

De l'intérêt pratique de considérer l'énergie électrique comme un bien culturel : Vers une longue traîne énergétique

Draft

François Pachet, SONY CSL

1 Introduction

1.1 *L'énergie secondaire comme bien culturel*

Aujourd'hui de nouveaux enjeux apparaissent concernant la création, le partage, la distribution de l'énergie électrique. Pour les affronter efficacement, il faut sans doute considérer l'énergie autrement que de la manière traditionnelle, c'est à dire avec le point de vue du physicien, ou de l'ingénieur électromécanicien : il faut porter plus d'attention à l'énergie, à la manière dont elle est utilisée par chacun, et par les réseaux de distribution. De quelle manière ?

L'opposition traditionnelle nature / culture repose sur l'idée de transformation humaine: à partir du moment où une transformation effectuée par l'homme est opérée sur un objet, celui-ci devient *de facto* culturel : ainsi, la pomme du pommier est-elle un objet naturel, mais la compote, confectionnée à partir de pommes, de sucre, de cannelle (importée de Madagascar) et cuite dans une casserole au dessus d'un feu alimenté par le gaz de ville n'est plus un objet naturel. Elle rejoint la catégorie des plats cuisinés, et entre ainsi comme élément de notre culture.

Cette distinction est évidemment discutable (le pommier pourrait être artificiellement planté, traité, modifié, etc.), mais elle semble avoir beaucoup d'importance dans la société moderne, qui accorde une valeur grandissante à la préservation de sa culture. En particulier, les objets artistiques (tableaux, musique, littérature, etc.) sont l'objet de toutes les attentions. On construit des musées pour les préserver, des centres d'archives pour les stocker. Dans l'échelle de nos valeurs ce que l'homme transforme ou fabrique est placé bien au-dessus des « matières premières » produites par la nature.

On peut, dans ce contexte, envisager l'énergie électrique de la même manière : on distingue en effet traditionnellement, là aussi, les énergies primaires, brutes, « naturelles », comme l'énergie hydraulique, éolienne ou nucléaire, des énergies secondaires, résultat d'une transformation des énergies primaires en formes plus directement utilisables par l'homme, comme l'électricité que l'on trouve au bout de nos prises de courant. Dans la mesure où les transformations opérées sur les énergies primaires sont réalisées par l'homme, grâce à un savoir-faire (technique, scientifique) considérable, on peut alors légitimement considérer les énergies secondaires comme des biens culturels : l'électricité est au vent ce que la compote est à la pomme...

Et alors ? L'intérêt de considérer l'énergie comme un bien culturel n'est pas uniquement philosophique. A une époque où l'on cherche à rationaliser l'usage de l'énergie à l'échelle planétaire, nous avons besoin de considérer d'autres manières de concevoir l'énergie, de la distribuer, la conserver, la partager, et de l'utiliser. En considérant l'énergie comme un bien culturel, nous pouvons nous inspirer de ce que l'industrie de la culture a fait, et est en train de faire, pour assurer sa propre transition vers le numérique. Nous voulons montrer ici que cette

analogie n'est pas superficielle, et que l'on peut revisiter un certain nombre d'avancées technologiques en essayant de les transposer au monde de l'énergie.

1.2 Vers une longue traîne énergétique

En particulier, une des réussites récentes de l'industrie de la culture est d'avoir montré que l'on pouvait passer d'un modèle économique en entonnoir à un modèle dit à « longue traîne » (*long tail*, Anderson, 2004). Dans le modèle en entonnoir, l'essentiel des revenus est produit par un petit nombre de sources : dans l'industrie de la musique par exemple, les ventes de « hits » assurent l'essentiel des revenus, et le reste du catalogue (back catalogue) n'est pratiquement pas rentable en soi. Aujourd'hui, on observe un phénomène inverse : 50% des livres vendus sur Amazon constituent environ 50% des revenus. De même, sur I-tunes, la courbe de l'histogramme des ventes s'allonge notablement par rapport aux schémas traditionnels des magasins de disques. Cette longue traîne a à la fois un avantage économique (vendre plus de titres, en moindre quantité) et un avantage « culturel » : elle permet tout simplement d'exploiter de manière plus équilibrée l'ensemble des biens disponibles et ainsi de contrebalancer les effets pervers bien connus des systèmes de « hits ».

Peut-on transposer ce concept de *longue traîne* au domaine de l'énergie ? C'est-à-dire, peut concevoir un schéma de distribution dans lequel une partie importante de l'énergie serait produite par de nombreuses sources de taille négligeable devant les sources principales (comme le réseau national) ? L'intérêt d'une telle longue traîne serait multiple :

- Exploiter les micro sources d'énergie, qui sont appelées à se multiplier dans les années à venir
- Faire baisser la charge des réseaux nationaux, qui utilisent des moyens de production lourds, parfois générateurs de gaz à effets de serre (thermique), ou à base d'énergies non renouvelables (nucléaire). En multipliant les micro-baisses de charges, on peut ainsi obtenir des répercussions significatives sur l'ensemble du réseau national (fermetures de stations).

Comment réaliser, en pratique, une longue traîne énergétique ? Il faut pour cela plusieurs ingrédients : d'une part construire un réseau de distribution dans lequel on peut réifier l'énergie, c'est à dire la considérer comme un objet, représenté par des propriétés sur lesquelles on pourra raisonner : l'équivalent énergétique du fichier mp3. Ce réseau permettra de faire circuler à la fois de l'énergie, mais aussi des informations concernant les transferts d'énergie. De telles formes de réseaux sont en cours développement à Sony CSL. Nous les appelons PI-network (PI = Power Information). Ils constituent notre infrastructure. Il faut d'autre part spécifier quelles informations nous ferons alors circuler : déterminer une sorte d'équivalent des métadonnées pour la musique, les vidéos, pour l'électricité. Il faut enfin décrire comment ces métadonnées peuvent être diffusées et exploiter pour réaliser les économies permettant d'envisager une longue traîne. Ces divers aspects sont décrits dans les sections suivantes.

2 PI networks

3 Réifier l'énergie ?

Le préalable à toute représentation est l'acte de réification. Celui-ci consiste à décider de « faire de quelque chose un objet », de le considérer comme représentant d'un concept, auquel on pourra alors greffer des propriétés, des informations ou des connaissances diverses. Cet acte n'a rien d'anodin, et, comme le souligne (Perrot, 2006), il ne traduit pas forcément la réalité de manière fidèle : certaines choses se réifient bien, notamment les objets tangibles du

sens commun, tandis que d'autres posent de véritables problèmes métaphysiques, comme certains objets mathématiques (les points) ou plus généralement ce qui relève du monde des idées.

Le cas de l'énergie est un peu particulier : ce n'est pas un objet tangible, mais pas non plus une chose véritablement abstraite ou idéale. L'énergie tombe en première approximation dans la catégorie des « substances », dans le sens astucieux de Douglas Lenat. Celui-ci, pionnier de l'« ingénierie ontologique », distingue en effet deux catégories fondamentales d'objets, à la racine de son système de représentation de sens commun Cyc (Lenat and Guha, 1990): les « individus » et les « substances ». Si cette distinction, ici encore, est ancienne (mais distincte de la notion de substance d'Aristote, Cf. Aristote, Wikipedia), Lenat lui donne une définition opératoire particulièrement claire. Les substances ont ceci de différent des individus qu'elles sont résistantes au découpage : un « morceau » d'une substance est toujours la même substance (un peu de compote, c'est toujours de la compote). Au contraire, un morceau de pomme n'est pas (n'est plus) une pomme (ca peut être un quartier). Il faut noter que dans la théorie de Lenat, les concepts de *Substance* et d'*Objet Individuel* sont co-extensionnels, i.e. tout objet individuel peut être considéré comme une substance (la substance de la pomme), et inversement (cette compote de pomme-ci est un objet individuel).

On peut considérer l'énergie électrique, dans cette vision, comme une substance : l'électricité est, physiquement, un flux d'électron, divisible quasiment à l'infini. Cependant nous ne intéressons ici pas uniquement à l'énergie comme phénomène, mais plutôt aux transferts d'énergie. Ceux-ci sont singuliers, d'un point à un autre et ont lieu dans un temps déterminé. Dans ce cas, un transfert revêt plutôt un statut d'objet individuel, doté par exemple d'une date de début et de fin, d'une quantité transférée, d'une source et d'une destination, etc. En tant qu'objet individuel, le transfert d'énergie peut alors facilement être le support de tout un tas d'informations et connaissances, et plus généralement, à l'instar des objets du multimédia, de *métadonnées*.

4 Des métadonnées sur l'énergie

Si l'énergie électrique, ou plus exactement, les transferts d'énergie peuvent être réifiés, on peut alors commencer à les *décrire* et dérouler la panoplie des techniques de représentation de connaissances.

Décrire pourquoi faire ? De quelles descriptions s'agit-il ? De même que la musique, les vidéos, les textes sont aujourd'hui le support de nombreuses métadonnées, dédiées à la description de ces biens culturels pour faciliter leur distribution (Pachet, 2004; 2005), on peut envisager toute une série d'informations portant sur les transferts d'énergie, qui permettront leur tour d'envisager de nouveaux modes de distribution. On distingue ici deux types de métadonnées : celles-décrivant les sources d'énergie, et celles décrivant les consommateurs d'énergie.

4.1 Métadonnées de production

- Informations à caractère physique

Ce sont les traditionnelles quantités physiques décrivant le flux lui-même : tension, ampérage, éventuellement phase. L'équivalent des « bit rate » des fichiers mp3 ou mpeg.

- Informations éditoriales

Ce sont des informations produites par les appareils terminaux, comme par exemple la nature de l'énergie (fossile, renouvelable), la quantité d'émission polluante ou de gaz à effet de serre.

- Informations « signal »

Ce sont des informations qui sont extraites d'une analyse du signal électrique lui-même : évolution temporelle, stabilité, pertes, sûreté.

- Informations à caractère juridique

L'équivalent des DRM pour l'industrie des contenus : informations de coût (de production, de maintien, de transfert)

- Préférences

Enfin, des informations à caractère subjectif, préférences individuelles ou communautaires, voire informations de « genre ».

4.2 *Métadonnées de consommation*

Les métadonnées sur l'électricité peuvent aussi être produites par les appareils *consommant* cette énergie. Elles peuvent alors indiquer la nature de la consommation, son usage, mais aussi éventuellement des informations à caractère prédictif (usage futur à court terme). Nous illustrons ce point dans les scénarii ci-dessous.

4.3 *Scénarii*

1 – Prendre en compte la nature des sources d'énergie du réseau national

En France, la majeure partie de l'électricité provient de centrales nucléaires. Celles-ci produisent 78% de la demande. Le reste de l'énergie est produite par des centrales diverses : hydro-électriques, éoliennes et thermiques. Cette variété provient de la nature variable de la charge nationale, notamment de l'existence de « pics » d'activité (le matin et le soir). Ces pics ne peuvent être satisfaits par l'énergie nucléaire uniquement, dont la production ne peut varier aussi rapidement pour des raisons techniques. Par ailleurs, la nature de l'électricité dépend aussi de la localisation dans le réseau de distribution d'EDF: les habitants des Alpes utilisent probablement plus d'énergie hydro-électrique que ceux de l'Île de France.

Si l'électricité acheminée est accompagnée de métadonnées spécifiant la nature de la production (nucléaire, hydro-électrique, thermique) on peut alors concevoir des brokers qui décident d'utiliser telle ou telle source d'énergie dans un réseau local (PI-network) en fonction de ce critère, et en temps-réel.

Par exemple, une télévision en fonctionnement continu pourrait utiliser entre l'électricité produite par le réseau, tant que celle-ci est « nucléaire » ou « hydro-électrique », pour des raisons écologiques, et switcher automatiquement à une autre source dès que celle-ci devient « thermique ». On peut aisément concevoir que la généralisation de ce mécanisme dans les foyers pourrait influencer la demande, et conduire à un lissage de la courbe de charge, qui lui-même pourrait conduire à la diminution d'activité des centrales non désirées (e.g. thermiques).

2 – Exploiter les métadonnées de consommation

- Un appareil électrique (une télévision par exemple) peut transmettre une métadonnée indiquant qu'il est en *mode* « veille » ou bien actif. Le mode « veille » peut signifier par exemple qu'une perte de courant est moins grave qu'en mode actif.
- Un appareil (tel qu'un mini aspirateur de cuisine) qui est systématiquement posé sur un socle rechargeur peut transmettre une information sur son état indiquant que la batterie interne est rechargée. Cette information peut être utilisée par un broker pour simplement arrêter le courant, et ainsi diminuer une recharge continue inutile et coûteuse. Ce même appareil peut, une fois chargé, continuer à émettre des métadonnées indiquant la décharge progressive de la batterie. Le même broker peut alors décider, si la décharge est trop importante, de fournir à nouveau du courant à l'appareil.
- De manière générale, un transformateur branché mais non utilisé peut transmettre cette information sur le réseau, et celle-ci peut alors être transmise à l'utilisateur sous la

forme de suggestions ou affichages divers. De même pour un lecteur multimédia (CD, DVD, chaîne, etc.) branché mais non utilisé.

- Une machine à laver peut transmettre une métadonnée indiquant son état, mais aussi l'heure à laquelle elle est *programmée* pour démarrer. Cette information peut être utilisée par un broker pour ordonnancer une charge de manière optimale.
- Un appareil tel qu'une ampoule d'éclairage peut transmettre des métadonnées indiquant la part d'électricité effectivement convertie en lumière et/ou en chaleur, ainsi que des informations sur son *vieillesse* et donc sur son efficacité. Un broker peut automatiquement et (facilement) détecter des pertes importantes, et suggérer alors son remplacement, via une interface spécialisée (éventuellement sur un appareil séparé, comme un petit moniteur).

Notons que ces diverses optimisations pourraient bien sur être intégrées aux appareils eux-mêmes. Mais il est bien plus simple de déléguer cette tâche à un broker, qui, en disposant de ces informations provenant de tous les *devices* du sous-réseau, pourra produire des raisonnements globaux, à l'échelle du réseau, ce que ne peut pas faire un appareil isolé.

5 Mécanismes

6 Conclusion

Considérer l'énergie secondaire (l'électricité en l'occurrence) comme un bien culturel a un intérêt pratique clair : cela permet de s'inspirer de certaines *success stories* de l'industrie de la culture numérique pour les transposer dans le domaine énergétique. En particulier, la notion de « longue traîne » maintenant bien établie et observée, peut être transposée au domaine de l'électricité. Nous proposons de réaliser cette transposition en développant, toujours de manière parallèle à l'industrie de la culture numérique, la notion de métadonnée énergétique. Ces métadonnées sont transmises en même temps que les flux énergétiques dans un réseau appelé Pi-network et développé par ailleurs. Nous étendons la notion traditionnelle rencontrée par exemple dans le domaine de la vidéo/musique, en considérant aussi les métadonnées produites par les consommateurs (et pas uniquement les sources, comme dans le multimédia). En faisant circuler de telles informations de haut-niveau sur la nature et l'usage des sources d'énergie, on peut envisager que le réseau, via des brokers spécialisés, produise des raisonnements globaux, du moins à l'échelle d'un réseau personnel comme un PI-network, permettant ainsi d'envisager des économies locales, et/ou des baisses de charge des sources principales d'énergie. En ce sens, on peut espérer produire un phénomène de « longue traîne » énergétique.

7 Références

Anderson, C. The long tail, Wired, Oct. 2004.

Douglas B. Lenat and R.V. Guha. Building Large Knowledge Based Systems. Reading, Massachusetts: Addison Wesley, 1990.

Pachet, F. [Les nouveaux enjeux de la réification](#). L'Objet, 10(4), 2004

Pachet, F. Knowledge Management and Musical Metadata, in Encyclopedia of Knowledge Management, Schwartz, D. Ed., Idea Group, 2005.