution de la signature énergétique d'une année à l'autre et permet d'interpréter les consommations des bâtiments (Energyplus 2007, Energie Wallonie).

La signature énergétique peut aussi être tracée en représentant la relation de l'énergie consommée en fonction des degrés-jours (DJ : écart entre la température de référence et la température moyenne de la journée) (Figure 6).

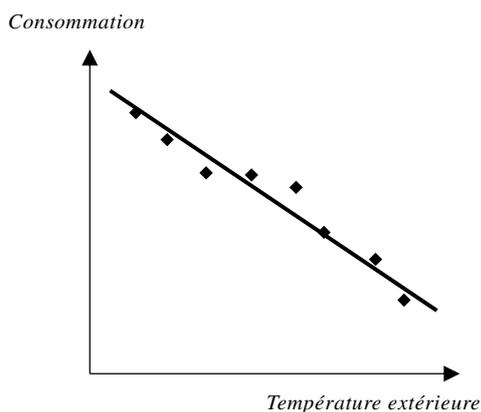


Figure 5. Signature énergétique d'un bâtiment

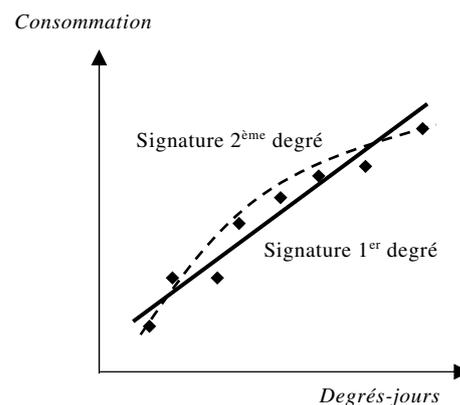


Figure 6. Signature énergétique identifiée par une loi du 1^{er} degré et une loi du 2^{ème} degré

L'utilisation de la température extérieure est plus facilement compréhensible que celle des DJ, la définition des degrés-jours devant être précisée avec les DJ unifiés, les DJ de

chauffe, de froid, de réfrigération... Plusieurs contraintes limitent l'utilisation des DJ, par exemple pour les degrés-jours de chauffe :

- la température intérieure équivalente de chauffage et la prise en compte des apports gratuits (soleil, occupation, équipements) doivent être précisées ;
- la température extérieure moyenne d'arrêt du chauffage doit aussi être indiquée (Energieplus, 2007).

A chaque bâtiment correspond une signature énergétique qui peut évoluer au fil du temps. Pour un bâtiment, si un écart apparaît entre un point de mesure et la signature de référence, plusieurs explications peuvent être avancées (Figure 7). Il peut s'agir d'une erreur de l'appareil de mesure (compteur), une erreur de lecture, une erreur de saisie des données ou une dérive subite des consommations (Energieplus, 2007).

Si les points de mesure ne sont pas trop éloignés de la SE de référence, alors la régulation est considérée comme satisfaisante. Mais une dispersion des points signifiera une absence ou une défaillance de la régulation (Figure 8).

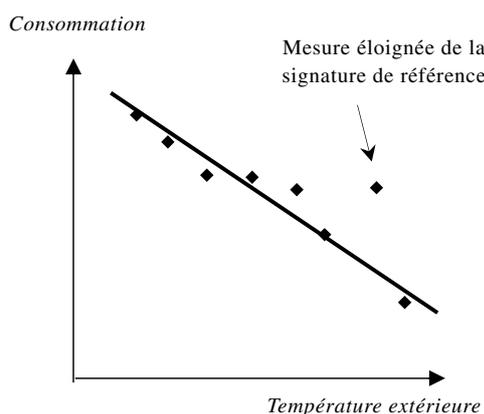


Figure 7. Ecart d'un point par rapport à la SE de référence

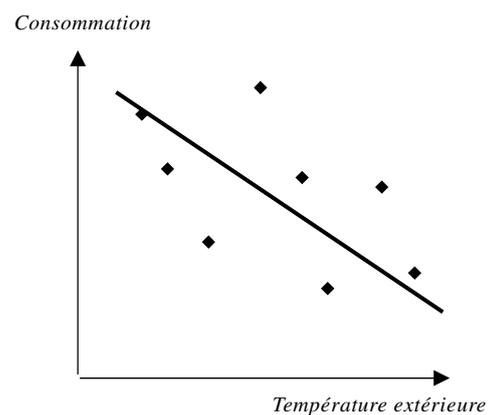


Figure 8. Dispersion autour de la SE

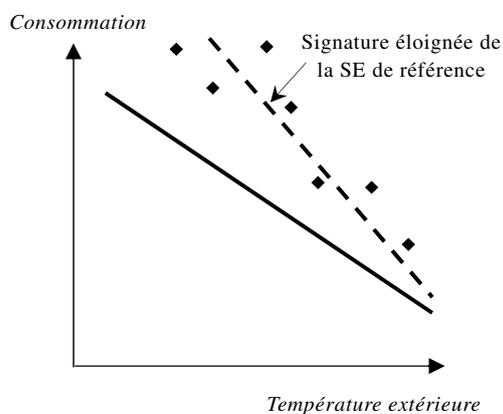


Figure 9. Nouvelle pente de la SE

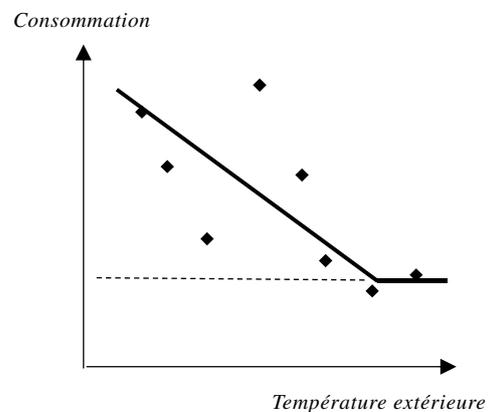


Figure 10. Inflexion de la SE, consommation énergétique sans chauffage

La dérive de la SE peut avoir plusieurs causes (Figure 9). Elle peut signifier qu'il y a eu une surchauffe du bâtiment, un dérèglement des courbes de chauffe, un défaut d'étanchéité de l'enveloppe, un encrassement de la chaudière ou un dérèglement du brûleur (Energieplus, 2007).

Selon la distribution des points de mesures et le tracé de la SE, différentes interprétations peuvent être avancées : apports solaires gratuits inhabituels pendant la période de chauffage, fonctionnement simultanée de la climatisation et du chauffage ou existence d'une consommation alors que le chauffage est arrêté (Figure 10) (Energieplus, 2007. Energie Wallonie).

Etudiées à la fin du XXe siècle, les signatures énergétiques ont été élaborées avec des modélisations mathématiques différentes et d'autres choix de paramètres (Richalet, 1991. Flouquet, 1992. Eveno, 1997).

Le domaine d'utilisation de la SE doit considérer un comportement thermique pseudo-statique du bâtiment. Ainsi pour des bâtiments ayant des caractéristiques fortement inertes ou solaires passives, le recours à la signature énergétique ne peut pas garantir une caractérisation exacte du comportement thermique. Les conditions de production des données doivent être prises en compte : contexte expérimental, qualité des données, durée d'acquisition, durée du pas de temps, etc.

La durée de l'expérimentation nécessaire à la production de données permettant l'utilisation des principales méthodes de SE est variable. Elle peut aller d'une dizaine de semaines jusqu'à plusieurs périodes de chauffe et donc d'années. Elle est aussi fonction des difficultés relatives à toute caractérisation du comportement d'un bâtiment sur site. Mais il y a des obstacles théoriques et pratiques provenant de la complexité d'une caractérisation des variables spatio-temporelles des échanges thermiques dans le bâtiment et de la difficulté d'en mesurer les sources (Richalet, 1991).

Des modèles dynamiques sont élaborés en enrichissant les modèles statiques avec des approches mathématiques plus avancées sollicitant d'importantes capacités de calcul permises par les technologies de l'information et de la communication. Ces modèles visent une prise en compte différente de la réponse du bâtiment aux sollicitations extérieures et intérieures au cours du temps. Cependant la complexité inhérente à la grande diversité des sollicitations réelles observées in situ reste toujours difficile à modéliser, à mathématiser ou à numériser.

Des travaux plus récents développent d'autres variantes des signatures énergétiques (Kalz et al, 2010. Belussi, 2012. Haghighi et al. 2015. Hitchin, 2016. Anjomshoaa, 2017. Arregi et al, 2017.)

Avec la signature énergétique, la décision est pensée à partir d'une représentation graphique, d'un tracé, d'une droite ou d'une courbe. En donnant à quelques signes un rôle central dans la connaissance du tout, elle révèle les limites d'une représentation numérique

réductrice de la réalité complexe du comportement énergétique des bâtiments. Elle montre l'importance d'appréhender une situation complexe avec une approche systémique.

3) Approche systémique de la signature énergétique des bâtiments

Une étude complémentaire de la signature énergétique peut s'appuyer sur les concepts de l'approche systémique (Donnadieu et al, 2003. Durand, 1994. Le Moigne, 1994. Morin, 2007. Rosnay, 1975).

D'un point de vue systémique, différentes frontières peuvent être considérées pour appréhender une signature énergétique. Par exemple, la frontière peut être l'enveloppe thermique du bâtiment, l'enveloppe de l'espace chauffé ou l'enveloppe de l'espace habité. L'enveloppe constitue une frontière entre l'environnement intérieur, qui doit être sain et confortable, et l'environnement extérieur. Le champ des connaissances relatives aux propriétés de cette enveloppe, plus ou moins perméable, définit une frontière pour étudier le comportement énergétique du bâtiment. De même, choisir un régime pseudo statique revient à définir une frontière pour l'utilisation de la signature limitée à certains types de bâtiments et à certaines conditions d'exploitation. Les périodes d'observation et les protocoles expérimentaux aidant à la production des données constituent également des frontières qui délimitent les domaines de définition des signatures. Ces frontières permettent d'identifier un certain nombre d'éléments et de signes qui forment la signature. Ces éléments peuvent être classés, dénombrés, triés et qualifiés : points de mesures, températures, consommations, périodes de fonctionnement...

Les réservoirs de la SE prennent plusieurs formes. Par exemple, la signature dépend de l'inertie thermique du bâtiment, de sa capacité à stocker l'énergie, de la production et du stockage des données utilisées pour les représentations graphiques. La signature est définie à partir d'un ensemble de données limité (température, consommation). Le stockage des données sur un support numérique a également une durée de vie très réduite à mettre en relation avec la durée de vie du bâtiment. La signature est une mémoire qui révèle une représentation visuelle très simple d'un bâtiment, se dessine avec quelques formes graphiques, pour afficher dans le présent un comportement énergétique passé.

La SE peut aussi être un élément d'un système décisionnel ayant comme finalité la gestion énergétique du bâtiment ou l'élaboration d'une opération de rénovation énergétique. La signature reçoit des informations relatives au bâtiment et à ses environnements, les transforme en des représentations différentes avec une loi du 1^{er} degré ou une loi du 2^{ème} degré (Figure 6).

Les temporalités de la SE et de ses éléments constitutifs peuvent être questionnées : quelle est la durée de validité de la signature de référence (Figure 9) ? Combien de temps faut-il pour élaborer la signature énergétique d'un bâtiment ? Combien de temps faut-il pour contrôler la qualité d'une signature ? Etc.

La mise en œuvre d'autres concepts de la systémique révélerait d'autres perceptions structurelles et fonctionnelles de la signature énergétique. L'examen systémique montre qu'appréhender le sens de la signature suppose une connaissance avancée de ce qu'est la complexité du bâtiment in situ, des données utilisées et de la transformation conduite par chaque modélisateur.

Conclusion

La signature énergétique des bâtiments est un exemple de représentation favorisée par une approche analytique réductionniste qui limite la perception de la complexité effective du comportement énergétique des bâtiments.

En initiant une approche systémique avec quelques concepts, il est possible d'interroger le sens de la signature énergétique, son identité, sa représentativité et ses caractéristiques structurelles et fonctionnelles.

La signature énergétique apparaît comme une représentation réduite et très simplifiée d'un système ouvert dynamique en interaction avec ses environnements.

Enfin, au XXI^e siècle, elle évolue avec le changement climatique en raison des interactions thermiques des bâtiments avec leurs environnements. Elle se transforme avec une nouvelle distribution de la consommation énergétique (Figure 11).

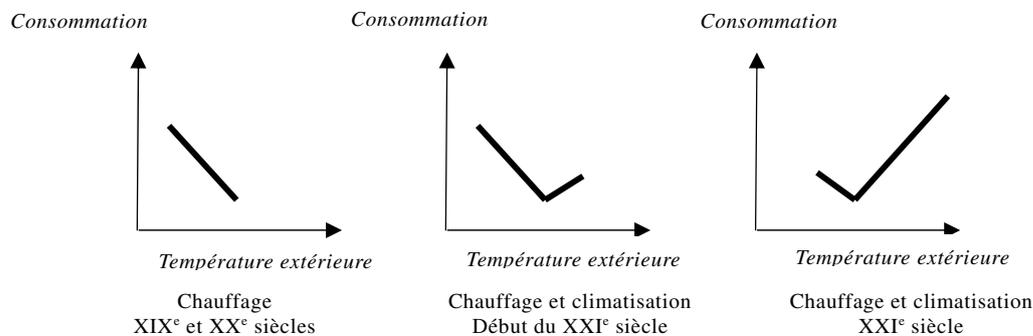


Figure 11. Transformation de la signature énergétique avec le réchauffement climatique

La signature énergétique des bâtiments prend alors la forme d'une nouvelle signature, la coche, autre signe portant d'autres sens...

Références

- ADEME Energie-cités. Outils de planification énergétique – La signature énergétique (CH). Fiche ADEME Energie-cités, Lausanne, Genève. 2003.
- Anjomshoaa, A. et Salmazadeh, M. Estimation of the changeover times and degree-days balance point temperatures of a city using energy signatures. *Sustainable cities and society* 35. 2017.
- Arregi, B. et Garay, R. Regression analysis of the energy consumption of tertiary buildings. CISBAT 2017 International Conference – Future Buildings & District. Energy efficiency from nano to urban scale. *Energy Procedia* 122, 2017.
- Belussi, L. et Danza, L. Method for the prediction of malfunctions of buildings through real energy consumption analysis: Holistic and multidisciplinary approach of Energy Signature. *Energy and buildings* 55, 2012.
- Boulanger, P-M. Les indicateurs du développement durable. Institut du développement durable et des relations internationales, iddri. 2004.
- Cantin, R. et Béreaud, C. Différentes sources d’erreurs dans le diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments. 10^{ème} congrès de l’Union Européenne de Systémique (UES). Vision systémique des crises. De l’optimisation à la stratégie de changement. *Acta Europeana Systemica* n°8. Bruxelles, Belgique, 2018.
- Cantin, R. et Guarracino, G. Performance énergétique des bâtiments existants – Caractérisation. Ed. Techniques de l’Ingénieur. Réf. C8100 v1, 2012.
- Coakley, D. Raftery, P. et Keane, M. A review of methods to match building energy simulation models to measured data. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 37. 2014.
- Donnadieu, G. Durand, D. Neel, D. Nunez, E. & Saint-Paul, L. L’approche systémique : de quoi s’agit-il ? AFSCET, Paris, 2003.
- Durand, D. La systémique. PUF, Paris, 1994.
- Energyplus. L’indicateur d’une dérive des consommations : la signature énergétique. <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10016> , 2007.
- Energie Wallonie. Institut Wallon asbl. La signature énergétique – Interprétation. Ed. Ministère de la Région Wallonne DGTRE, Lambes, Belgique.
- Eveno, P. Signature énergétique des bâtiments tertiaires. Application à l’estimation des consommations de chauffage. Thèse Université Savoie Mont Blanc, 1997.
- Flouquet, F. Local weather correlations and bias in building parameter estimates from energy-signature models. *Energy and Buildings*, 19. 1992.

- Foucault, M. Les mots et les choses. Editions Gallimard. 1966.
- Fraenkel, B. Les surprises de la signature, signe écrit. In: Langage et société, n°44, 1988. pp. 5-31.
- Fraenkel, B. La signature. Genèse d'un signe. Bibliothèque des histoires. NRF Editions Gallimard. 1992.
- Gobin, C. La signature - L'affichage du bâti. Ed. Techniques de l'Ingénieur. Ref C8121. 2018.
- Guisan, O. Lachal, B. Webe, W. Indices énergétique et bâtiments. Actes de la Journée du CUEPE 1991. Centre Universitaire d'étude des problèmes de l'énergie (CUEPE), Université de Genève, Suisse.
- Haghighi, E. et Or, D. Thermal signatures of turbulent airflows interacting with evaporating thin porous surfaces. International journal of Heat and Mass Transfer 87. 2015.
- Hitchin, R. et Knight, I. Daily energy consumption signatures and control charts for air-conditioned buildings. Energy and Buildings 112, 2016.
- Jacobsen, F.R. Energy signature and energy monitoring in building energy management systems. Vol 3. Energy Management CLIMA 2000.
- Kalz, D.E. Pfafferott, J. et Herkel, S. Building signatures: A holistic approach of the evaluation of heating and cooling concepts. Building and Environment 45. 2010.
- Le Moigne, J.L. La modélisation des systèmes complexes. Afcet Systèmes. Dunod, 1995.
- Morin, E. Introduction à la pensée complexe. Ed. Points, Paris, 2007
- Rabl, A. et Rialhe, A. Energy signature models for commercial buildings: test with measured data and interpretation. Energy and buildings, 19, 1992.
- Rosnay, de J. Le microscope, vers une vision globale. Seuil, Paris, 1975.
- Richalet, V. Caractérisation énergétique des bâtiments sur site. Identification de modèles dynamiques. Méthodes de signature énergétique. Thèse Institut polytechnique de Grenoble, 1991.
- Ville de Genève. La signature énergétique. Echo Energie. Ville de Genève Service de l'énergie. Numéro test, octobre 2002.