

Commission des Communautés Européennes

Maîtrise de la demande d'Electricité

Campagne de mesures par usage dans 400 logements de la Communauté Européenne

Evaluation des gisements d'économie d'électricité

PROJET EURECO

**PROGRAMME SAVE
CONTRAT N° 4.1031/Z/98-267**

Janvier 2002

**Extrait Thématique
Audiovisuel - Informatique**

ADEME
500, route des Lucioles
06560 Valbonne - France
Tél : +33- 4.93.95.79.35

CCE
Estrada de Alfragide, Praceta 1
2720 Alfragide - Portugal
Tél : +351 1 472.28.00

CRES
19th km Marathon Avenue
19009 Pikermi - Grèce
Tél : +30 1 603.99.00

Odense Elforsyning Net A/S
Klosterbakken 12
5100 Odense C - Danemark
Tél : +45 66.14.88.14
sous traitant

Polytecnico di Milano
Piazza Leonardo da Vinci 32
20133 Milano - Italie
Tél : +39 02.23.99.38.70

Servizi Territorio
Via Garibaldi 21
20092 Cinisello Balsamo (MI) - Italie
Tél : +39 02.61.25.677

ENERTECH
Proposant principal
Chef de projet
26160 Félines/Rimandoule - France
Tél : +33- 4 75 90 18 54

Préambule de l'extrait thématique

Le présent document est un extrait du Rapport final du projet Eureco qui peut être consulté dans son intégralité sur le site [http ://perso.club-internet.fr/sidler](http://perso.club-internet.fr/sidler).

Les différents extraits thématiques publiés sont :

- Le froid ménager
- Les appareils de lavage et de séchage
- L'éclairage
- L'audiovisuel et l'informatique
- Les veilles
- L'évaluation des gisements potentiels d'économie

Dans chaque extrait thématique on trouvera également les généralités (enjeux, objectifs, partenaires, méthodologie,...) du projet Eureco.

NB : la numérotation des pages de l'extrait thématique correspond à celle du document intégral.

TABLE DES MATIERES de l'extrait thématique

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

1 - LES ENJEUX ET LES OBJECTIFS DU PROJET EURECO	7
1.1 Le contexte	7
1.2 Rappel des résultats du projet <i>Ecodrôme</i>	7
1.3 Les objectifs du projet <i>Euréco</i>	10
2 - LES PARTENAIRES	12
2.1 Les partenaires opérationnels	12
2.2 Les partenaires financiers	12
3 - METHODOLOGIE GENERALE ET MOYENS	13
3.1 Description de la méthode générale	13
3.1.1 Généralités	13
3.1.2 Caractéristiques générales des campagnes de mesure	13
3.2 Les moyens de mesure	15
3.2.1 Le système de mesure Diace	15
3.2.2 Le lampemètre	16
3.3 Le traitement des données	16
3.4 Description des échantillons	17
3.4.1 Répartition entre appartements et villas	17
3.4.2 Nombre d'habitants par logement	18
3.4.3 Taille des logements	18
3.4.4 Consommation annuelle d'électricité en 1999 (avant la campagne)	19
3.4.5 Type de tarification électrique	21
3.4.6 Type d'alimentation mono ou triphasée	21
3.4.7 Caractéristiques de la production d'eau chaude sanitaire	21

SECONDE PARTIE : RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE

8 - L'AUDIOVISUEL	178
8.1 Description du matériel suivi	178
8.2 Puissances appelées	179
8.3 Consommation annuelle	182
8.4 Courbe de charge horaire	186
8.5 Consommation de veille	188
8.6 Les téléviseurs	194
8.6.1 Puissance appelée	194
8.6.2 Consommation annualisée	194

8.6.3 Structure de la courbe de charge horaire	197
8.6.4 Etude des veilles	197
8.6.5 Caractéristiques générales	200
8.7 Le magnétoscope	201
8.7.1 Puissance maximale appelée	201
8.7.2 Consommation annualisée	202
8.7.3 Structure de la courbe de charge horaire	203
8.7.4 Caractéristiques générales	204
9 - L'INFORMATIQUE	205
9.1 Description du matériel suivi	205
9.2 Puissances appelées	205
9.3 Consommation annuelle	209
9.4 Consommation de veille	212
9.5 Courbe de charge horaire	215
9.6 Caractéristiques complémentaires	218

Première partie : Généralités

CHAPITRE 1 : LES ENJEUX ET LES OBJECTIFS DU PROJET EURECO

1-1 LE CONTEXTE

Le champ d'investigation du projet **Euréco** est la maîtrise de la demande des usages spécifiques de l'Electricité dans le secteur résidentiel. Ces usages occupent une part de plus en plus importante dans les bilans énergétiques des états de la communauté européenne, et leur impact en terme de nuisances environnementales (rejets de CO₂, déchets radioactifs), nécessite des actions rapides.

Il a été démontré depuis longtemps que l'on pouvait réduire les consommations d'électricité des ménages sans modifier le niveau de service rendu ni le confort. Une première démonstration avait été effectuée de 1995 à 1997 en France avec le projet **Ecodrôme** conduit par le cabinet SIDLER (devenu ENERTECH) et financé par la Communauté Européenne (contrat n° 4.1031/S/94-093) et l'ADEME (Agence Française de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie). Les résultats de ce projet avaient montré que l'on pouvait économiser 40 % des usages spécifiques de l'électricité des logements en utilisant des appareils performants. A l'échelle d'un logement, 1.200 kWh/an avait été économisés. En se risquant à des extrapolations nationales (françaises) et européennes à partir de cette valeur, on est conduit à des gisements d'économie de 26 TWh/an en France et de 180 TWh pour l'Europe, cette dernière valeur représentant la consommation annuelle totale d'électricité de l'Italie.

L'objectif assigné au projet **Euréco** est de vérifier si les conclusions d'**Ecodrôme** sont les mêmes dans les autres pays de la Communauté Européenne.

1-2 RAPPEL DES RESULTATS DU PROJET ECODROME

Le projet **Ecodrôme** (voir ref(1)) a cherché à évaluer le gisement d'économie uniquement à partir de campagnes de mesure, sans procéder à aucune évaluation théorique. Pour cela, on a instrumenté l'ensemble des usages spécifiques de l'électricité dans vingt logements, y compris les départs des circuits lumière. Cette première campagne de mesure a duré une année. Elle a permis de déterminer avec précision les caractéristiques de fonctionnement des différents types d'appareils en place, et notamment leur consommation annuelle. Elle a aussi permis de reconstituer la courbe de charge en précisant le poids de chacun des usages. La figure 1.1 représente la structure de la courbe de charge à 20h.

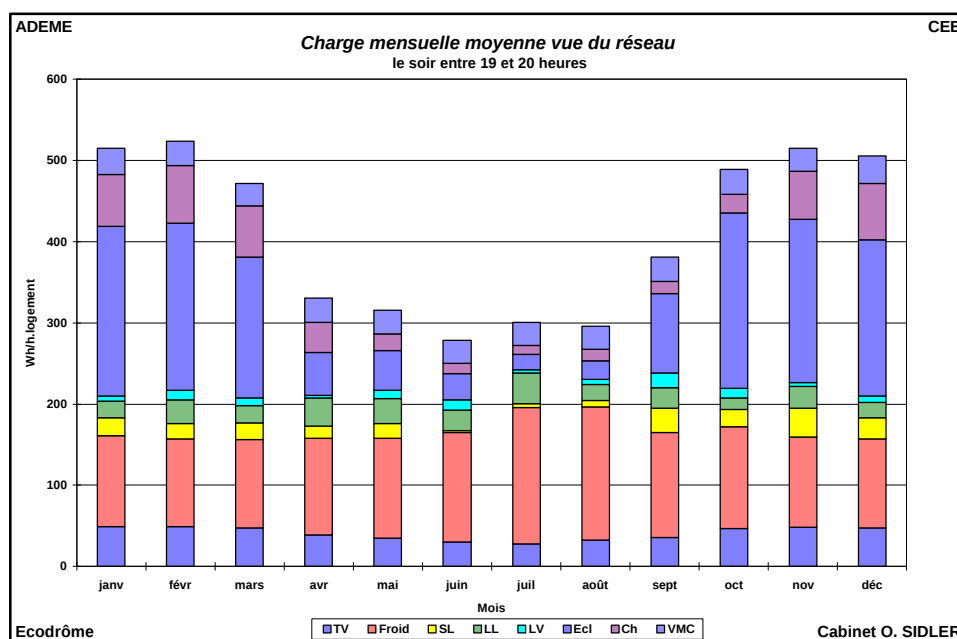


Figure 1.1 : charge mensuelle moyenne vue du réseau entre 19 et 20 heures (projet Ecodrôme)

A la fin de cette première année, l'ensemble des appareils électriques en place a été remplacé par des appareils performants de classe énergétique A, l'éclairage a été assuré par des ampoules fluocompactes et le circulateur des chaudières a été asservi au thermostat d'ambiance. Les mesures ont été reconduites pour une seconde année. Les principaux résultats observés ont été les suivants :

- les appareils de production de froid ont permis de diviser par 3,2 les consommations de la première année. Par foyer l'économie moyenne mesurée a été de 723 kWh/an,
- les lampes basse consommation ont permis de diviser par 4,0 la consommation initiale du poste éclairage. En incluant les lampes sur prises de courant, les économies annuelles ont été de 340 kWh,
- pour les chaudières dont le circulateur a été asservi au thermostat d'ambiance, la consommation initiale d'électricité a été divisée par 3,6. Economie: 227 kWh/an,
- la consommation des lave-linge performants a permis de diviser par 1,39 la consommation initiale. Economie : 70 kWh/an/logement,
- division par 1,38 pour les sèche-linge, mais là il faut signaler que l'on avait couplé le changement des sèche-linge avec des lave-linge à essorage très rapide (1300 t/min),
- l'économie globale brute moyenne a été de **1192 kWh/an** soit un gain de 38,4 %. Il faut signaler que les veilles n'ont en général pas été supprimées la seconde année, ce qui accroît encore le gisement d'économie potentielle. Mais il est intéressant de noter que 85 % des économies ont été obtenues avec seulement trois dispositions : le changement des appareils de froid et des ampoules, l'asservissement du circulateur des chaudières au thermostat d'ambiance,
- la puissance appelée des usages spécifiques de l'électricité a été réduite en moyenne de 50% sur l'ensemble de l'année. La figure 1.2 représente la structure de la courbe de charge à l'heure de pointe du soir. Elle montre que toute l'année cette puissance a été divisée par un facteur 2. L'usage des appareils performants apparaît donc comme un excellent moyen d'agir sur la gestion des pointes à l'échelle d'un territoire, même de petite taille.

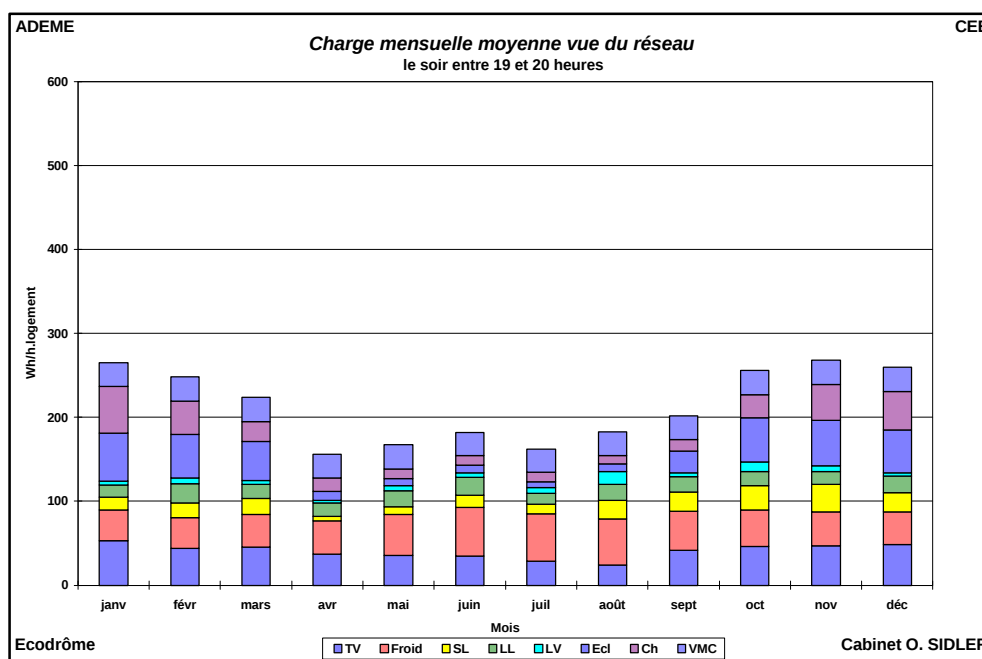


Figure 1.2 : charge mensuelle moyenne vue du réseau entre 19 et 20 heures avec appareils performants (projet Ecodrôme)

Le projet **Ecodrôme** faisait donc apparaître que la MDE des usages spécifiques de l'électricité dans le secteur résidentiel est à la fois un formidable gisement d'économie et un outil très efficace de gestion des pointes. Mais ces résultats étaient-ils utilisables dans les autres pays d'Europe ?

A l'échelle française, une seconde évaluation des gisements d'économie disponibles dans les logements par utilisation de matériels performants a été conduite récemment par ENERTECH (voir réf (2)) à Montreuil en proche banlieue parisienne. Cinquante logements ont été analysés mais de façon beaucoup plus légère, au moyen de la mesure des consommations des appareils de froid, des consommations de veille des appareils, et de la puissance absorbée par les différents régimes de fonctionnement des chaudières au gaz. Les gisements d'économie n'ont porté que sur les quatre dispositions suivantes les plus productives :

- remplacement de tous les appareils de froid par des appareils de classe A,
- remplacement de toutes les ampoules par des LBC,
- suppression de 90 % des veilles,
- asservissement des chaudières au thermostat d'ambiance.

L'économie par logement a été de 1334 kWh/an soit 43 % de la consommation des logements. La figure 1.3 compare les économies observées dans **Ecodrôme** et estimées dans le projet de Montreuil. Les résultats du projet **Ecodrôme** sont confirmés, mais la répartition des économies n'est pas tout à fait la même : le poste froid présente un gisement plus faible (ce qui peut s'expliquer par la transformation du parc entre 1996 (date du projet **Ecodrôme**) et 2000 (date du projet de Montreuil), transformation induite par la pénétration de l'étiquette énergie et de la réglementation sur la consommation des appareils), l'éclairage un gisement plus important. Mais il y a aussi l'apparition d'un gisement de veille qui n'existait pas dans le projet **Ecodrôme** et dont l'importance devrait être confirmée, notamment par le présent projet.

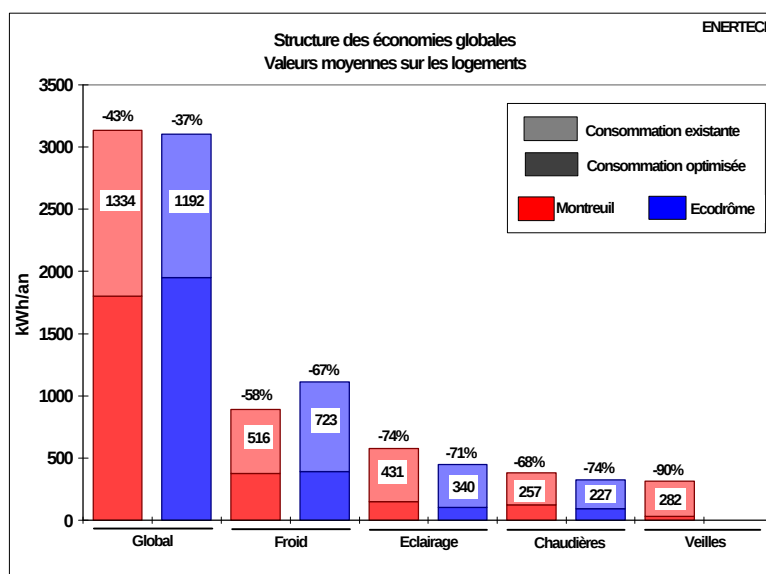


Figure1.3 : comparaison des économies obtenues par utilisation d'appareils électroménagers performants dans le projet Ecodrôme et sur l'opération de Montreuil (France)

1-3 LES OBJECTIFS DU PROJET EURECO

L'objectif de cette étude est donc de confirmer les résultats acquis en France. Mais la méthode utilisée dans **Ecodrôme** était trop lourde, trop longue et trop coûteuse pour être reproduite dans plusieurs pays. Le projet **Euréco** doit mettre en oeuvre une méthodologie qui tienne compte de ces impératifs imposés par la Commission des Communautés Européennes.

La méthode adoptée (voir description au § 3.1) est basée sur une très grande campagne de mesure par usages dans quatre pays de la Communauté Européenne. Cette campagne a pour premier objectif de décrire très précisément l'état et la structure des consommations d'électricité à usage spécifique dans le secteur résidentiel de chacun des pays choisis. Ce premier objectif d'**Euréco** doit se concrétiser par la production d'informations de référence à l'échelle européenne qui permettront à toutes les équipes de chercheurs, à tous les organismes faisant de la modélisation et des prévisions de consommations, d'asseoir leurs travaux sur des bases saines et des données fiables. Il n'y a pas d'action pertinente qui puisse faire l'économie d'une analyse précise de la situation initiale. Le projet **Euréco** se donne pour première mission de décrire avec le plus de rigueur possible l'état des consommations électrodomestiques dans les pays ayant fait l'objet de suivi. L'approche descriptive est une des contributions les plus importantes de ce projet.

Le second objectif d'**Euréco** est de faire émerger certaines tendances nouvelles, ou certaines consommations encore mal appréhendées ou mal définies, qui pourraient présenter un enjeu important dans un futur proche. **Euréco** se veut être un guetteur susceptible d'évaluer et d'anticiper des tendances dominantes dans l'avenir.

Enfin, le troisième objectif d'**Euréco** est d'évaluer les gisements d'économie mobilisables dans les logements par substitution des appareils en place par des appareils

performants, et de confirmer les résultats d'**Ecodrôme**. Au-delà de cette confirmation, il serait intéressant également de pouvoir fournir quelques outils d'aide à la décision afin de mieux quantifier l'impact énergétique de telle ou telle mesure sur les gisements d'économie. A titre

d'exemple, combien d'ampoules faut-il changer dans un logement pour accéder à 80 % du gisement d'économie de l'éclairage ?

Parmi les usages électrodomestiques, les consommations de veille occupent une place un peu particulière parce qu'elles ne sont pas, à l'heure actuelle, génératrices d'un service rendu. Ces consommations apparaissent comme des consommations inutiles et probablement en grande partie évitables, généralement pour un coût relativement modeste. Cet aspect, qui n'avait pas du tout été abordé dans le projet **Ecodrôme** a paru essentiel, d'autant plus que le développement des consommations de veille semble exponentiel et que leur part dans la consommation électrique des ménages croît de façon inquiétante (en 2000, ENERTECH a mesuré une puissance de veille de 117 W dans un logement social, représentant 1.025 kWh/an). Les veilles ont donc fait l'objet d'une investigation lourde afin, là aussi, de définir avec le plus de précision possible la nature et l'ampleur des consommations induites. L'analyse du fonctionnement en veille des appareils en place a été conduite avec une grande finesse et il a même été créé une base de données spécifique contenant les caractéristiques en veille des principaux appareils. Cette base de données a fait l'objet d'une analyse détaillée pour les appareils européens présentant les niveaux de veille les plus importants. Elle complète, à l'échelle européenne, une première étude assez exhaustive conduite en France par le Cabinet SIDLER (voir réf (3)).

Enfin, le projet **Ecodrôme** avait suivi l'ensemble des circuits lumière à partir du tableau d'abonné mais n'avait pas pu suivre la consommation des lampes placées sur prises de courant. On ne disposait donc que d'une valeur partielle de la consommation d'éclairage, et on n'avait aucune indication sur la répartition de cette consommation entre les différentes pièces et les différents foyers lumineux des logements. Grâce au développement du lampemètre par ENERTECH, il a été possible dans le projet **Euréco** d'instrumenter de façon individuelle tous les foyers lumineux de chaque logement. Ceci a permis une approche très fine des consommations d'éclairage, et par voie de conséquence de l'analyse des solutions performantes. Il faut signaler que cet aspect métrologique est une innovation apportée en cours d'exécution puisqu'à l'origine l'éclairage devait être abordé dans **Euréco** comme dans **Ecodrôme**. L'analyse très détaillée qui en résulte (voir chapitre 7) ne pouvait donc figurer, à l'origine, dans les objectifs du projet, mais elle constitue aujourd'hui l'un des points les plus intéressants de la présente étude car elle est, à notre connaissance, la première approche exhaustive de l'analyse des consommations d'éclairage dans les logements en Europe et probablement au monde ■

CHAPITRE 2 : LES PARTENAIRES

2-1 LES PARTENAIRES OPERATIONNELS

Le projet **Euréco** a associé cinq pays : le Danemark, la Grèce, l'Italie, le Portugal et la France. Les campagnes de mesure se sont déroulées dans les quatre premiers, et la France a eu en charge, du fait de son expérience, le traitement des données.

Les équipes opérationnelles dans chaque pays étaient :

■ Danemark : Odensee Elforsyning Net A/S représentée par Martin Thomsen et Birgitt Andersen. Cette équipe a eu en charge la totalité de l'instrumentation des logements,

■ Grèce : le CRES a réuni le Dr Koras, G. Markogiannakis, C. Lerta, C. Dimosthenous qui ont assuré la conception et l'instrumentation en Grèce,

■ Italie : l'équipe de Servizi Territorio autour de F. Agostinelli a assuré l'instrumentation avec la collaboration du Politecnico di Milano (Pr Pagliano, A. Pindar, F. Di Andréa, G. Ruggieri) qui a été également associé au traitement des données (chapitre 10),

■ Portugal : l'AGEEN (anciennement CCE) avec N. Paiva, J. Matias, et P. Lima ont assuré l'instrumentation et une partie de l'analyse des données (questionnaires),

■ France : l'équipe d'ENERTECH a mobilisé M. Dupret, J.P. Zimmermann, J. Lemoine, P. Fristot et O. Sidler pour assurer les missions de pilotage général, coordination, aide à l'instrumentation, traitement général et valorisation des données.

2-2 LES PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet n'aurait pu voir le jour s'il n'avait reçu l'assistance financière d'organismes ou la participation en autofinancement de sociétés qui ont pris une part active au projet :

- la Commission des Communautés Européennes,
- la société danoise Odensee Elforsyning Net A/S,
- l'Agence française de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)
- le Ministère grec du Développement,
- le Ministero dell'Ambiente et le Comitato Nazionale per le Celebrazioni Voltiane,
- Electricité du Portugal (EDP) et ERSE (Entidade Reguladora do Sector Electrico).

CHAPITRE 3 : METHODOLOGIE GENERALE ET MOYENS

3-1 DESCRIPTION DE LA METHODE GENERALE

3.1.1 GENERALITES

L'évaluation des gisements d'économie ne pouvait pas être envisagée, comme dans le projet *Ecodrôme*, par substitution d'appareils performants aux appareils en place. Cette procédure idéale pour la qualité des résultats était trop coûteuse et trop longue à mettre en œuvre. La méthode adoptée s'appuie sur des campagnes de mesure visant à décrire le mieux possible le comportement des appareils existant, notamment leur consommation annuelle, puis par des algorithmes ou des simulations, à définir le niveau de consommation des appareils performants placés dans les mêmes conditions d'exploitation, et par déduction, le gisement d'économie potentiel.

La méthode est donc basée sur les principes suivants :

- choisir 4 pays qui, avec la France, permettront de donner une assez bonne représentation des différentes configuration européenne nationale : les pays choisis et participant avec la France à ce projet sont le Danemark, la Grèce, l'Italie et le Portugal. On peut regretter une insuffisance de représentation des pays du nord de l'Europe, mais il n'a pas été possible, pour différentes raisons, de s'associer à un partenaire anglais ou allemand,

- conduire dans chacun des quatre pays une campagne de mesure sur l'ensemble des appareils ménagers susceptibles d'être remplacés par des appareils plus performants, et dont le niveau de consommation annuelle est significatif,

- analyser les données obtenues et déterminer par simulation les gisements d'économie qui seraient acquis avec des matériels performants ou des pratiques différentes. Cette méthode est applicable à l'éclairage, à l'analyse des veilles,

- déterminer des règles, notamment pour les appareils de froid, qui permettent de déterminer, à partir des caractéristiques dimensionnelles et de fonctionnement des appareils existants, quelle serait la consommation des appareils de classe A placés dans les mêmes conditions.

3.1.2 CARACTERISTIQUES GENERALES DES CAMPAGNES DE MESURE

Dans chaque pays 100 logements ont été instrumentés. Le choix de ces logements n'a pas été fait pour avoir un échantillon représentatif de chacun des pays, mais plutôt pour disposer du grand nombre possible d'appareils à instrumenter afin d'avoir des bases de données les plus riches possibles pour chaque type d'appareils. Ce choix a conduit dans la pratique à placer les appareils de mesure dans des logements peu représentatifs à l'échelle nationale (voir détail dans le § 3.4).

La durée des campagnes de mesure a été de 1 mois dans chaque logement. Compte tenu du temps nécessaire à déplacer les mesureurs entre deux campagnes, cette durée devait

conduire à ce que l'on observe tous les types d'appareils pendant une année complète, ce qui était intéressant afin de disposer de l'influence de la saisonnalité. Le choix d'une durée d'un mois était un compromis : l'année complète aurait été idéale, mais trop chère et trop longue pour cette étude. Elle aurait aussi nécessité l'achat de 10 fois plus de mesureurs. En un mois, on peut s'affranchir, notamment pour le froid, des phénomènes perturbateurs localisés. L'équipe a donc jugé que cette période était un compromis acceptable.

Le pas de temps entre les mesures était de 10 minutes, ce qui fournit une finesse descriptive en général suffisante et limite la taille des bases de données.

Le choix des appareils suivis a également fait l'objet d'un compromis. Suivre tous les appareils sans distinction aurait coûté trop cher. Il fallait donc faire une sélection, compte tenu des objectifs assignés. Comme chaque pays ne disposait pas, pour des questions budgétaires, du même nombre de mesureurs, il a été décidé que l'instrumentation répondrait aux règles suivantes :

- liste des appareils à intrumenter obligatoirement (liste prioritaire) :
 - comptage général du logement,
 - tous les appareils de froid présents dans le logement, avec un mesureur pour chacun,
 - totalité des foyers d'éclairage (à raison d'un mesureur par point de commande),
 - sites audiovisuels. Le choix a été fait de ne pas chercher à suivre individuellement les différents appareils des sites audiovisuels, mais de donner une image globale du fonctionnement de ceux-ci. Les sites audiovisuels regroupent les TV, magnétoscopes, décodeurs, démodulateurs, chaînes HiFi et éventuellement antenne individuelle, etc.
 - le lave-linge.

Une sonde de température d'air ambiant devait obligatoirement être placée dans la pièce où se trouvait l'appareil de froid. Sa pose devait se faire de façon à n'être influencée par aucune source de chaleur extérieure (ni le condenseur de l'appareil, ni l'ensoleillement, ni un mur extérieur, etc). Dans la pratique, la qualité de cette mesure a parfois posé des problèmes.

La mesure ponctuelle des puissances de veille (par wattmètre portatif) de tous les appareils présents dans le logement devait être faite par les opérateurs.

- liste secondaire (à utiliser en fonction du nombre d'appareils de mesure disponibles) :
 - pompe de circulation des chaudières,
 - site informatique. Comme pour le site audiovisuel, on a fait le choix de suivre la totalité du site informatique plutôt que d'instrumenter individuellement les matériels. Ceci est essentiellement dû à une question budgétaire. Le site informatique inclut l'unité centrale, l'écran et l'ensemble des périphériques,
 - le lave-vaisselle.

Par ailleurs, et bien qu'**Euréco** ait pour objectif d'étudier uniquement la consommation des usages spécifiques de l'électricité, il a été accepté, à la demande de certains partenaires, de suivre des usages thermiques comme les chauffe-eau et les climatiseurs. Ces matériels ont fait l'objet d'une analyse des données qui figure au chapitre 10.

Enfin, chaque partenaires pouvaient, en fonction des mesureurs encore disponibles après avoir respecté les éléments de ces deux listes, instrumenter librement d'autres appareils.

Dans chaque logement, les opérateurs devaient remplir un questionnaire portant sur l'ensemble des appareils électriques présents ainsi que sur leurs principales caractéristiques

(volume des appareils de froid, etc.). Un second questionnaire spécifique pour l'éclairage permettait de connaître avec précision l'ensemble des spécifications propres aux foyers lumineux présents dans chaque pièce (nature du foyer, puissance installée, nombre d'ampoules, etc.).

Chaque pays disposait d'un ensemble de dix systèmes de mesure permettant de suivre mensuellement 10 logements, ainsi que d'une station de collecte des données recevant chaque nuit les mesures effectuées la veille dans chaque logement (voir § suivant).

3-2 LES MOYENS DE MESURE

Pour résumer, l'ensemble des mesures mises en place porte sur :

- un comptage annuel général d'électricité aux bornes du logement,
- des mesures et comptages individuels d'électricité sur tous les appareils à suivre, au moyen du système Diace,
- le relevé des températures ambiantes dans les logements, toujours au moyen du système Diace,
- un dispositif spécial baptisé « lampemètre » pour le comptage individuel de chacun des foyers lumineux.

3.2.1 LE SYSTEME DE MESURE DIACE

Le système de mesures DIACE permet à la fois des mesures d'énergie (ou de température) et un transfert des données depuis les points de mesure jusqu'à un collecteur grâce à l'usage des courants porteurs. Ce collecteur est associé à un modem lui permettant chaque nuit de vider sa mémoire vers une station de saisie regroupant les données des différents sites expérimentaux. Ces sites étaient gérés par les équipes nationales. Le transfert depuis chaque pays vers la société Enertech en France où étaient traitées les données s'effectuait de façon hebdomadaire par Internet.

Ce dispositif est intéressant pour au moins trois raisons :

- la pose des appareils de mesures dans les logements est simple, discrète, et ne nécessite aucun fil de liaison qui aurait pu gêner les occupants,
- la collecte des données est entièrement automatique depuis les prises de mesures jusqu'à l'ordinateur. Un contrôle quotidien du bon déroulement reste nécessaire,
- il effectue non seulement la mesure de la consommation d'énergie, mais aussi celle de la puissance appelée et peut également transmettre, avec d'autres types de capteurs, des mesures de températures,

Les caractéristiques des différents composants sont les suivantes :

- **boîtiers de mesure** : leurs dimensions sont 11 x 4,5 x 7,0 (cm). Ils sont placés dans les logements entre l'alimentation du secteur et l'appareil que l'on désire suivre. Ces boîtiers assurent deux types de mesures :

* l'énergie - Elle est mesurée avec une précision de l'ordre de 2%. Mais l'appareil est limité en valeur inférieure à des puissances d'environ à 3 W. On doit considérer qu'en dessous de ce niveau de puissance le compteur d'énergie n'est pas incrémenté.

* la puissance - Elle est déterminée par la mesure sur dix secondes de la consommation d'énergie exprimée en watt. Cette valeur est mémorisée et remise à jour toutes les dix secondes. La précision est de +/- 5%.

- **sondes de température** : elles comprennent un capteur et un boîtier. Plage de mesure de -30 à +50°C avec résolution de 0,1°C. Erreur maximum de +/-0,3°C entre +15°C et +25°C. Le boîtier permet, par liaison DIN, de reprendre l'information du capteur et, à partir de son alimentation électrique, de communiquer par courants porteurs avec le concentrateur.

- le **concentrateur** : ses dimensions sont 19 x 12 x 4,5 (cm). Egalement placé dans le logement, à proximité du téléphone. Sa fonction est double. Toutes les dix minutes il interroge par courants porteurs chacune des prises compteuses placées sous son contrôle. Il regroupe ainsi toutes les données qu'il envoie ensuite pendant la nuit, via un modem, vers la station de saisie.

- la **station de saisie et l'ordinateur**. Placés à l'autre extrémité de la chaîne de mesures, ils permettent l'acquisition et le traitement quotidien des données.

Les mesures de tous les types (énergie, puissance, tension, température) sont effectuées toutes dix minutes rigoureusement au même instant, ce qui permet des analyses précises et cohérentes. Elles sont toutes transmises par courants porteurs. Les fichiers quotidiens regroupent toutes les dix minutes l'ensemble des mesures effectuées (énergie ou température).

3.2.2 LE LAMPEMETRE

Ce dispositif récemment développé par Enertech a permis une mesure de chacun des foyers lumineux de façon individuelle, plutôt qu'une mesure globale au tableau d'abonné.

Il s'agit d'un enregistreur autonome qui mémorise la durée de fonctionnement d'un point d'éclairage par périodes réglables de 1 minute à 1 h (dans le projet **Euréco** une période de 10 minutes a été choisie). Il mémorise également l'état (allumé ou éteint) de ce point lumineux à la fin de chaque période de mesure ainsi que le nombre total d'allumages effectués pendant la totalité de la période d'observation. Il comprend :

- un micro-contrôleur à très faible consommation électrique,
- une mémoire non volatile de forte capacité,
- une pile au lithium standard,
- un indicateur d'état de fonctionnement de l'appareil,
- échantillonnage à 1 % de la période de mesure (le lampemètre mémorise le pourcentage de durée d'allumage de la lampe avec une précision de 1 %),
- mesure du nombre total d'allumages et de la durée moyenne d'allumage.

3-3 LE TRAITEMENT DES DONNEES

Les données brutes une fois reçues par Enertech étaient alors passées au crible d'outils destinés à vérifier la cohérence des enregistrements transmis, retirer les codes d'erreur, éliminer les données incohérentes inévitables sur les opérations de terrain, notamment en secteur domestique. Elles étaient ensuite introduites en base de données. Ce travail de filtrage et de préparation est un travail très long et très minutieux. Mais il est nécessaire afin d'être certain que les données utilisées sont de bonne qualité, et surtout fiables. Le parti adopté a été d'éliminer de la base de données toute information peu fiable ou suspecte. Ceci explique pourquoi, sur les différents graphiques présentés dans ce rapport, le nombre d'éléments des échantillons ne sont jamais les mêmes : seule une partie des mesures a été utilisées dans chaque

cas. Par exemple les logements dont le comptage général a paru douteux (parce que la somme des consommations des usages était supérieure à l'index du comptage général) ont été éliminés de l'analyse sur la consommation générale. Mais ces logements ont été conservés lors de l'analyse des appareils domestiques.

Au total environ 30 millions de mesures d'énergie et 21 millions de mesures d'éclairage ont été collectées. Elles ont été placées dans deux bases de données distinctes, mais on a extrait de la base de données éclairage la somme, toutes les dix minutes, de la consommation de tous les foyers lumineux de chaque logement que l'on a réintroduit dans la base de données générales. Ceci a permis de faciliter les analyses, et notamment de fournir une approche très détaillée sur l'éclairage (voir chapitre 7).

Concernant le calcul des consommations, les appareils ont été caractérisés par leur consommation « annualisée » obtenue à partir de leur consommation sur la période d'observation annualisée au prorata de la durée de cette période. La caractérisation des matériels d'un même type a été obtenue en effectuant la moyenne des consommations des appareils du type observés au cours de l'année. En effet, on a admis que l'impact de la saisonnalité était pris en compte par la présence en chaque mois de l'année d'appareils du même type, en nombre sensiblement identiques.

3-4 DESCRIPTION DES ECHANTILLONS

3.4.1 REPARTITION ENTRE APPARTEMENTS ET VILLAS

La figure 3.1 représente la répartition entre appartements et villas dans les échantillons des 4 pays.

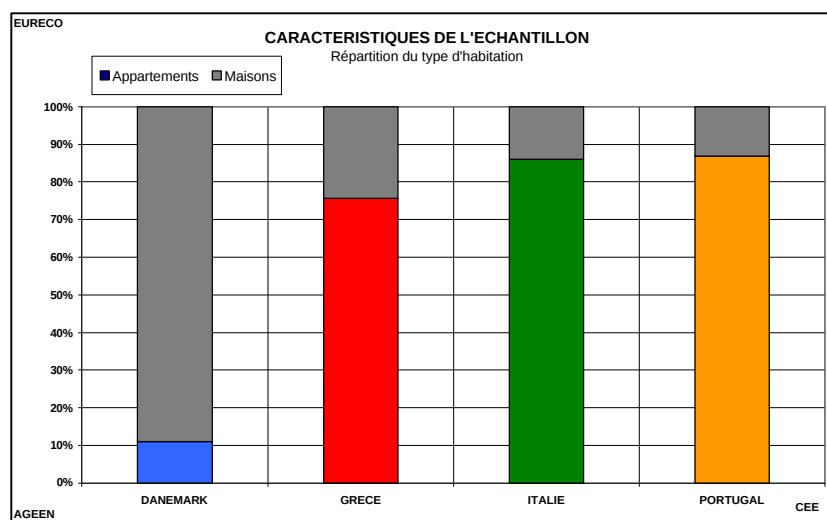


Figure 3.1 : répartition entre villas et appartements dans les échantillons

Hormis le Danemark pour lequel 90 % des logements sont des villas, l'essentiel des panels observés dans les autres pays est constitué d'appartements (entre 75 et 85 %). La situation du Danemark est un peu particulière car toutes les mesures ont été effectuées dans la seule ville d'Odensee puisque l'opérateur de notre équipe (Odensee Elforsyning Net) est le distributeur local d'électricité. En Italie la structure du parc comporte 72 % d'appartements (contre 86 % dans notre échantillon) alors qu'au Portugal le parc ne comporte que 44 %

d'appartements (contre 87 % dans notre échantillon). La sur-représentativité des appartements traduit le fait que l'essentiel des campagnes de mesure a été conduit dans les villes.

3.4.2 NOMBRE D'HABITANTS PAR LOGEMENT

La figure 3.2 fournit la distribution du nombre de personnes par logement dans les 4 échantillons. Entre 74 % (Grèce) et 86 % (Italie) des logements ont de 2 à 4 occupants.

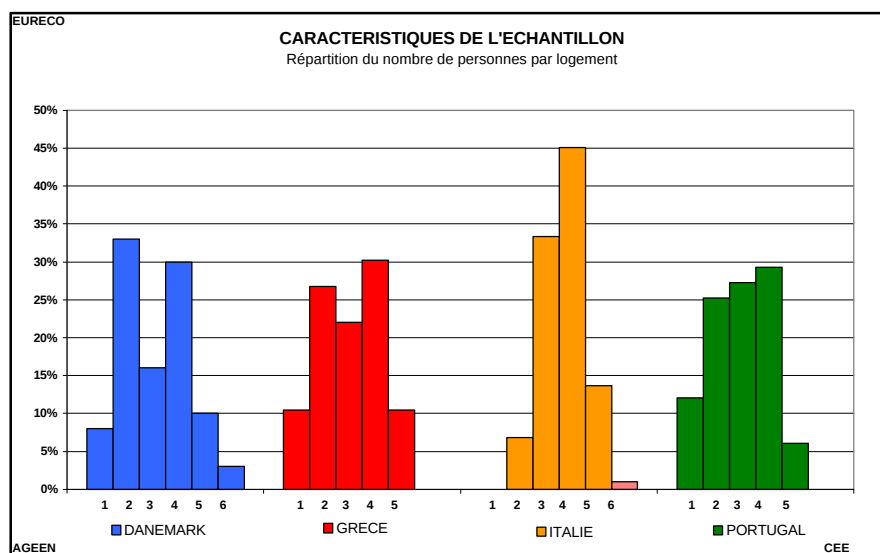


Figure 3.2 : distribution du nombre de personnes par logement dans les échantillons

Le tableau de la figure 3.3 indique le nombre exact de logements dans chaque échantillon ainsi que la valeur moyenne du nombre de personnes par logement dans l'échantillon et en moyenne dans chaque pays (statistiques nationales).

Pays	Danemark	Grèce	Italie	Portugal	Moyenne
Nombre de logements suivis	100	96	102	99	99,25
Nombre de personnes/logement dans l'échantillon	3,10	3,04	3,69	2,92	3,19
Nombre de personnes/logement dans le pays	2,24	3,21	2,70	2,05	2,55

Figure 3.3 : comparaison des densités de population par logement dans l'échantillon et dans chaque pays

On observe que, hormis en Grèce, le nombre d'occupants par logement est toujours supérieur dans nos échantillons aux moyennes nationales. Ceci trouve sa légitimité dans le fait que nous avons recherché des logements comprenant le plus d'appareils possibles, donc plutôt des logements grands et fortement occupés.

3.4.3 TAILLE DES LOGEMENTS

La figure 3.4 représente la distribution des surfaces des logements de chaque pays.

Le tableau de la figure 3.5 indique la surface moyenne des logements de chaque échantillon :

Pays	Danemark	Grèce	Italie	Portugal	Moyenne
Surface moyenne des logements dans l'échantillon	134,1	113,1	107,6	116,6	117,9

en m²

Figure 3.5 : surface moyenne des logements de chaque échantillon

3.4.4 CONSOMMATION ANNUELLE D'ELECTRICITE EN 1999 (AVANT LA CAMPAGNE)

La figure 3.6 représente la distribution des consommations d'électricité, pour l'année 1999 (il s'agit de l'année précédant la campagne de mesure), pour l'ensemble des logements instrumentés, à l'exception du Portugal (données non disponibles).

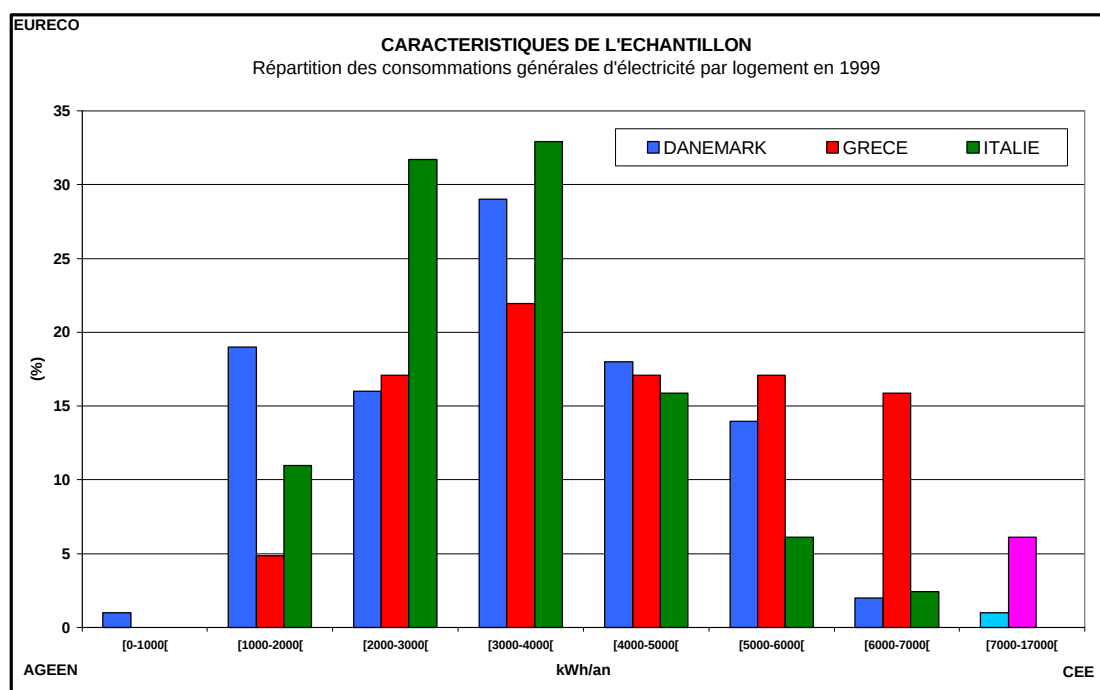


Figure 3.6 : distribution des consommations d'électricité des logements de chaque échantillon pour l'année 1999 (précédent la campagne de mesure)

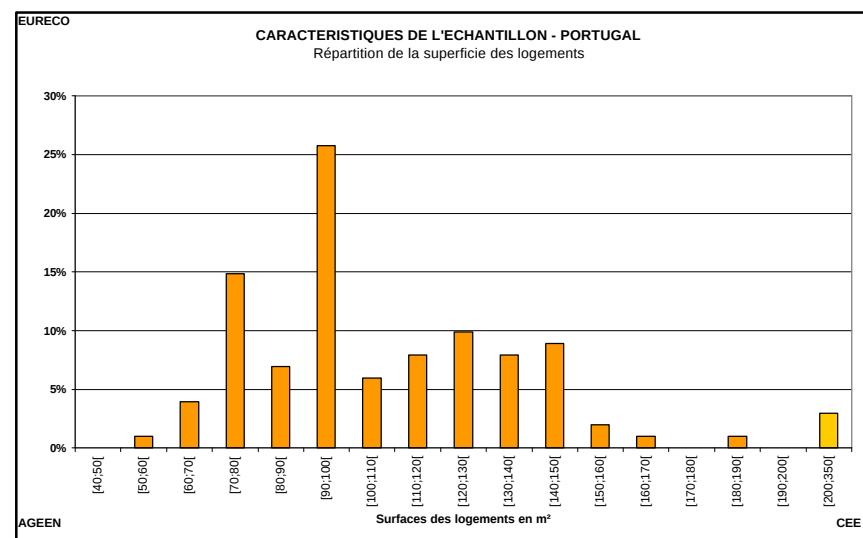
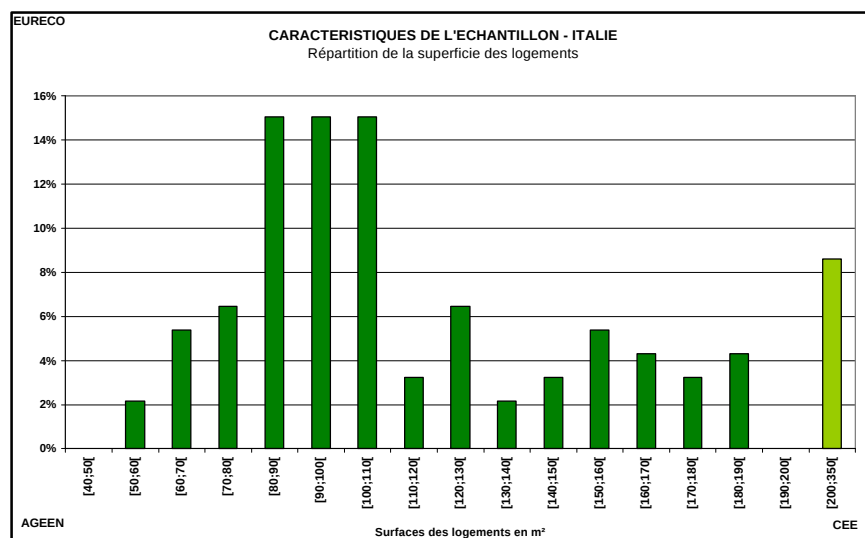
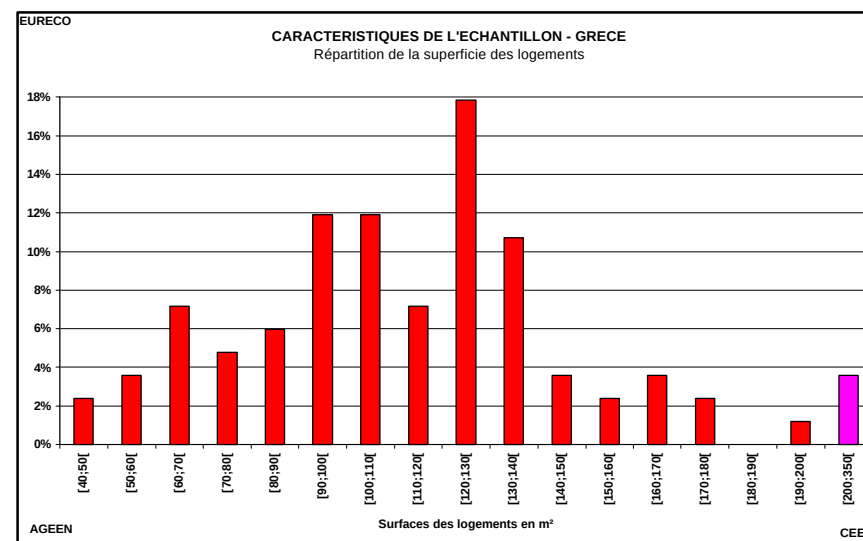
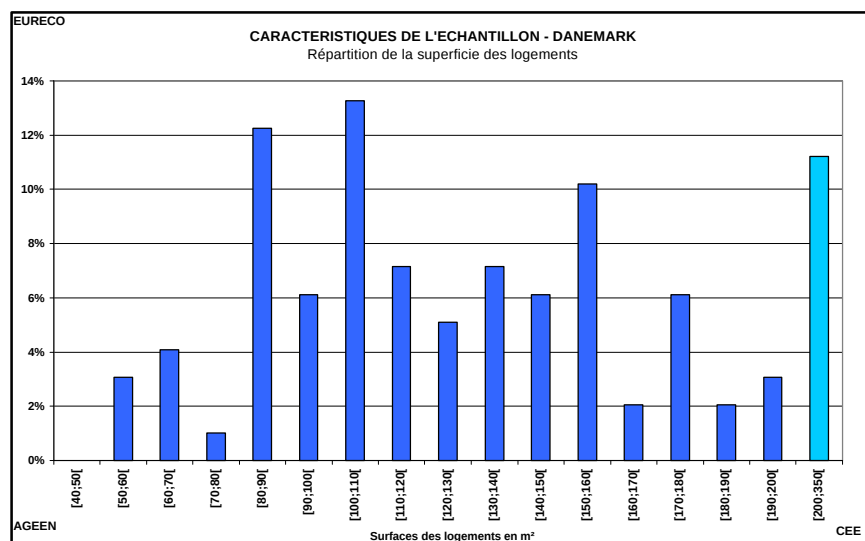


Figure 3.4 : distribution des logements en fonction de leur surface

On observe que pour tous les pays la classe dominante est la classe 3000-4000 kWh/an, ce qui confirme le caractère supérieur à la moyenne des logements choisis. On note aussi que les distributions du Danemark et de l'Italie sont sensiblement symétriques par rapport à la classe dominante, alors que pour la Grèce, il existe une sur-représentativité des classes les plus élevées alors même que le taux d'occupation est inférieur à celui de la moyenne nationale. L'explication tient en ce qu'en Grèce la plupart des chauffe-eau de l'échantillon sont électriques, même si nombre d'entre eux sont aussi solaires.

3.4.5 TYPE DE TARIFICATION ELECTRIQUE

Au Danemark et en Italie, la totalité des logements suivis bénéficiaient d'un abonnement électrique simple tarif, contre 62 % en Grèce et 66 % au Portugal.

3.4.6 TYPE D'ALIMENTATION MONO OU TRIPHASEE

La totalité des logements instrumentés au Danemark étaient en triphasé, contre 42 % en Grèce, 1 % en Italie et 28 % au Portugal.

3.4.7 CARACTERISTIQUES DE LA PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

La nature de la production d'eau chaude sanitaire est importante car dans un certain nombre de pays cette production est en partie électrique, si bien que l'analyse des consommations des usages spécifiques de l'électricité peut présenter quelques difficultés.

La figure 3.7 fournit la répartition des sources d'énergie destinées à la production ecs.

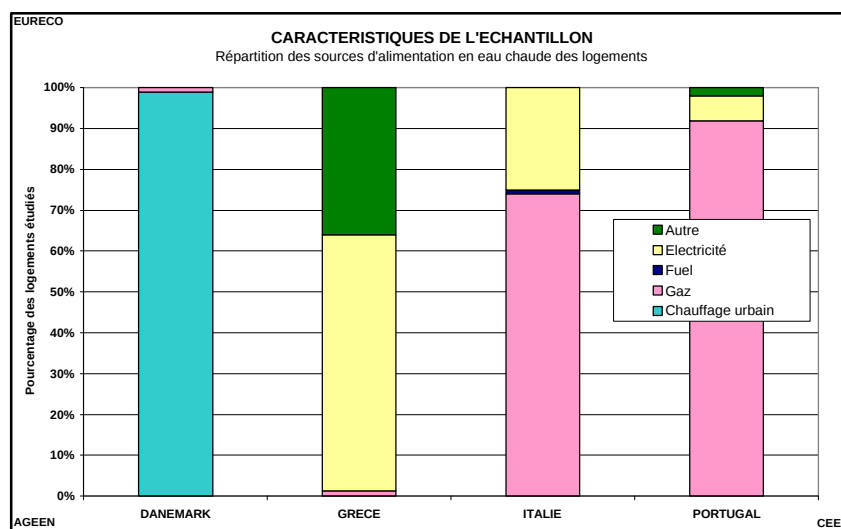


Figure 3.7 : répartition des sources d'énergie destinées à la production ecs

On observe quelques particularités de chaque échantillon :

- au Danemark la quasi totalité de la production ecs est assurée par le chauffage urbain,
- en Grèce, 63 % des logements font appel à l'électricité contre 25 % en Italie et seulement 6 % dans l'échantillon portugais.

Les figures 3.8 à 3.10 décrivent les caractéristiques du volume du ballon d'ecs. On observe des disparités importantes d'un échantillon à l'autre (de 67 l à 178 l pour le volume moyen des ballons, ou de 27 à 67 l/personne selon les pays).

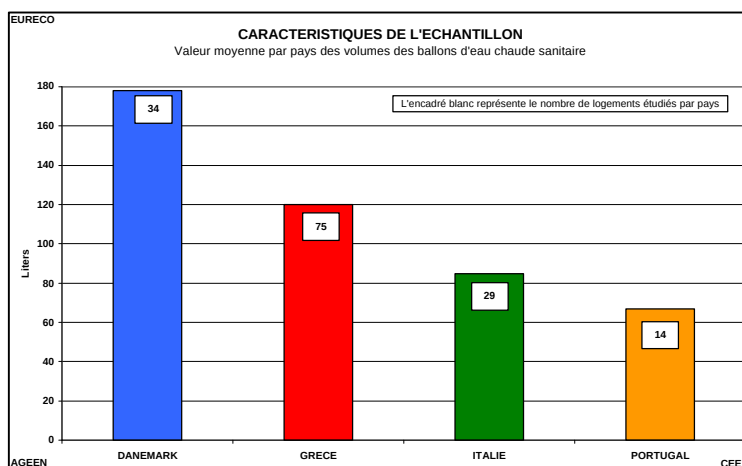


Figure 3.8 : volume moyen du ballon ecs par pays

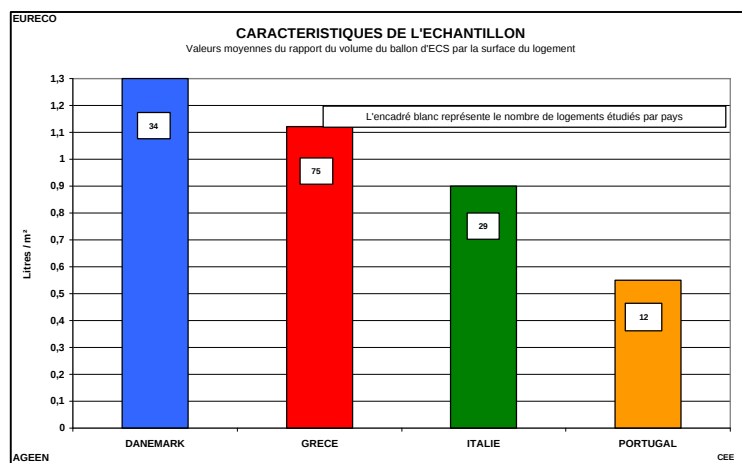


Figure 3.9 : volume moyen du ballon ecs par m² et par pays

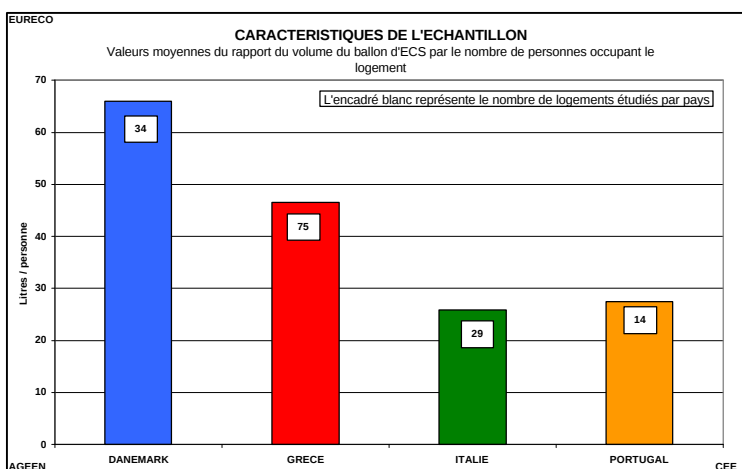


Figure 3.10 : volume moyen du ballon ecs par personne et par pays

CHAPITRE 8 : L'AUDIOVISUEL**8-1 DESCRIPTION DU MATERIEL SUIVI**

Pour limiter le nombre de mesureurs utilisés, nous n'avons pas suivi chaque appareil existant, mais nous avons recherché une vision globale des consommations audiovisuelles en instrumentant dans chaque logement en priorité « le site audiovisuel » principal. Ce site regroupe tous les matériels qui se trouvent ordinairement autour d'un téléviseur, parfois en plusieurs exemplaires. Voici la composition moyenne des sites instrumentés :

Appareils	Danemark	Grèce	Italie	Portugal	Moyenne
TV	1,3	1,1	1,9	1,6	1,5
Magnétoscope	1,0	0,7	0,9	0,8	0,9
HiFi	0,8	0,6	0,6	0,5	0,6
Démodulateur Satellite	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01
Décodeur	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01
Jeux vidéo	0,00	0,00	0,06	0,01	0,02
DVD	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Projecteur	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
TOTAL	3,1	2,4	3,6	2,9	3,0

Le pourcentage de TV, de magnétoscopes et de HiFi existants et suivis par Diace est de :

Appareils	Danemark	Grèce	Italie	Portugal	Moyenne
TV	43	45	54	54	49
Magnétoscope	32	28	26	29	29
HiFi	25	26	16	16	20

en %

Quelques dispositions métrologiques complémentaires ont par ailleurs été prises :

■ en principe, les puissances de veille de tous les appareils audiovisuels dans les logements ont été mesurées au moyen d'un wattmètre. Ceci permettra au § 8.5 d'étudier le poids de la veille dans la consommation totale, et au chapitre 12 d'enrichir la base de données sur les veilles européennes que nous avons créée,

■ dans certains pays, il a été possible de suivre parmi le site audiovisuel un type d'appareils particulier (téléviseur, magnétoscope), ce qui permettra aux § 8.6 et 8.7 une analyse plus complète de ces appareils.

Les analyses qui suivent sont donc propres au seul site audiovisuel de chaque logement. On gardera en mémoire la relative hétérogénéité dans la composition de ces sites.

Pour les autres appareils, seules les caractéristiques en veille ont pu être, dans certains cas, relevées et feront parties de l'analyse spécifique des veilles aux chapitres 11 et 12.

8-2 PUISSANCES APPELEES

La figure 8.2 montre qu'en moyenne la puissance maximale appelée par un site audiovisuel est de 160 W au Danemark et en Italie, 123 W en Grèce et 145 W au Portugal. En moyenne sur les quatre échantillons cette puissance est de 147 W. Le tableau de la figure 8.1 regroupe les principaux résultats :

Pays	Danemark	Grèce	Italie	Portugal	Ecodrôme
Puissance maximale moyenne atteinte par pays (W)	160	123	160	145	-
Valeur max de la puissance maximale atteinte (W)	438	470	305	491	-
Valeur min de la puissance maximale atteinte (W)	19	42	40	38	-
Rapport max/min	23,1	11,2	7,6	12,9	-

Figure 8.1 : SITE AUDIOVISUEL - puissances maximales atteintes

Le niveau de puissance maximum atteint dans les différents pays surprend par son ampleur. A titre d'exemple au Danemark, le logement dont la puissance atteint 438 W possède une chaîne Hi Fi très haut de gamme qui ne doit jamais être arrêtée afin de préserver la qualité acoustique. A elle seule elle consomme 178 W. Elle est associée à un téléviseur et à un magnétoscope très haut de gamme qui absorbent quant à eux 277W. Ce type de matériel est inhabituel, mais il est le symbole d'une tendance inéluctable vers la perfection engagée par les constructeurs, tendance qui s'effectue au détriment de la puissance appelée.

Les niveaux de puissance maximale observés entre 20 et 40 W sont généralement dus à des chaînes HiFi seules (sites audiovisuels sans téléviseurs), et dans un cas particulier au Portugal, à un téléviseur de 38 W (diagonale 42 cm).

La figure 8.3 est l'histogramme des puissances appelées. Il s'agit cette fois de l'ensemble des puissances observées et plus seulement des puissances maximales. On note :

- la classe majoritaire dans l'ensemble des échantillons est la classe 10-20W. Il s'agit en réalité du mode veille. En fonctionnement le site audiovisuel ne peut avoir une puissance inférieure à 40W (hormis lorsqu'il ne comporte qu'une chaîne HiFi),

- on a fait apparaître sur chaque graphique la classe zéro watt. En effet elle traduit l'état d'un site audiovisuel qui n'est pas en veille. Ce phénomène est très rare car la plupart des appareils possèdent une consommation de veille, et pour faire disparaître celle-ci, l'utilisateur doit débrancher l'appareil (sauf pour le téléviseur que l'on peut arrêter par la commande ON/OFF). L'existence de cette classe permet également de définir sans exclusion tous les états possibles de la puissance des sites audiovisuels. Au Danemark la classe 0W représente 8 % du temps total, en Grèce 16%, en Italie 7%, et au Portugal 13%,

- toutes les puissances non nulles inférieures à 30 W font la plupart du temps partie du mode veille. Or elles représentent 57% du temps total (soit 13h40') au Danemark et 54 % dans les autres pays,

- au delà de 30 W apparaissent les différents régimes de fonctionnement du site : on peut penser que de 30 à 50 W ce sont les chaînes Hi Fi seules, de 50 à 70 W les TV seules, de 70 à 90 W encore des TV seules mais aussi des TV avec magnétoscope ou Hi Fi, et de 90 à 120 W exclusivement des TV avec magnétoscope (ou Hi Fi).

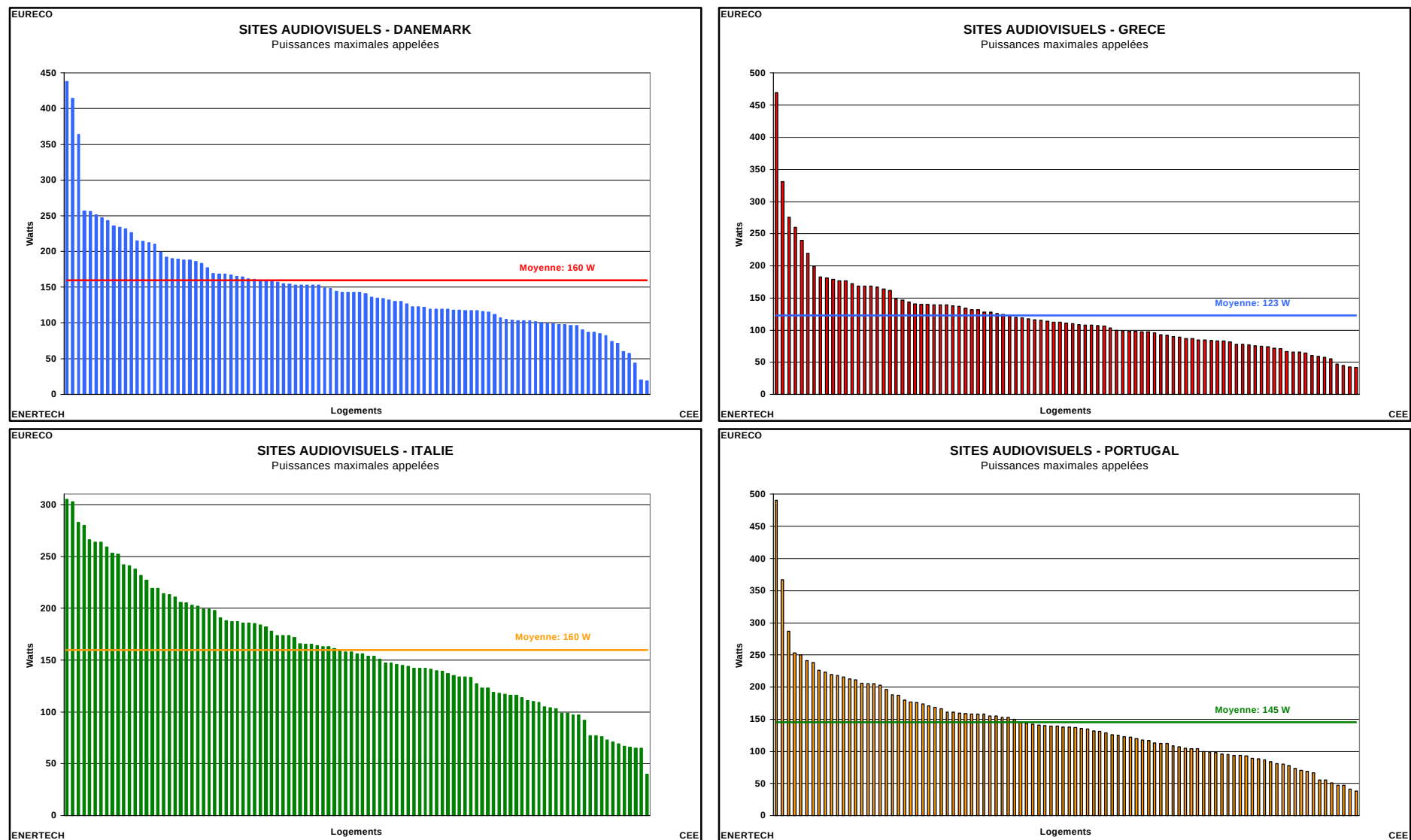


Figure 8.2 : puissances maximales appelées par les sites audiovisuels

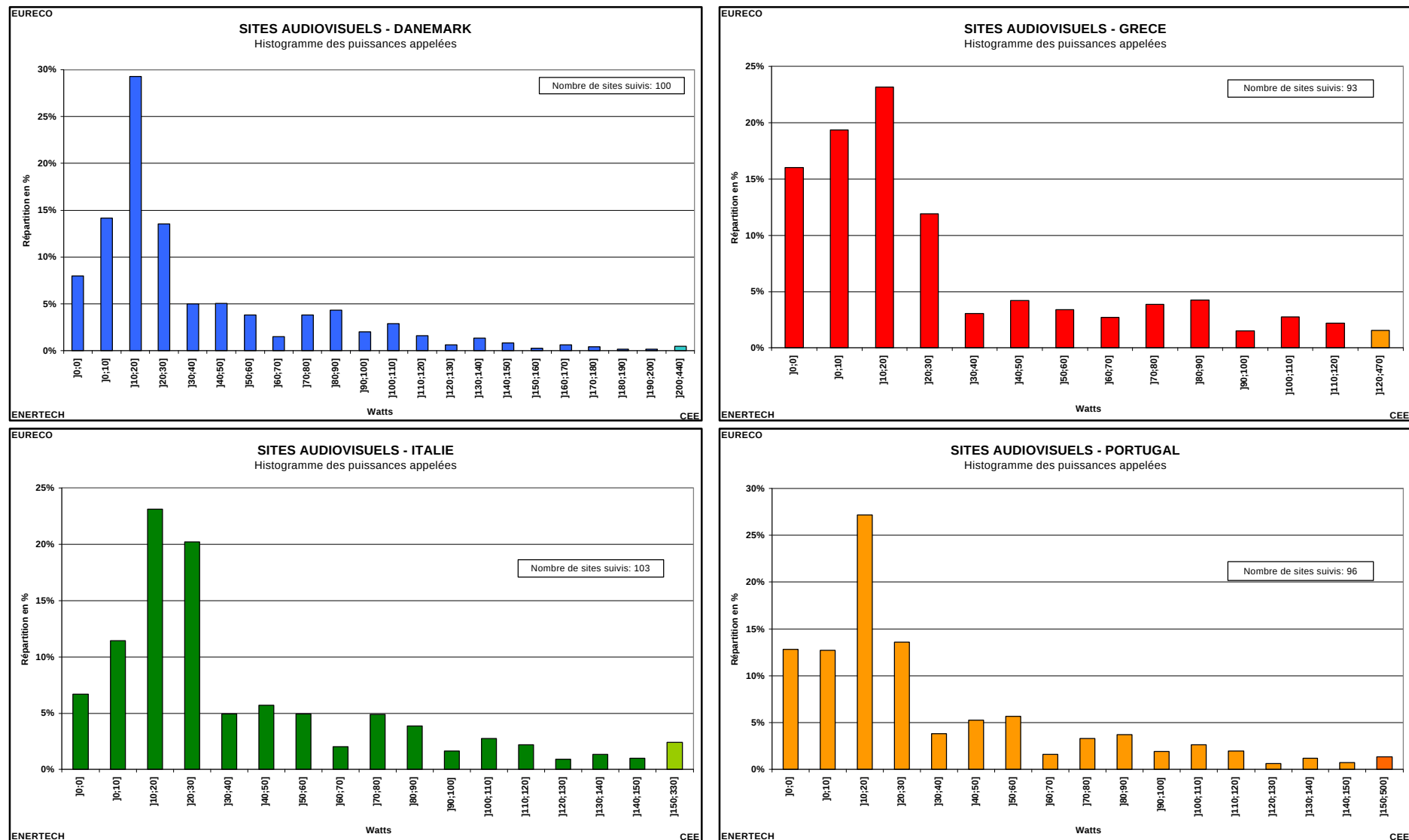


Figure 8.3 : histogramme des puissances appelées par les sites audiovisuels

8-3 CONSOMMATION ANNUELLE

Remarque : toutes les consommations dont traite ce paragraphe sont les consommations mesurées sur les seuls sites audiovisuels qui ont été instrumentés par le système Diace (parfois avec plusieurs prises de mesure) et dont la composition figure au § 8.1.

La figure 8.5 représente les distributions des consommations annualisées des sites audiovisuels dans les quatre échantillons.

Les sites audiovisuels de tous les pays sont assez proches. Seuls les modes et le temps d'utilisation diffèrent vraiment d'un pays à l'autre. La fabrication du matériel audiovisuel n'est pas spécifiquement européenne, si bien que les matériels en place dans les différents pays sont pratiquement les mêmes. C'est en Italie que la consommation est la plus élevée avec une moyenne de 355 kWh/an. Vient ensuite le Danemark avec 330 kWh/an, puis le Portugal avec 306 kWh/an et la Grèce 258 kWh/an. La moyenne sur les quatre pays est de **312 kWh/an**. Il est à noter que dans l'étude portugaise du CCE (réf [6]), la consommation de la TV seule était de 152 kWh/an. En France la campagne **Ciel** (ref [7]) avait enregistré 138 kWh/an de moyenne (toujours pour la TV seule).

Les caractéristiques générales de consommation sont données dans le tableau 8.4 :

Pays	Danemark	Grèce	Italie	Portugal	<i>Ecodrôme</i> (*)
Consommation annualisée moyenne (kWh/an)	330	258	355	306	211
Valeur max de la consommation annualisée moyenne (kWh/an)	1737	803	1000	767	460
Valeur min de la consommation annualisée moyenne (kWh/an)	24	24	31	30	75
Rapport max/min	72,4	33,5	32,3	25,6	6,1
Consommation annualisée moyenne par personne (kWh/pers/an)	122,0	97,8	99,6	117,9	56
Consommation annualisée moyenne par m ² (kWh/m ² /an)	2,71	2,37	3,65	2,92	2,60

N.B. : pour **Ecodrôme** il ne s'agit pas de valeurs annualisées mais de mesures sur un an

(*) : seule la TV a été mesurée dans **Ecodrôme**

Figure 8.4 : SITES AUDIOVISUELS - consommations annualisées corrigées

Les valeurs maximum de consommation sont étonnantes par leur niveau : 1.737 kWh/an dans un logement danois. C'est la consommation annuelle d'un chauffe-eau. Dans ce logement le site audiovisuel comprenait une chaîne HiFi très particulière absorbant en veille 140 W (et qui a consommé à elle seule 1.200 kWh/an) et un couple téléviseur + magnétoscope qui a consommé 540 kWh/an (ce qui est également un record).

En Italie le site audiovisuel ayant atteint 1.000 kWh/an comprenait en fait 3 téléviseurs (dans trois pièces différentes et consommant 455, 155, 165 kWh/an) avec HiFi (180 kWh/an).

La consommation par personne du site audiovisuel varie peu d'un pays à l'autre. Elle s'établit toujours entre 100 et 120 kWh/an/pers.

Les sites audiovisuels absorbent 10,0 % de l'électricité à usage spécifique du logement au Danemark et 11,5 % en Italie.

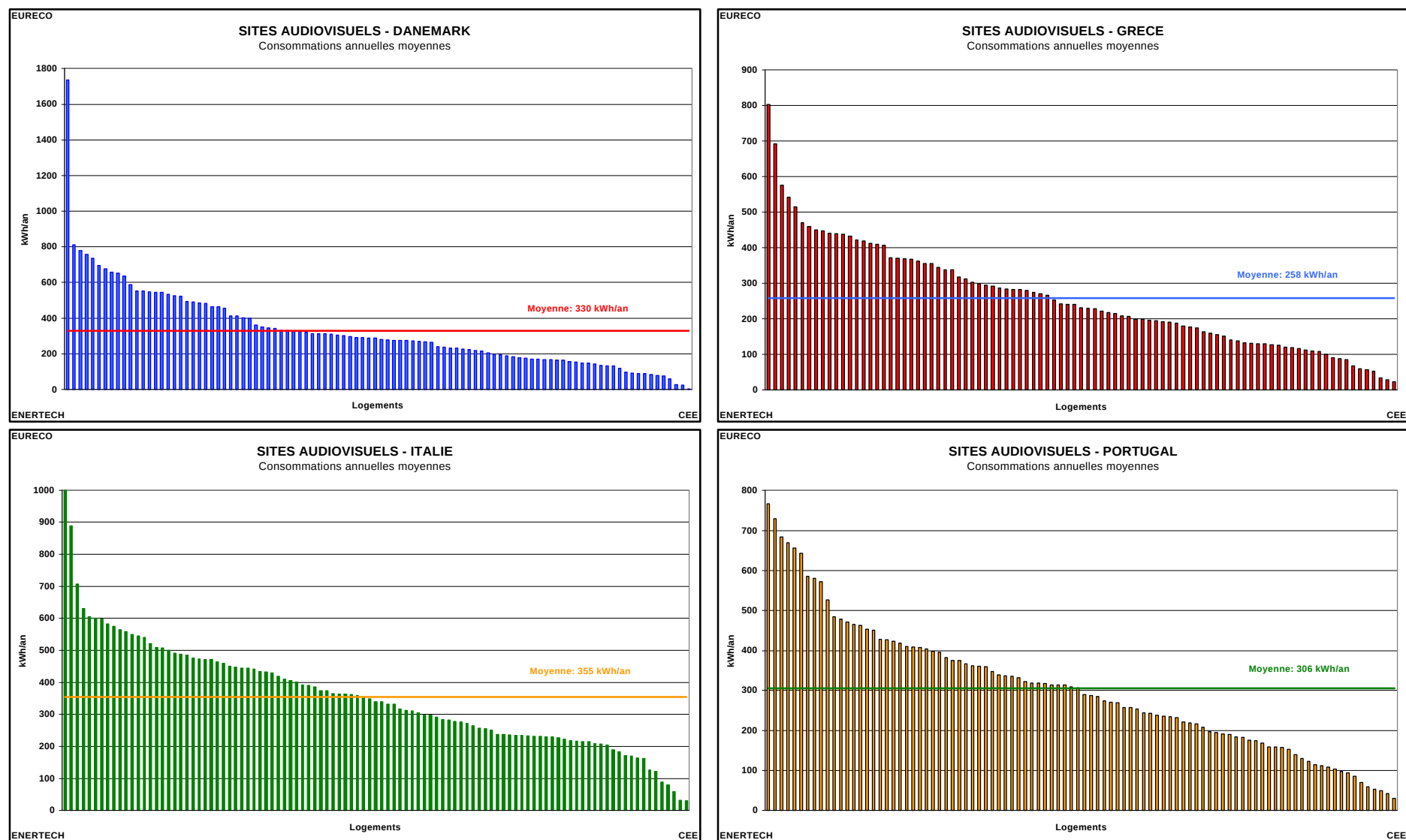


Figure 8.5 : distribution de la consommation annualisée des sites audiovisuels

La figure 8.6 complète les informations. Elle représente l'histogramme des sites audiovisuels en fonction de leur consommation.

Les particularités de chaque pays sont les suivantes :

- Danemark
 - La classe dominante est la classe 200-300 kWh/an qui regroupe 23 % des sites,
 - 55 % des sites ont une consommation inférieure ou égale à 300 kWh/an.
- Grèce
 - La classe dominante est la classe 100 à 200 kWh/an qui regroupe 31 % des sites,
 - 67 % des sites ont une consommation inférieure ou égale à 300 kWh/an.
- Italie
 - La classe dominante est la classe 200-300 kWh/an qui regroupe 30 % des sites,
 - 43 % des sites ont une consommation inférieure ou égale à 300 kWh/an.
- Portugal
 - La classe dominante est la classe 300-400 kWh/an qui regroupe 24 % des sites, mais il existe une autre classe importante centrée sur 100 à 200 kWh/an (20 % des sites),
 - 50 % des sites ont une consommation inférieure ou égale à 300 kWh/an.

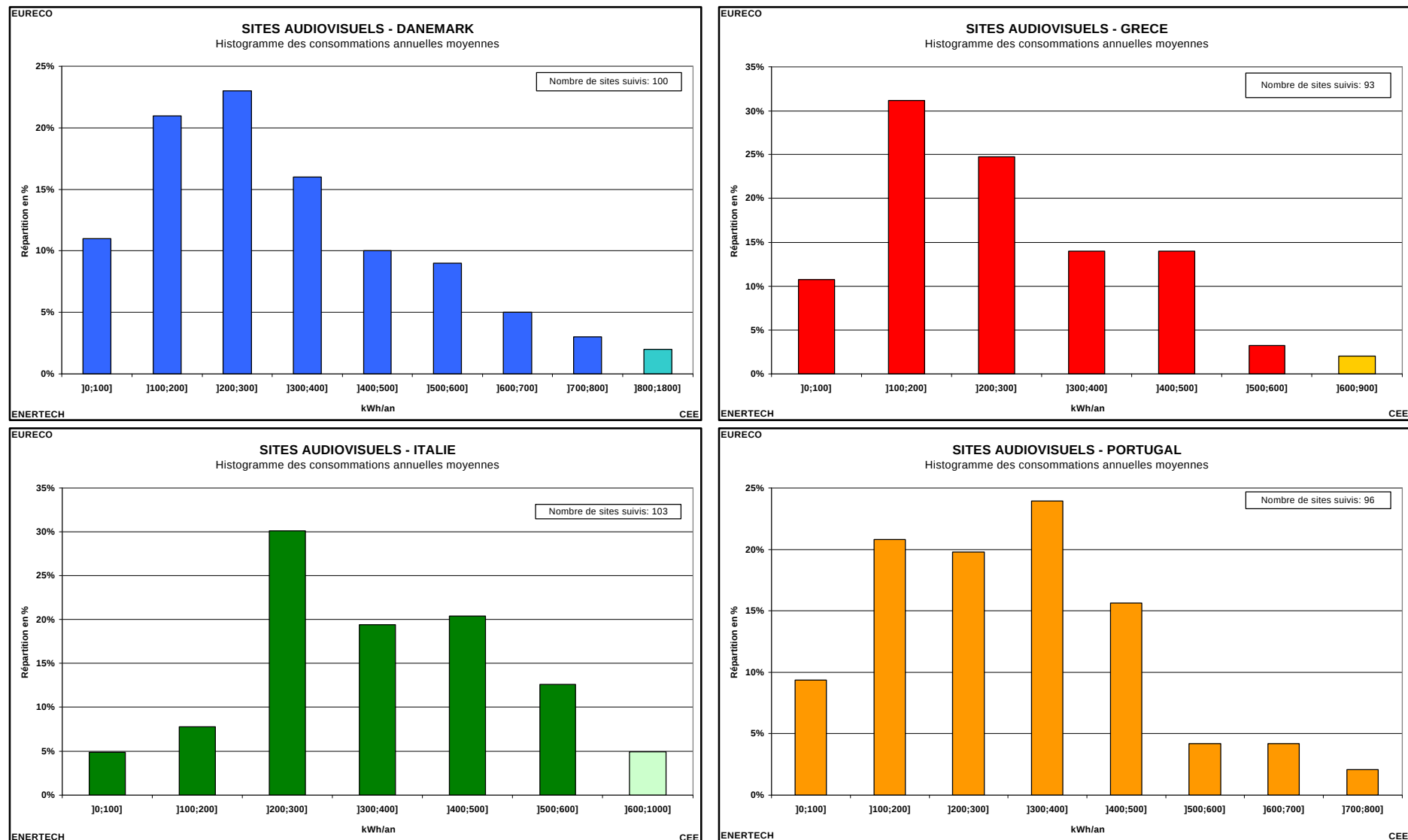


Figure 8.6 : histogramme des consommations annualisées des sites audiovisuels

8-4 COURBE DE CHARGE HORAIRE

La figure 8.7 représente la courbe de charge horaire du site audiovisuel principal.

L'examen de ces courbes met en évidence que :

- tous les profils journaliers sont très proches avec une pointe en soirée qui se situe entre 21 et 22h (Danemark, Italie), ou entre 22 et 23 h (Grèce et Portugal),
- les puissances appelées moyennes, vu du réseau, s'échelonnent entre 50 W/site pour la Grèce, à 78 W/site pour l'Italie,
- il existe une pointe secondaire de beaucoup plus faible amplitude (environ deux fois moins) en Grèce (entre 9 et 10 h), en Italie (entre 8 et 9 h) et au Portugal (entre 13 et 14 h), mais on n'observe pas de pointe matinale au Danemark où il s'agit plutôt d'un pallier de consommation,
- il existe une très forte consommation de veille que l'on observe parfaitement la nuit et qui vaut en moyenne 20 W au Danemark, 17 W en Grèce et au Portugal et 22 W en Italie.

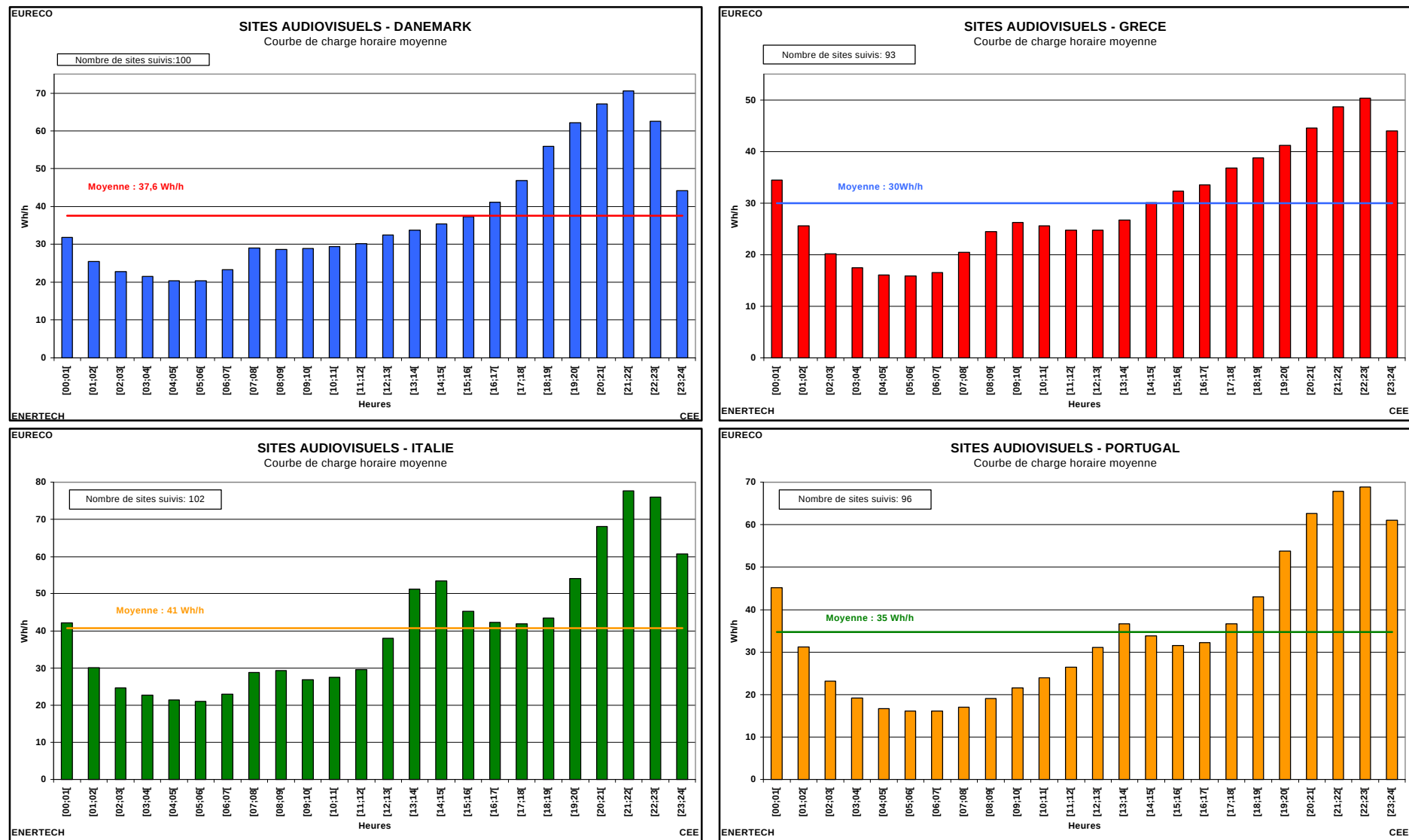


Figure 8.7 : courbe de charge horaire moyenne des sites audiovisuels, vu du réseau

8-5 CONSOMMATION DE VEILLE

Parmi les veilles qui se trouvent dans un logement, il a été montré depuis longtemps que le site audiovisuel en était le principal pourvoyeur. Tous les appareils qui le composent sont le siège de veille. Il était donc intéressant, dans le cadre du présent projet, d'étudier en détail le comportement des sites audiovisuels du point de vue des veilles.

Pour cela nous avons procédé à deux types de mesures :

- la mesure continue assurée par le système Diace en place,
- la mesure complémentaire, au moyen d'un wattmètre, de la puissance de veille de tous les autres appareils audiovisuels présents dans les logements et qui n'appartiennent pas au site audiovisuel instrumenté par Diace.

Dans ce qui suit, on identifiera donc sous l'appellation « sites audiovisuels » l'ensemble des appareils qui ont fait l'objet d'un suivi par le système Diace, et sous l'appellation « audiovisuels » l'ensemble des appareils audiovisuels du logement (quel que soit le mode de mesureur utilisé). Il faut avoir à l'esprit cette distinction pour interpréter correctement les consommations qui vont être présentées dans ce qui suit.

Comment les veilles ont-elles été déterminées à partir des moyens de mesure mis en œuvre ?

■ pour les appareils suivis par le système Diace, la difficulté venait du fait que le mesureur avait une information globale sans discrimination des différents appareils. Il a donc fallu mettre au point des algorithmes permettant de déterminer, parmi l'ensemble des séquences observées, quels étaient les différents niveaux de puissances et quel était l'état (arrêt, marche ou veille) des différents appareils. On a pu ainsi déterminer avec précision la durée et le niveau de puissance atteint par chaque appareil pendant les trois états possibles. Ceci a permis le calcul exact de la consommation de veille de chacun des appareils présents sur le site audiovisuel,

■ pour les autres appareils mesurés avec un wattmètre, nous ne disposons d'aucune autre information que les caractéristiques de veille, mais ne savions rien sur le temps quotidien de marche et de veille. On a donc considéré que le taux de veille (voir définition au § 12.1.1) était égal à 100% (c'est à dire que l'appareil était toujours en veille lorsqu'il n'était pas utilisé, et jamais en position arrêt). La valeur du taux de marche est estimée à partir des résultats de l'étude CIEL pour tous les appareils à l'exception des magnétoscopes (taux de marche = 5% selon étude des magnétoscopes faite en Italie voir ch.12), des TV (taux de marche égal aux valeurs trouvées dans chaque pays par les mesures Diace sur le site audiovisuel, soit 8% au Danemark, 24% en Grèce, 14 % en Italie et 16 % au Portugal) et les chaînes HiFi (taux de marche : 7%).

La figure 8.8 fait apparaître **qu'en moyenne, sur les sites audiovisuels principaux, la consommation de veille représente 42 % de la consommation totale au Danemark, 35% en Grèce, 40% en Italie et 37% au Portugal. En moyenne sur les quatre pays ce taux est de 38,5%.** L'usage généralisé de la veille (notamment sur le téléviseur) chez des usagers regardant très peu la TV peut conduire à des situations où la veille peut représenter 99,4 % de la consommation totale du site audiovisuel (Danemark), 93,6 % (Italie), 92,0 % (Grèce) ou 88,4% (Portugal), sans qu'aucun service ne soit rendu. Le taux de sites audiovisuels pour lequel la veille représente plus de 70 % de la consommation totale du site est de 9 % au Danemark, 5,4 % en Grèce, 6,8 % en Italie et 4,2 % au Portugal. *A contrario*, il n'y a au Danemark que 7,0 % de sites pour lesquels la veille représente moins de 10 % de la consommation totale du site audiovisuel, 19,4 % en Grèce, 8,7 % en Italie et 12,8 % au Portugal.

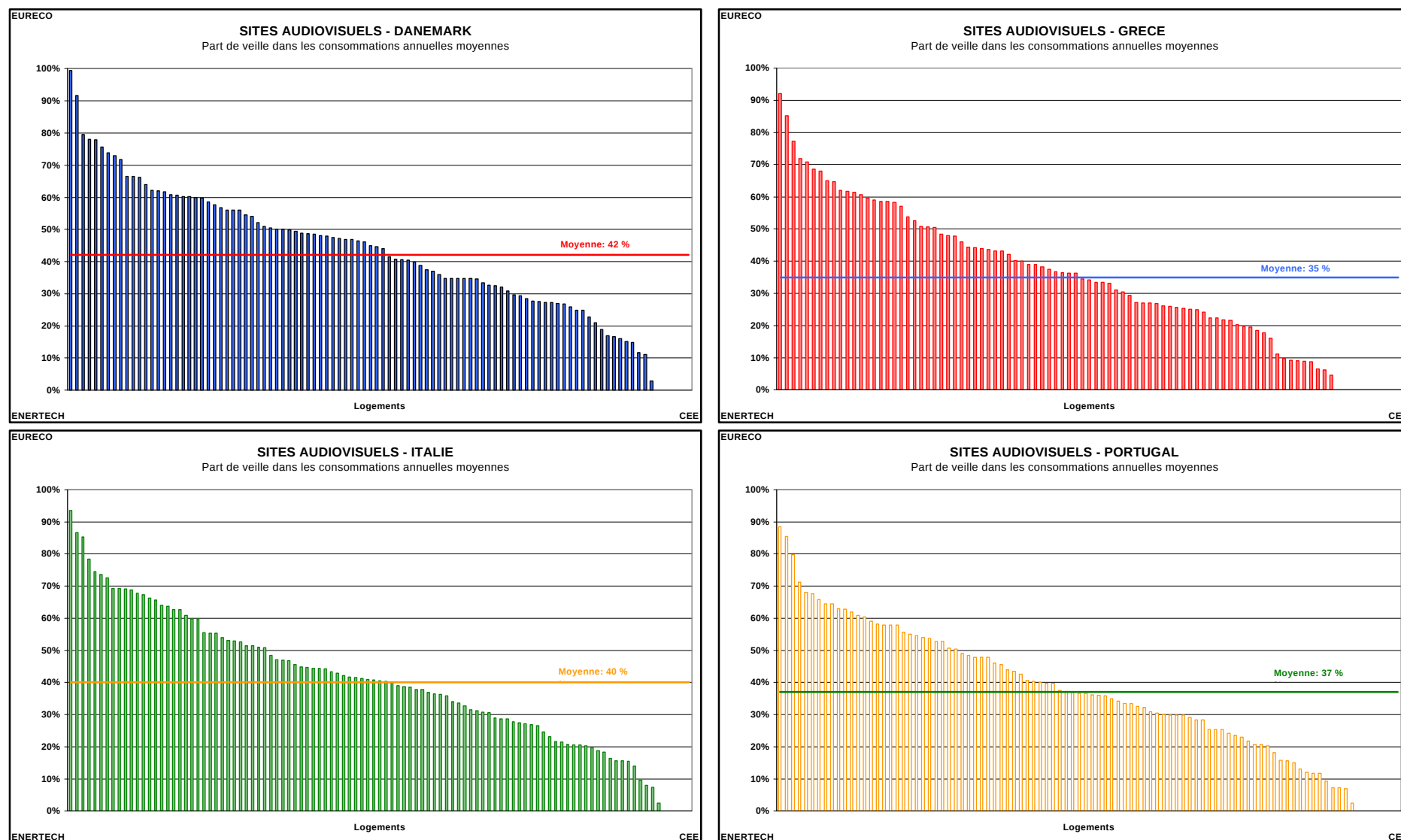


Figure 8.8 : part de la consommation de veille dans la consommation totale des sites audiovisuels

La figure 8.9 fournit la consommation totale de la veille de l'audiovisuel dans les logements. Il s'agit cette fois-ci de tous les appareils audiovisuels et non plus seulement des appareils du site audiovisuel. Les mesures sont issues à la fois des mesures faites par le système Diace et des mesures faites avec un wattmètre de marque EMU. On a distingué la part de la veille imputable à chacun des deux types de mesure sur chaque graphique au moyen de couleurs différentes.

Les valeurs moyennes sont les suivantes :

Danemark :	186 kWh/an
Grèce :	92 kWh/an
Italie :	168 kWh/an
Portugal :	153 kWh/an

La valeur observée pour la Grèce est très inférieure aux autres. Cela tient à ce que pour ce pays seules les mesures faites avec Diace ont pu être intégrées dans la présente étude. Il manque donc une partie importante des consommations, et le chiffre réel en Grèce est très supérieur à la valeur indiquée ci-dessus.

Bien qu'importantes les valeurs observées dans les trois autres pays sont moins élevées que ce qu'auraient déjà pu laisser penser les premières campagnes de mesure conduites en France il y a quelques années (voir réf [1]). Il est probable, comme on le verra au chapitre 12, que la qualité des matériels s'est améliorée, du point des veilles, depuis ces campagnes (effectuées entre 1995 et 1998). On observe en effet que la puissance unitaire moyenne des appareils en veille a tendance à baisser.

La figure 8.10 représente la structure de la courbe de charge horaire moyenne des sites audiovisuels en faisant apparaître chaque heure la part de la consommation due à la marche du site et la part due à la veille. Le résultat était assez prévisible : la veille est maximum durant la nuit et passe par un minimum au moment de l'heure de pointe du soir du site audiovisuel.

Enfin, la figure 8.11 indique, pour chaque heure de la journée, la part moyenne de chacun des trois types d'état (marche, arrêt, veille) au cours de cette heure. Cette part est indiquée en pourcentage du temps. Ainsi au Danemark entre 0 et 1 h, l'ensemble des sites audiovisuels est en moyenne en marche pendant 0,2 h (12 minutes), en veille pendant 0,73 h et à l'arrêt pendant 0,07 h. Dans la réalité, 7 sites sont toujours à l'arrêt et jamais en veille, d'où ces valeurs.

Ces courbes complètent celles de la figure 8.10 en précisant la part de l'arrêt. Dans les faits, l'arrêt est pratiquement toujours dû aux mêmes sites et rarement à des sites qui seraient tantôt en veille tantôt à l'arrêt. Ceci s'explique par le fait que, hormis le cas où un site ne comprend qu'un téléviseur, il est toujours le siège de veilles dues à tous les autres appareils autres que le téléviseur et qui sont eux toujours affectés de veille.

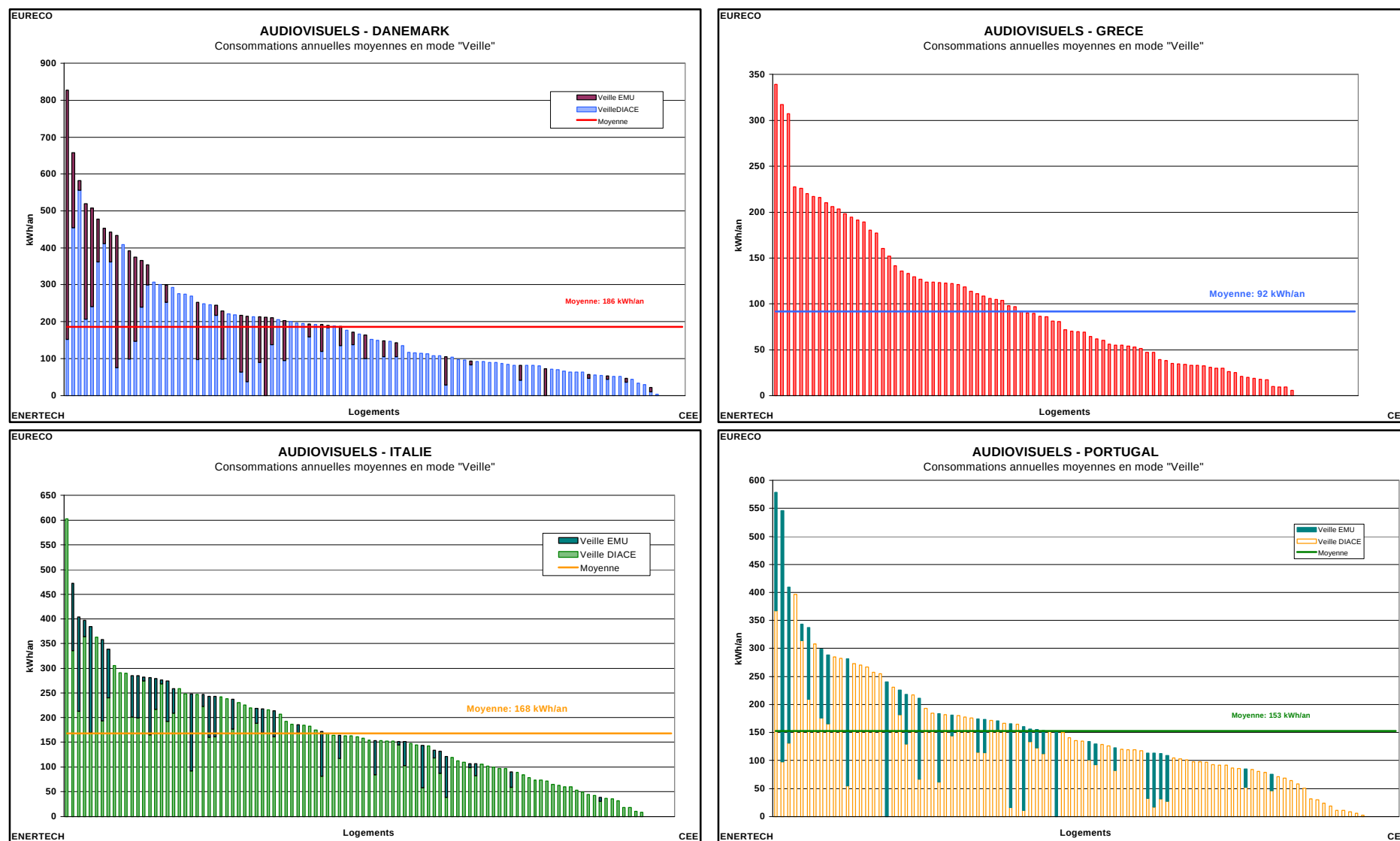


Figure 8.9 : consommations annualisées moyennes en veille de l'ensemble des appareils audiovisuels

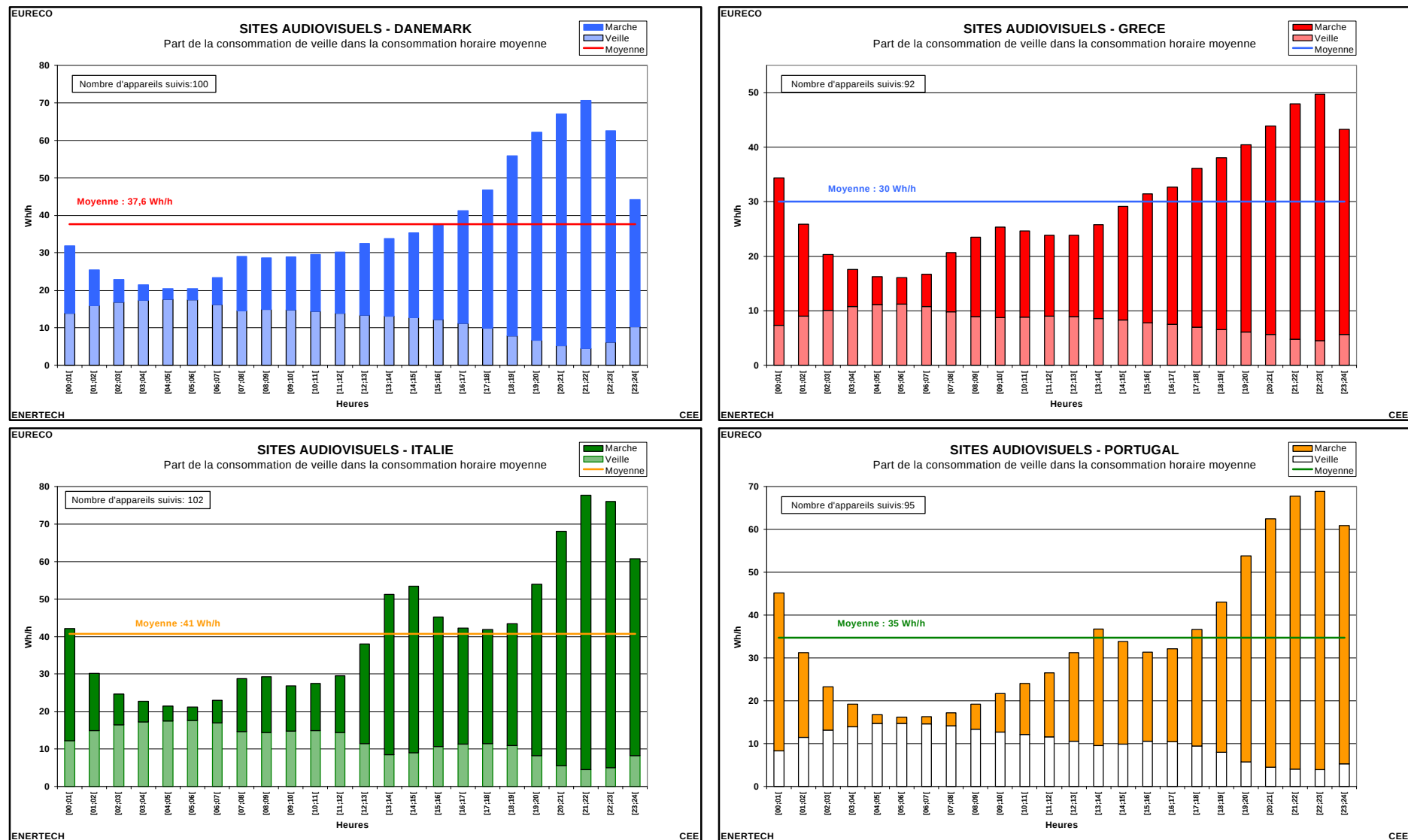


Figure 8.10 : structure de la courbe de charge horaire moyenne du site audiovisuel

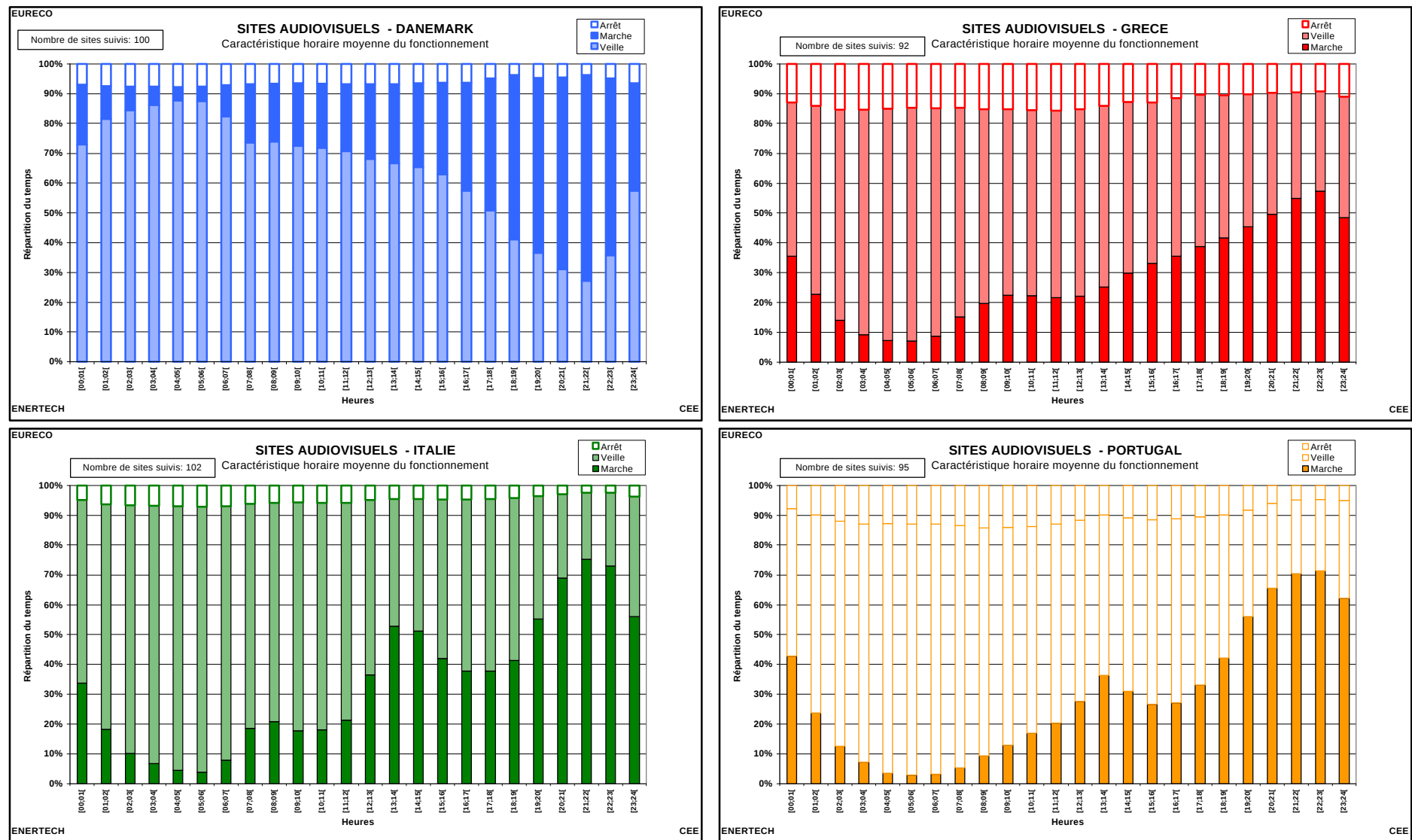


Figure 8.11 : évolution horaire de l'état (marche, arrêt, veille) des sites audiovisuels, vu du réseau

8-6 LE TELEVISEUR

Dans tous les pays, un grand nombre de téléviseurs ont été suivis de façon indépendante du site audiovisuel, ce qui a permis une caractérisation plus fine de cet appareil.

Au total 31 appareils ont été suivis au Danemark, 35 en Grèce, 131 en Italie et 66 au Portugal.

8.6.1 PUISSANCE APPELEE

La puissance appelée par les téléviseurs (voir figure 8.12) ne varie pas beaucoup d'un pays à l'autre. Elle vaut en moyenne 75 W au Danemark et en Grèce, 74 W en Italie et 61 W au Portugal.

La puissance maximum atteinte est de 123 W au Danemark, 126 W en Grèce, 129 W au Portugal, mais on atteint curieusement 199 W sur deux appareils en Italie, pays où on observe que la puissance de près de 7% des téléviseurs dépasse 125 W.

Les puissances les plus faibles sont celles des TV de diagonale 42 cm. Les valeurs minimales sont de 37 W au Danemark, 41 W en Grèce, 35 W en Italie et 38 W au Portugal.

8.6.2 CONSOMMATION ANNUALISEE

La figure 8.13 présente la distribution des consommations annualisées. Elles valent en moyenne 91 kWh/an au Danemark, 142 kWh/an en Grèce, 124 kWh/an en Italie et 92 kWh/an au Portugal. Ces valeurs sont sensiblement inférieures aux valeurs trouvées dans les premières campagnes de mesure en France : 138 kWh/an dans *Ciel* (réf [7]) , et surtout 201 kWh/an dans le projet *Ecodrôme* (réf [1]) . On verra dans ce qui suit que la principale cause de ces différences est bien sûr le temps de fonctionnement quotidien, donc un facteur purement « culturel ».

En 1995 la campagne de mesure du CCE au Portugal avait observé 152 kWh/an sur les téléviseurs (voir réf [6]). L'écart est important avec la valeur observée dans le présent projet. L'échantillon dont nous disposons est plus riche que celui du CCE en 1995, et la durée d'observation plus importante. Mais l'écart mériterait d'être expliqué.

Aux extrémités, on est toujours surpris par les valeurs enregistrées : 489 kWh/an pour un téléviseur en Italie, 360 au Portugal, 302 en Grèce et 220 au Danemark.

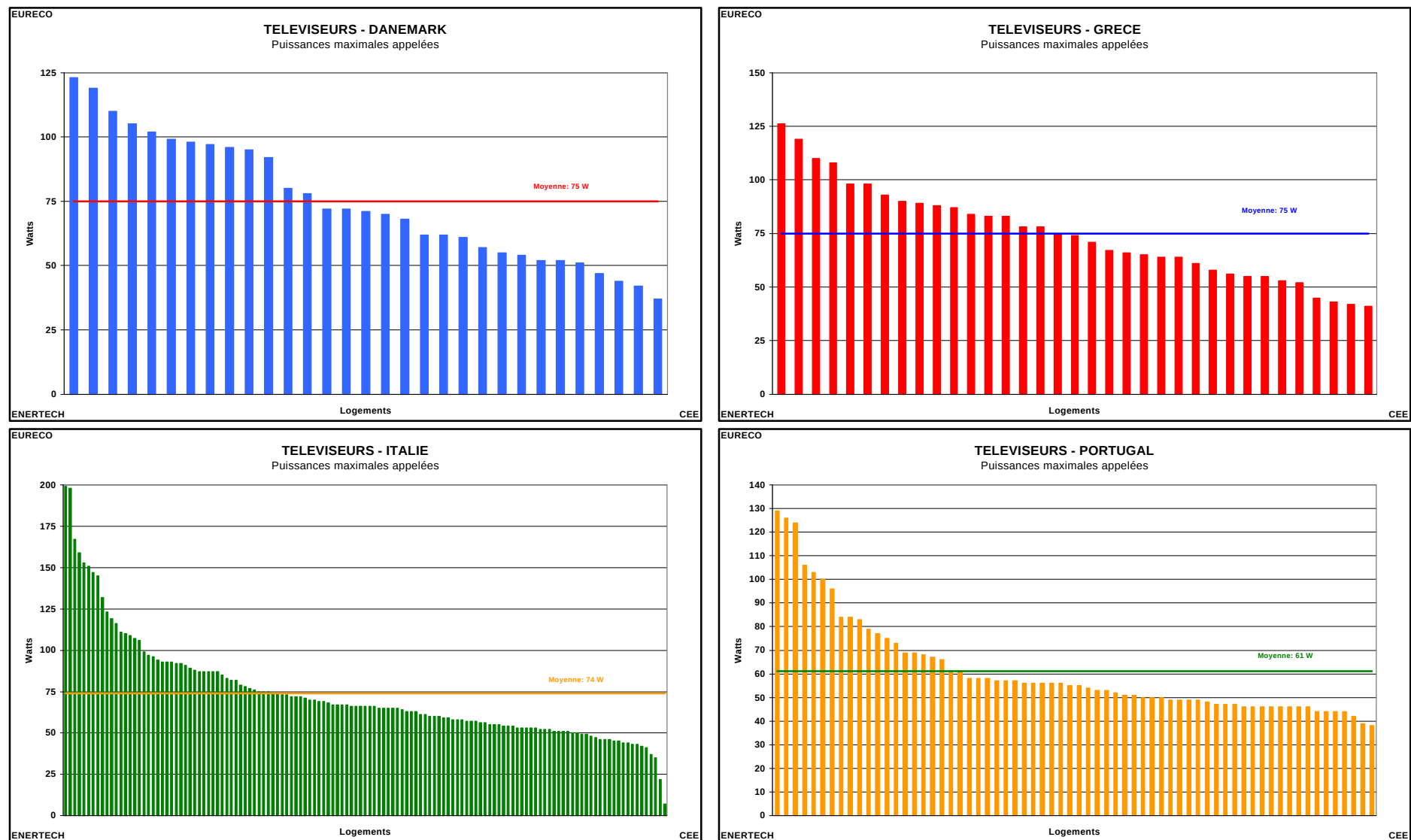


Figure 8.12 : puissances maximales appelées par les téléviseurs

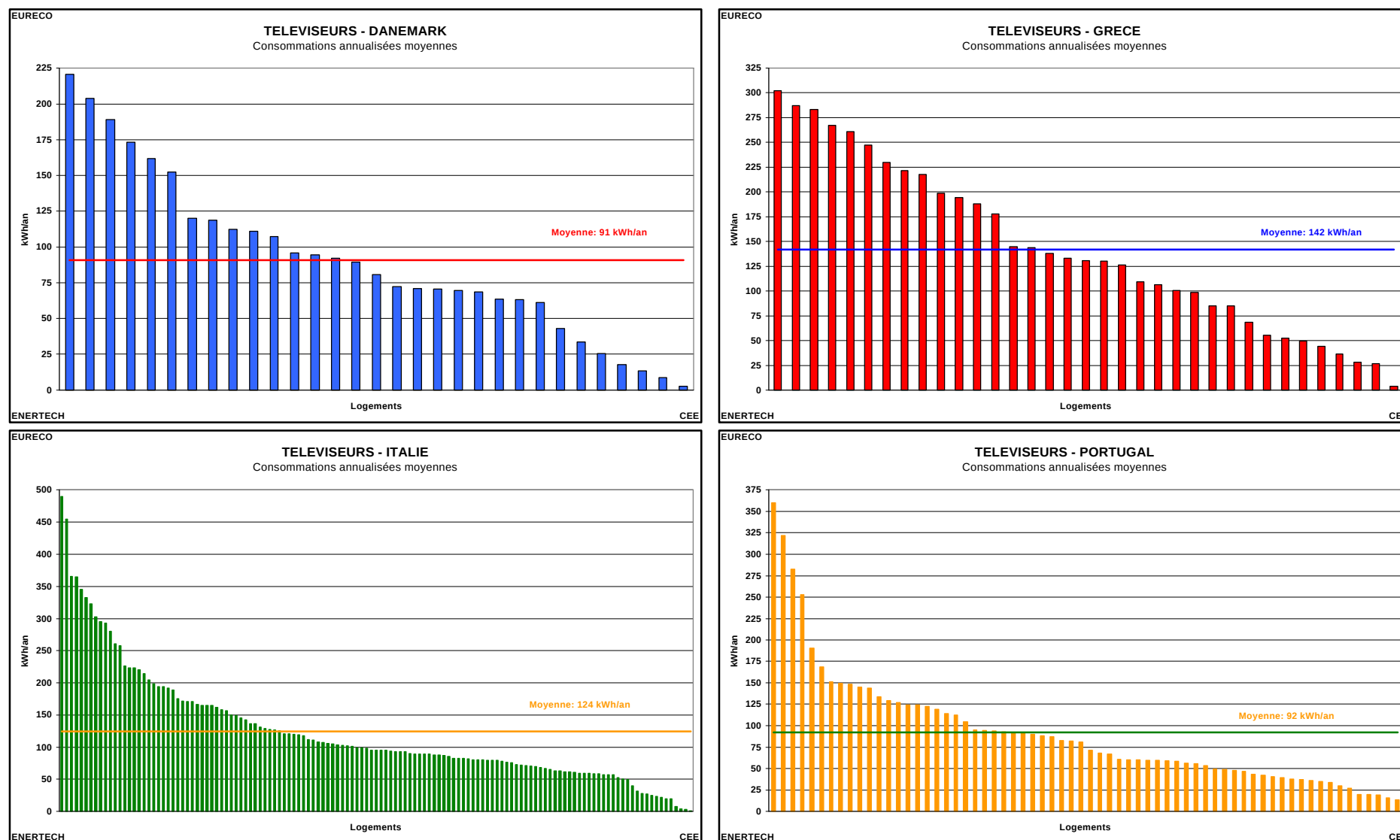


Figure 8.13 : distribution des consommations annualisées des téléviseurs

8.6.3 STRUCTURE DE LA COURBE DE CHARGE HORAIRE

La courbe de charge horaire des téléviseurs ne diffère guère de celle du site audiovisuel. La raison est simple : la plupart des autres appareils du site présentent un écart de puissance assez faible entre leurs états de veille et de marche. Ce n'est pas le cas du téléviseur. Il imprime donc sa marque de façon dominante sur la courbe de charge du site.

La figure 8.14 traduit ce phénomène. Elle fait aussi apparaître la structure de cette courbe de charge en mettant en évidence la part de la veille et de la marche dans la puissance moyenne appelée par les appareils. Comme pour le site audiovisuel on observe que la part de la consommation est essentiellement composée de la veille durant la nuit, et qu'en soirée le poids et la valeur de la veille atteignent évidemment leurs valeurs les plus basses.

8.6.4 ETUDE DES VEILLES

La part de la consommation de veille dans la consommation totale des téléviseurs est de 25,5 % au Danemark, 17,6 % en Grèce, 22,0 en Italie et 26,2 % au Portugal. La moyenne sur les quatre pays est de 22,8 %. En valeur absolue la consommation de veille annualisée des téléviseurs est assez constante d'un pays à l'autre : 23,2 kWh/an au Danemark, 25,0 en Grèce, 27,3 en Italie et 24,1 au Portugal, soit une moyenne sur les quatre pays de 24,9 kWh/an.

Un téléviseur ne peut être qu'en marche à l'arrêt ou en veille. La figure 8.15 représente la part de chacun de ces trois états pour l'ensemble des téléviseurs suivis. Cette représentation met en évidence plusieurs éléments :

- un nombre important de téléviseurs n'est qu'en marche ou à l'arrêt, jamais en veille. C'est le cas de 56 % des appareils au Danemark, 34 % en Grèce, 26 % en Italie et 33 % au Portugal,

- pour l'ensemble des téléviseurs, on définit le taux de veille comme le rapport de la durée de veille à la durée de non fonctionnement (la durée de non fonctionnement est aussi la somme des durées d'arrêt et de veille). Dans ces conditions le taux de veille des téléviseurs est de 34 % au Danemark, 48 % en Grèce, 52 % en Italie et 49 % au Portugal.

Le taux de veille est une notion intéressante directement liée au comportement des usagers. Ceux-ci ont la possibilité d'arrêter manuellement leur téléviseur (et dans ce cas le taux de veille est très faible), ou bien de l'arrêter par la télécommande (et dans ce cas le taux de veille est très élevé). Le potentiel d'action et de gisement d'économie est donc d'autant plus important que le taux de veille est élevé. De ce point de vue le Danemark apparaît comme un pays exemplaire et différent des trois autres : le taux de veille y est beaucoup plus faible.

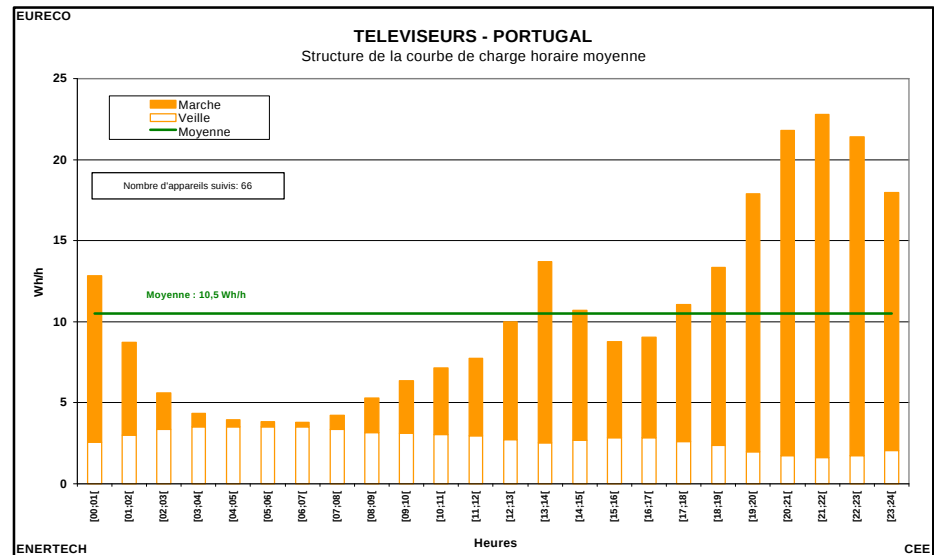
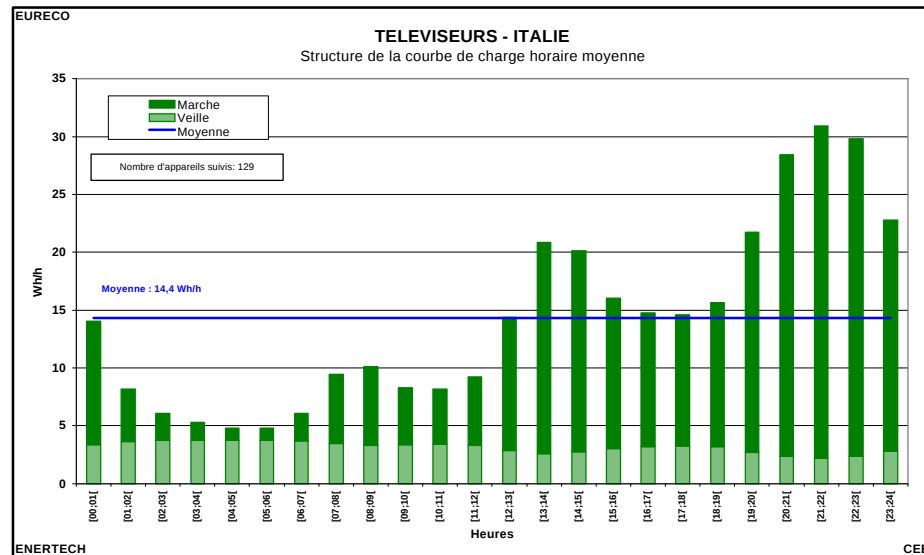
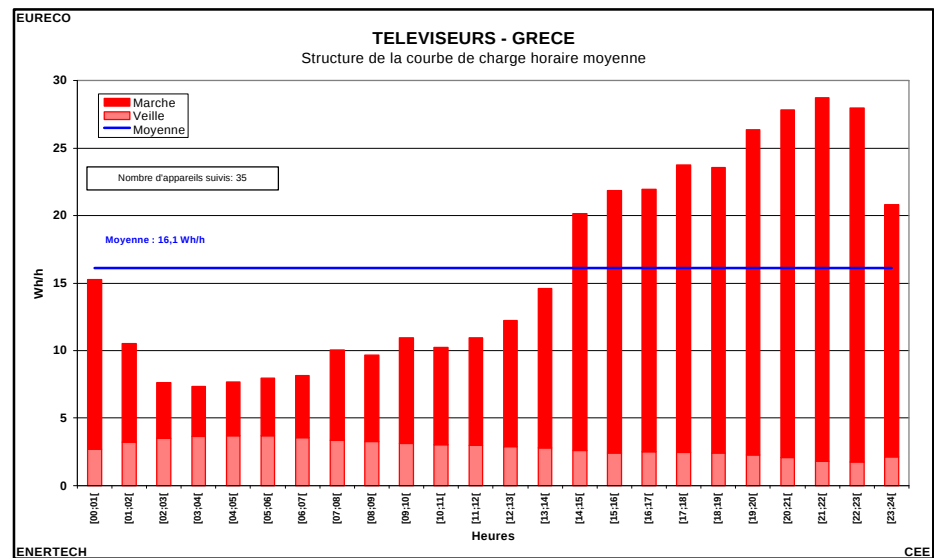
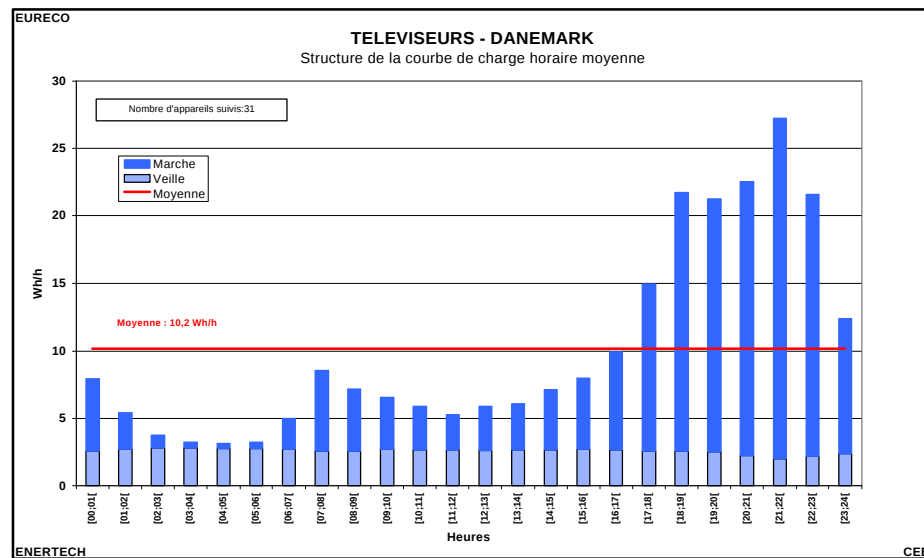


Figure 8.14 : structure de la courbe de charge horaire moyenne des téléviseurs, vu du réseau

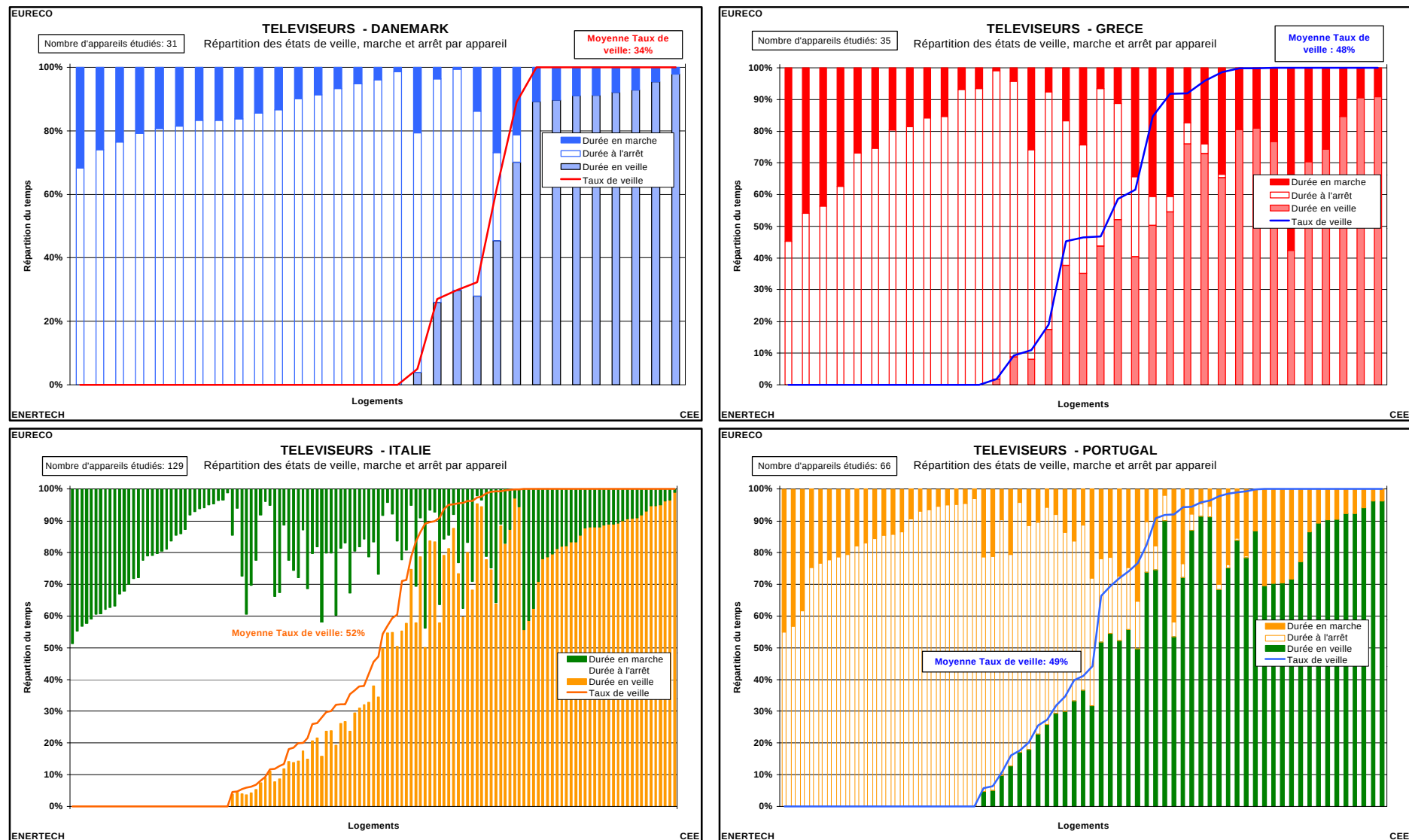


Figure 8.15 : part de l'arrêt, de la veille et de la marche pour les téléviseurs suivis

8.6.5 CARACTERISTIQUES GENERALES

Les principales caractéristiques de fonctionnement des téléviseurs figurent dans le tableau de la figure 8.16 :

Pays	Danemark	Grèce	Italie	Portugal	Ecodrôme
Consommation annualisée moyenne (kWh/an)	91	142	124	92	201
Valeur max de la consommation annualisée moyenne (kWh/an)	220	302	489	360	460
Puissance appelée moyenne (W)	75	75	74	61	?
Valeur max de la puissance appelée (W)	123	126	199	129	?
Valeur min de la puissance appelée (W)	37	41	35	38	41
Consommation de veille moyenne (kWh/an)	23,2	25,0	27,3	24,1	?
Part de la veille dans la consommation annualisée des téléviseurs (%)	25,5	17,6	22,0	26,2	?
Taux de veille (= temps veille/(temps de veille+temps d'arrêt) en %	34	48	52	49	?
Temps moyen de fonctionnement quotidien (h)	3,8	5,4	4,6	4,0	7,0
Nombre d'allumages quotidien de la TV	2,0	2,5	2,7	2,3	?
Durée d'utilisation moyenne à chaque allumage du téléviseur (h)	2,0	2,2	1,75	1,75	?

N.B. : pour **Ecodrôme** il ne s'agit pas de valeurs annualisées mais de mesures sur un an

Figure 8.16 : TELEVISEURS - caractéristiques générales

On voit que le temps d'utilisation quotidien est le principal déterminant de la consommation d'un téléviseur. Il est intéressant de constater que le rapport de la consommation annuelle (en kWh) au temps de fonctionnement quotidien (en h) varie très peu d'un pays à l'autre : il vaut entre 23,0 kW (Portugal) et 28,7 kW (**Ecodrôme**).

Le cas du Danemark mérite à nouveau qu'on s'y arrête : il a le meilleur taux de veille, mais il est aussi le pays où le téléviseur est le moins utilisé. Par voie de conséquence, la consommation de la veille, lorsqu'elle existe, est plus lourde, et son poids dans la consommation annuelle du téléviseur a ainsi deux raisons d'être plus important. Ainsi au Danemark la consommation de veille est en moyenne de 23,2 kWh/an, soit presque autant que dans les autres pays, mais la part de la veille dans la consommation annuelle du téléviseur est de 25,5 %, soit l'un des taux les plus élevés.

Conclusion : la mobilisation contre les veilles des téléviseurs doit en priorité concerner les usagers utilisant peu leur appareil.

8-7 LES MAGNETOSCOPES

L'équipe italienne s'est intéressée aux magnétoscopes et en a instrumentés 35. Ce qui suit est une analyse rapide de ces 35 appareils. Compte tenu du caractère très international de ce type de produit, on peut penser que les conclusions auront un caractère reproductible.

Plus que pour tout autre appareil, l'étude du fonctionnement du magnéscope est indissociable de celle des veilles. Son fonctionnement est d'abord un fonctionnement en veille et marginalement en marche. Dans ce qui suit la veille ne sera donc pas évoquée au cours d'un paragraphe spécifique, mais tout au long des analyses.

8.7.1 PUISSANCE MAXIMALE APPELEE

La figure 8.17 représente la distribution des puissances maximales observées (haut) et des puissances de veille (bas).

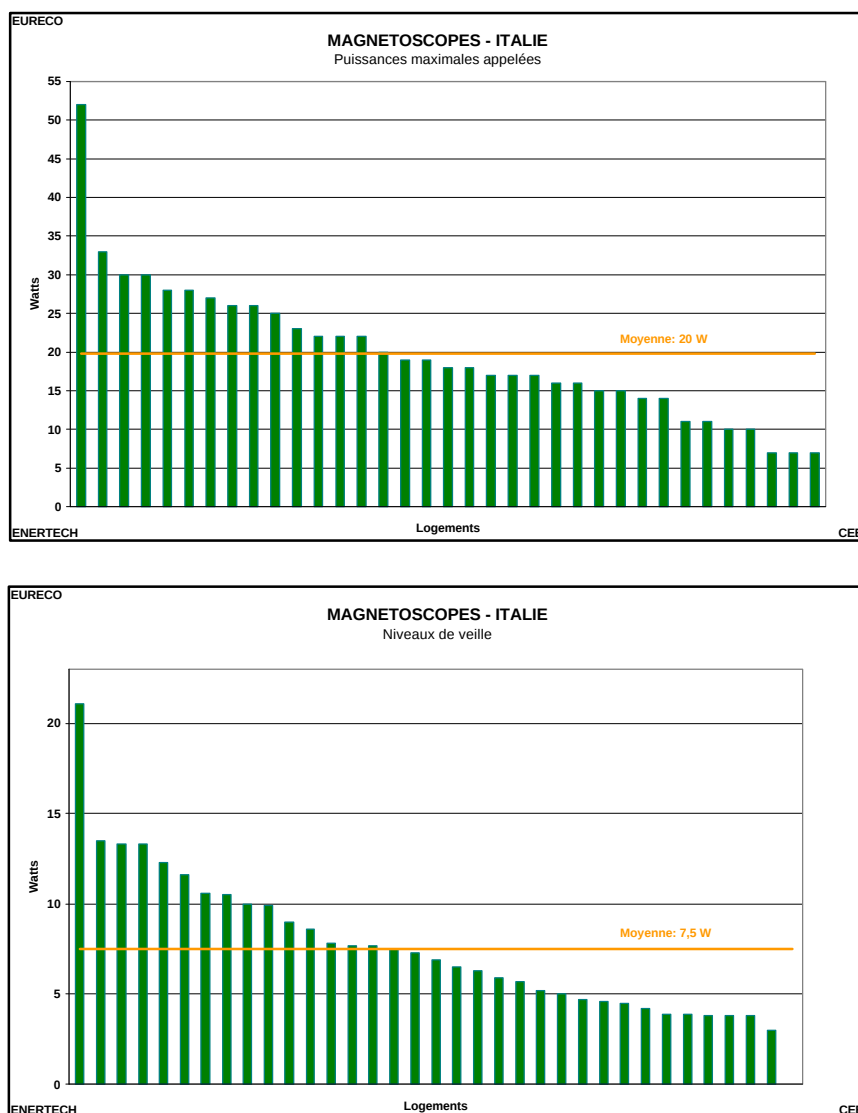


Figure 8.17 : distribution des puissances maximales appelées (haut) et des puissances de veille (bas)

En moyenne, la puissance maximale observée est de 20 W. Mais il existe certains matériels pour lesquels elle peut dépasser 50 W. Quant à la puissance de veille elle est en moyenne de 7,5 W (cet aspect sera abordé de façon beaucoup plus large dans le chapitre 12).

8.7.2 CONSOMMATION ANNUALISEE

La consommation annualisée des magnétoscopes suivis est en moyenne de 70 kWh/an, celle de la veille seule de 63 kWh/an.

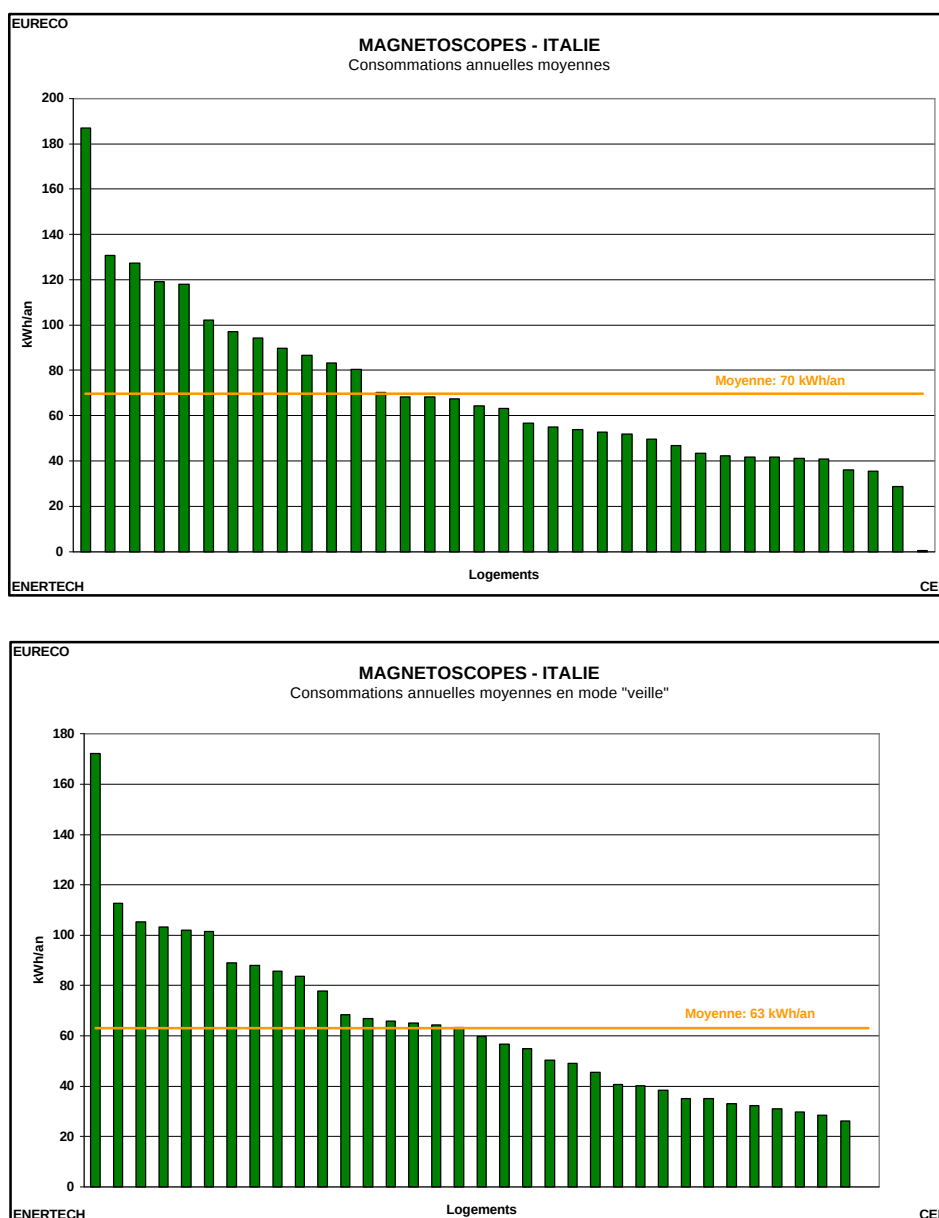


Figure 8.18 : consommation annualisée des magnétoscopes, totale (haut), et en veille (bas)

La part de la consommation de veille dans la consommation totale des magnétoscopes est de 90 %. En marche un magnéscope consomme donc ...7 kWh/an.

Aussi importante que soient ces valeurs, elles constituent une nette amélioration par rapport aux premières observations faites en France en 1995 (voir réf [7]). La consommation

moyenne des magnétoscopes était alors (sur 54 appareils suivis) de 122 kWh/an, la veille représentant 96,5 % de cette consommation. La consommation en marche des magnétoscopes absorbait 4,5 kWh/an.

Il est donc évident que le parc des appareils a connu une nette amélioration concernant le niveau de puissance de veille. Une partie de cette amélioration est néanmoins absorbée par une plus grande utilisation quotidienne des appareils, mais ceci est négligeable.

8.7.3 STRUCTURE DE LA COURBE DE CHARGE HORAIRE

La figure 8.19 représente la structure (en mode de fonctionnement) de la courbe de charge horaire moyenne, vu du réseau. L'état arrêté est pratiquement inexistant pour un magnétoscope, puisqu'il faudrait débrancher l'appareil du réseau. Il ne subsiste donc majoritairement que deux états possibles : marche ou veille.

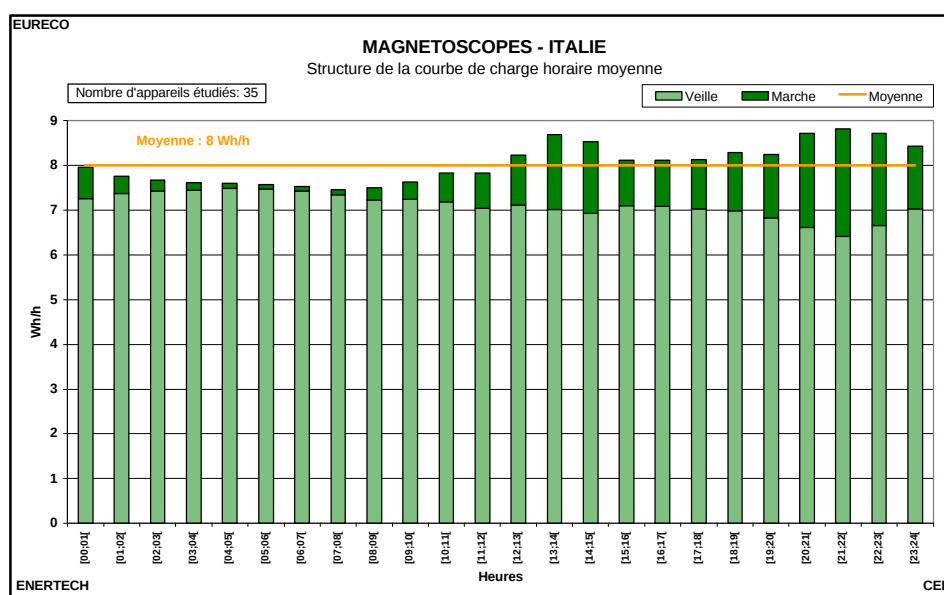


Figure 8.19 : structure de la courbe de charge horaire moyenne des magnétoscopes, vu du réseau

Ce graphique montre que :

- le fonctionnement des magnétoscopes se fait, en Italie, majoritairement l'après-midi et surtout le soir, ce dont on pouvait se douter,
- la consommation de veille est maximum la nuit (ce qui est normal) et vaut alors en moyenne 7,5 W (rapportée à l'ensemble du parc d'appareils). Elle diminue au cours de la journée au fur et à mesure que les appareils sont utilisés et passe par un minimum au moment de la pointe d'usage des magnétoscopes. Elle vaut alors en moyenne 6,5 W.

8.7.4 CARACTERISTIQUES GENERALES

Le tableau de la figure 8.20 regroupe les principales caractéristiques des magnétoscopes suivis.

Caractéristiques	Italie
Consommation annualisée moyenne totale (kWh/an)	70
Consommation annualisée moyenne de la veille(kWh/an)	63
Valeur max/min de la consommation annualisée totale moyenne (kWh/an)	187 / 29
Puissance appelée moyenne en marche (W)	20
Valeur max de la puissance appelée (W)	52
Valeur min de la puissance appelée (W)	7
Valeur moyenne de la puissance de veille (W)	7,5
Valeur max de la puissance de veille (W)	21
Valeur min de la puissance de veille (W)	3
Part de la veille dans la consommation annualisée des magnétoscopes (%)	90
Temps moyen de fonctionnement quotidien (h)	1,07
Nombre d'allumages quotidiens du magnéscope	0,93
Durée d'utilisation moyenne à chaque allumage du magnéscope (h)	1,33

Figure 8.20 : MAGNETOSCOPES - caractéristiques générales (observations en Italie)

CHAPITRE 9 : LE SITE INFORMATIQUE

9-1 DESCRIPTION DU MATERIEL SUIVI

Le développement rapide de l'informatique ces dernières années a profondément modifié le paysage énergétique des logements dans lesquels il a introduit un nouveau poste de consommation dont on va voir qu'il peut parfois être le plus important de tout le logement. L'informatique domestique n'est pas un nouvel usage à la marge. C'est un usage qui, même utilisé avec modération, absorbe une quantité importante d'électricité. *A fortiori*, lorsque cet usage est mal utilisé, ou bien utilisé de façon très intensive, il peut devenir l'usage le plus important du logement. Enfin, le matériel informatique, comme la plupart des appareils utilisant de l'électronique, peut être le siège de veilles importantes. Il a donc paru intéressant et justifié, au titre du présent projet, d'instrumenter le site informatique et d'explorer le comportement des appareils qui le composent. C'est probablement la première fois en Europe qu'une campagne aussi importante a lieu puisqu'au total **185 sites informatiques ont été étudiés** et instrumentés.

Sous le vocable de « site informatique », on a inclus sans distinction tout ce qui pouvait composer un site de travail. Dans l'immense majorité des cas, un site regroupe un ordinateur, un écran et une imprimante, ainsi que bien souvent un modem. C'est la consommation globale de cet ensemble qui sera étudié, plutôt que la consommation de chacun des appareils, ce qui aurait nécessité un dispositif de mesure beaucoup plus lourd et plus cher.

9-2 PUISSANCES APPELEES

La puissance appelée par les sites informatiques (voir figure 9.2) varie beaucoup. Ceci est dû à la grande hétérogénéité dans la constitution des sites, puisque sur certains on peut, exceptionnellement trouver deux ordinateurs. La puissance maximum appelée vaut en moyenne 216 W au Danemark, 148 W en Grèce, 154 W en Italie et 166 W au Portugal.

La puissance maximum atteinte est de 533 W au Danemark, 196 W en Grèce, 511 W en Italie (où le second utilisateur n'est plus qu'à 293 W) et 357 W au Portugal. Les puissances les plus faibles sont de 23 W au Danemark (ordinateur portable ?), 116 W en Grèce, 46 W en Italie et 53 W au Portugal.

Le pourcentage de sites dont la puissance est supérieure ou égale à une valeur donnée est donné par le tableau de la figure 9.1.

Puissance	Danemark	Grèce	Italie	Portugal
> 400 W	14,0	0	1,8	2,0
> 300 W	23,3	0	1,8	2,6
> 200 W	32,6	0	12,3	20,5

en %

Figure 9.1 : pourcentage des sites informatiques dont la puissance dépasse un certain seuil

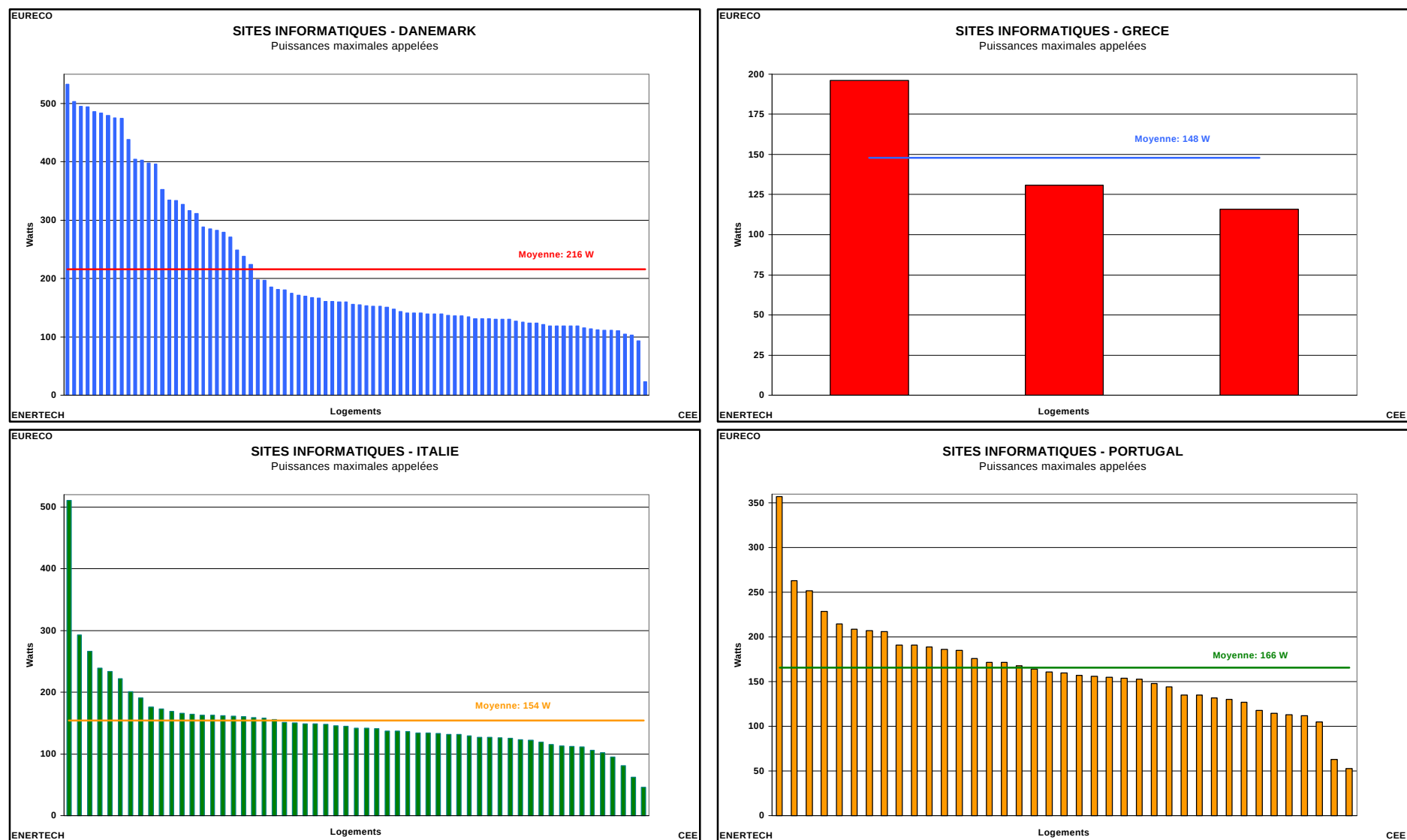


Figure 9.2 : distribution des puissances maximales observées sur les sites informatiques

L'échantillon grec n'est pas significatif. On observe en revanche au Danemark pays où l'informatique individuelle est la plus développée, des niveaux de puissance atteints très élevés qui supposent des sites très complètement équipés, ou recourant majoritairement à des imprimantes laser. Ce que l'on observe au Danemark aujourd'hui doit être considéré comme un phénomène précurseur qui affectera demain tous les autres pays d'Europe lorsque le développement de l'informatique individuelle aura atteint le même niveau.

La figure 9.4 représente les histogrammes de l'ensemble des puissances appelées pendant toute la campagne de mesure. Pour des questions de représentation on a dû faire figurer les barres des puissances inférieures ou égales à 20 W (voire 30 W pour le Portugal) avec une échelle 10 fois plus importante que l'échelle des ordonnées. Les valeurs réelles ont donc été inscrites en clair sur chaque barre. Pour le reste des histogrammes, l'échelle des ordonnées fonctionne correctement.

On observe deux faits marquants sur cette figure 9.4 :

■ l'écrasante prédominance des puissances inférieures ou égales à 20 W ! de 81 % au Danemark, à 91 % en Grèce. Ces puissances correspondent à des puissances de veille ou d'arrêt,

■ l'existence de pics de puissance dans les classes 50 à 90 W d'une part et 100 à 150 W d'autre part. Il s'agit, pour les premières valeurs, de la puissance appelée par des ordinateurs seuls (sans écran), et pour les secondes valeurs, des ordinateurs avec écran.

Le tableau de la figure 9.3 regroupe les principales caractéristiques de ces courbes et précise l'existence des classes dominantes :

Pays	Danemark	Grèce	Italie	Portugal
Pourcentage des puissances ≤ 20 W (%)	81	91	87	84
Pourcentage des puissances comprises entre 30 et 90 W (%)	8,9	2,6	5,2	6,0
Pourcentage des puissances comprises entre 100 et 150 W (%)	7,2	3,3	5,6	8,4
Classes dominantes (kWh/an et %)	110-120 (1,7 %)	160-170 (1,7 %) 100-110 (1,5 %)	110-120 (1,6 %)	110-120 (1,9 %) 70-80 (1,8 %) 130-140 (1,7 %)

N.B. : pour *Ecodrôme* il ne s'agit pas de valeurs annualisées mais de mesures sur un an

Figure 9.3 : SITES INFORMATIQUES - principales caractéristiques de la puissance appelée

L'essentiel des puissances appelées non nulles sont des puissances de veille, et le reste du temps est partagé de façon à peu près égale entre le fonctionnement d'ordinateurs seuls, et le fonctionnement d'ordinateurs avec écrans.

La classe dominante est pratiquement toujours la classe 110-120 W qui semble donc correspondre à la puissance type d'un ordinateur et d'un écran cathodique.

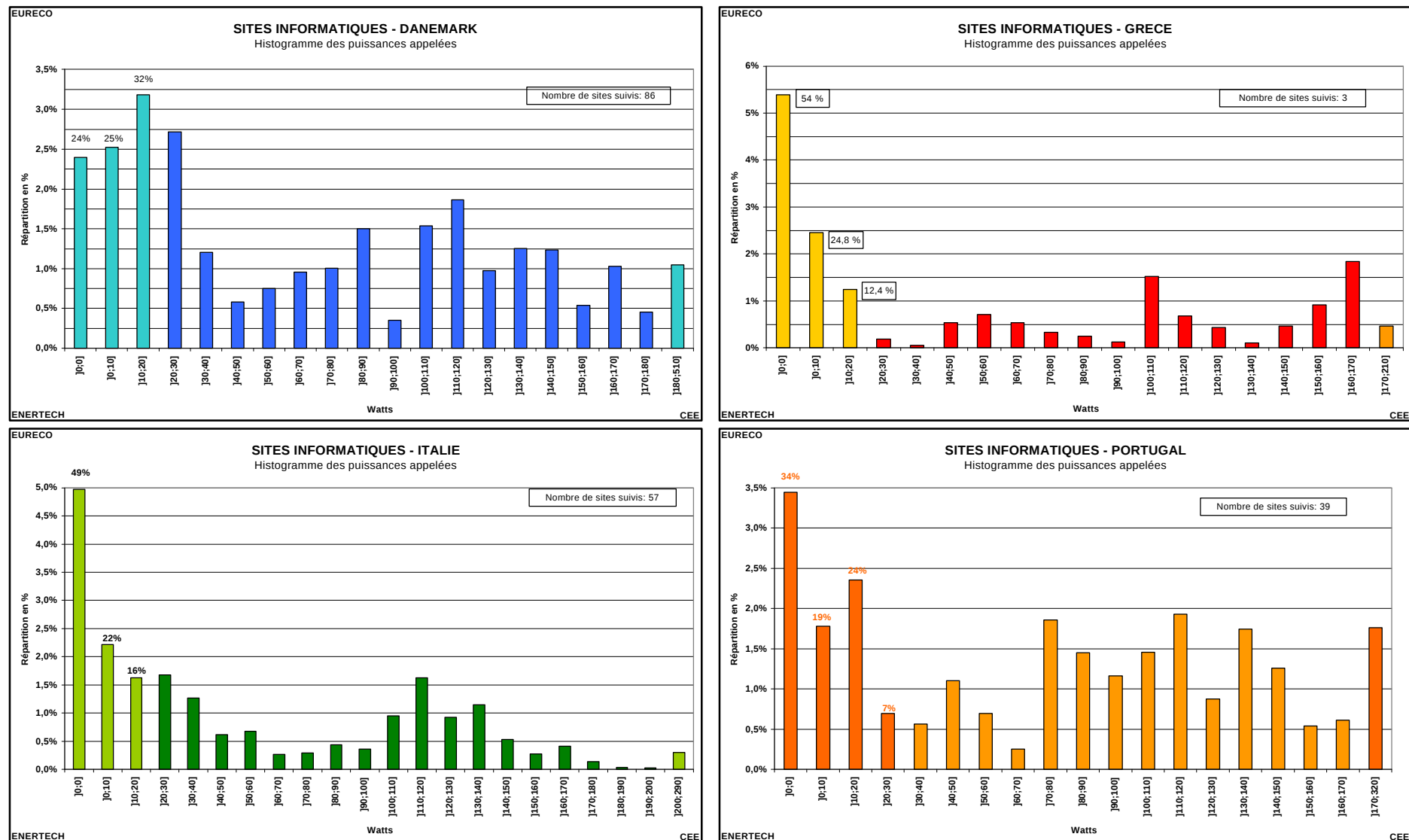


Figure 9.4 : histogramme des puissances appelées par les sites informatiques

9-3 CONSOMMATION ANNUELLE

La figure 9.6 représente les distributions des consommations annualisées des sites informatiques dans les quatre échantillons.

C'est au Danemark que la consommation est la plus élevée avec une moyenne de 226 kWh/an. Vient ensuite le Portugal avec 219 kWh/an, puis l'Italie avec 132 kWh/an et la Grèce 110 kWh/an. La moyenne sur les quatre pays est de 172 kWh/an.

Les caractéristiques générales de consommation sont données dans le tableau 9.5 :

Pays	Danemark	Grèce	Italie	Portugal
Consommation annualisée moyenne (kWh/an)	226	110	132	219
Valeur max de la consommation annualisée moyenne (kWh/an)	1055	187	389	810
Valeur min de la consommation annualisée moyenne (kWh/an)	-	70	-	17
Rapport max/min	-	2,7	-	47,6
Part des sites dont la consommation annualisée > 300 kWh/an (%)	20,9	0	8,8	23,1
Part des sites dont la consommation annualisée > 200 kWh/an (%)	38,4	0	26,3	46,2
Consommation annualisée moyenne par personne (kWh/pers/an)	65,7	40,2	35,4	74,5
Consommation annualisée moyenne par m ² (kWh/m ² /an)	1,87	1,10	1,42	1,97

Figure 9.5 : SITES INFORMATIQUES - consommations annualisées

Dans les pays comme le Danemark où la plupart des ménages disposent d'un site audiovisuel, celui-ci consomme en moyenne autant qu'un lave-linge et plus de 20 % des sites consomment plus de 300 kWh/an. Le record observé de 1.055 kWh/an est un cas un peu particulier dans lequel l'utilisateur dispose de deux ordinateurs utilisés de façon intensive. Mais ce cas n'est pas isolé puisqu'il y a au Danemark quatre logements dont la consommation du site informatique dépasse 750 kWh/an. Il faut rappeler qu'un ordinateur et son écran, en situation professionnelle dans un bureau, consomme en moyenne 250 kWh/an.

La figure 9.7 représente les histogrammes des consommation annualisées :

■ Danemark

- la classe dominante est la classe 100-150 kWh/an. 50% des sites ont une consommation comprise entre 50 et 200 kWh/an,
- une classe secondaire regroupe 10% des sites entre 400 et 550 kWh/an.

■ Italie

- la classe dominante est la classe 50-100 kWh/an. 52% des sites ont une consommation inférieure à 100 kWh/an,
- une classe secondaire regroupe 14% des sites entre 200 et 250 kWh/an.

■ Portugal

- la classe dominante est la classe 50-100 kWh/an (21 % des sites). 62% des sites ont une consommation comprise entre 50 et 250 kWh/an,
- une classe secondaire regroupe 15% des sites entre 200 et 250 kWh/an.

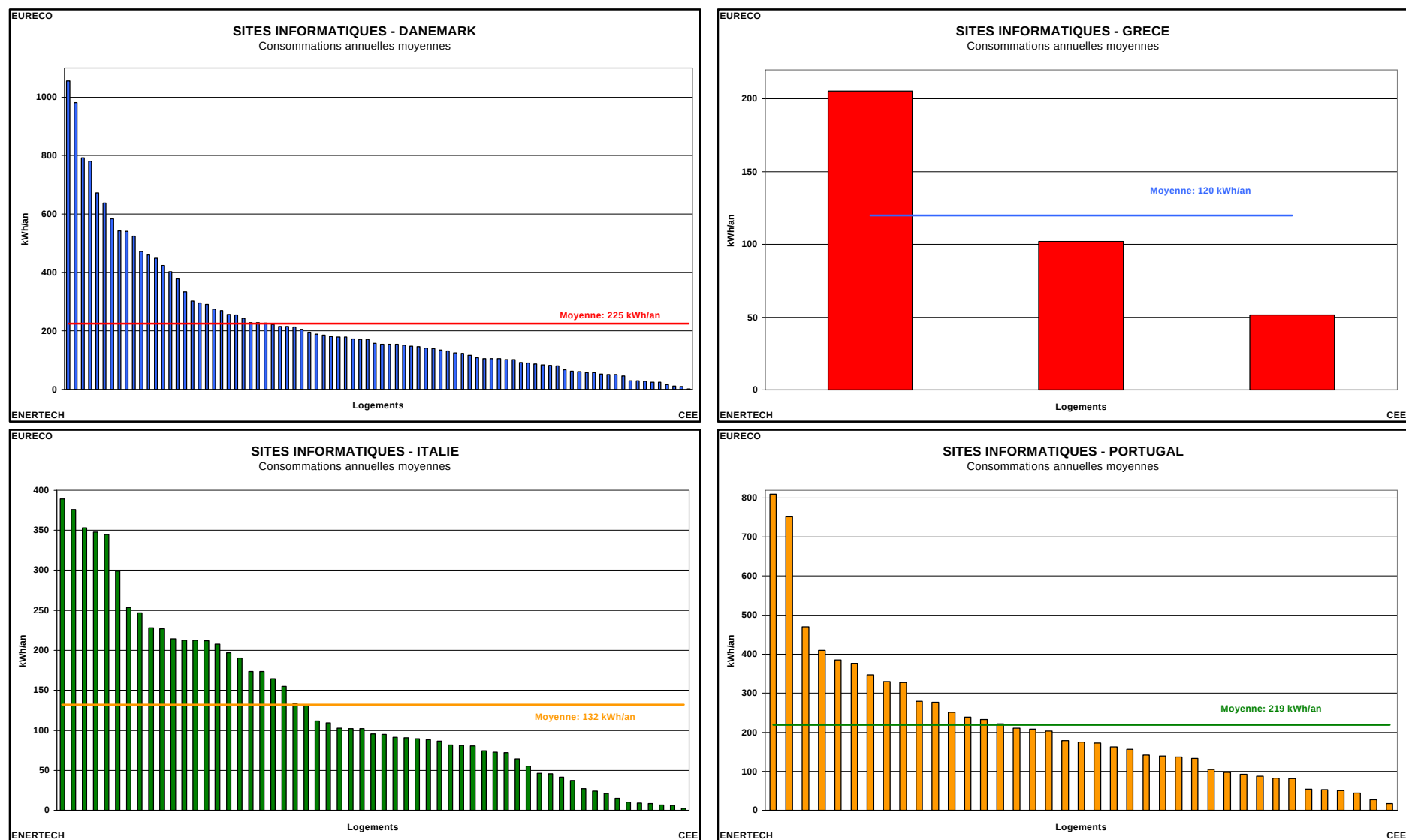
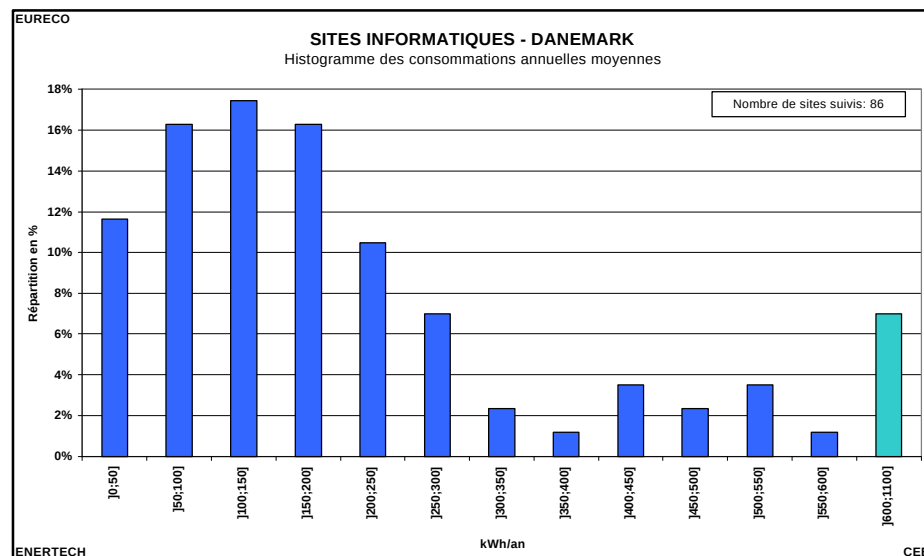


Figure 9.6 : distribution des consommations annualisées des sites informatiques



Echantillon insuffisant en Grèce

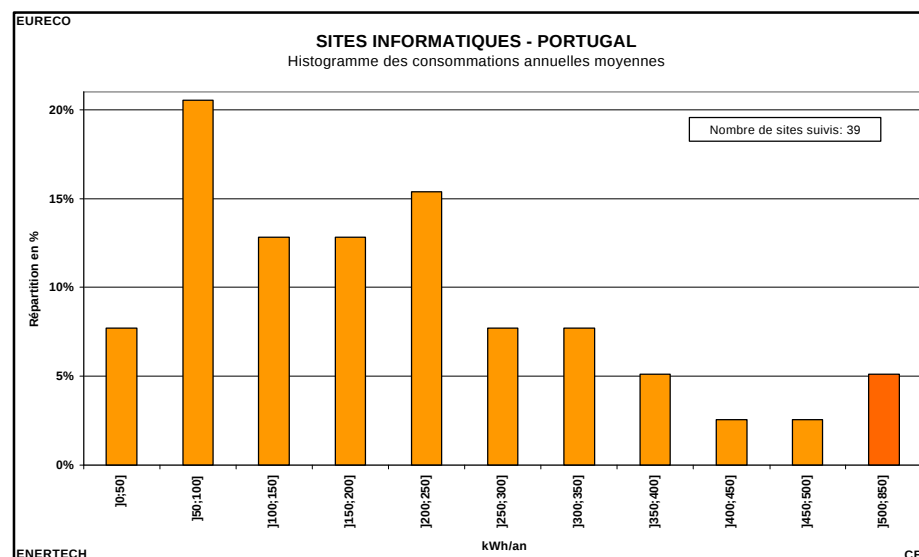
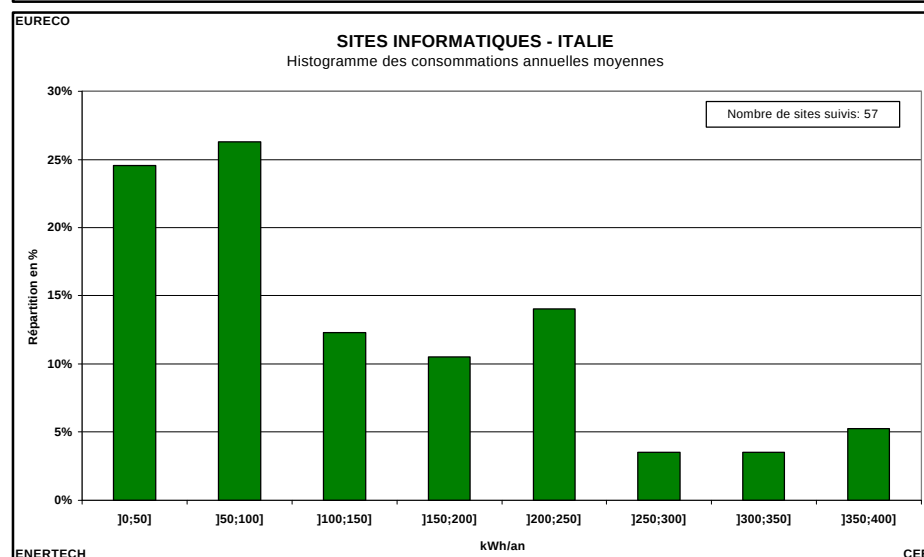


Figure 9.7 : histogrammes des consommations annualisées des sites informatiques

9-4 CONSOMMATION DE VEILLE

Le suivi au pas de temps de dix minutes des sites informatiques a permis de mener les analyses sur la veille du site de manière très simple. Les niveaux de puissance très contrastés du site informatique le différencie beaucoup du site audiovisuel et rendent beaucoup plus aisée l'étude des consommations de veille.

Rappelons que la veille du site informatique est la consommation que l'on observe lorsque l'unité centrale n'est pas en fonctionnement. On part du principe que sans celle-ci le site n'est pas opérationnel, et donc que sa consommation est une consommation de veille.

Beaucoup d'ordinateurs, d'écrans et d'imprimantes ont en effet une consommation non nulle lorsque l'ordinateur est arrêté. Pour supprimer cette consommation il n'y a qu'une solution : les débrancher du réseau.

Dans ce qui suit les sites informatiques en marche mais non utilisés ne sont donc pas comptabilisés comme en état de veille. Ils n'apparaîtront donc pas dans les potentiels d'économie.

L'examen de la figure 9.8 permet plusieurs remarques :

- le taux de sites ne présentant aucune veille est de 15 % au Danemark, 40 % en Italie et 26 % au Portugal,

- la consommation annualisée moyenne de la veille par site est de :
 - 73 kWh/an au Danemark, 25 kWh/an en Grèce (échantillon non significatif), 38 kWh/an en Italie et 63 kWh/an au Portugal (soit une moyenne générale sur les trois pays hors Grèce de 58 kWh/an/site) si la référence est l'ensemble des sites existants, qu'ils soient le siège d'une veille ou non,
 - 86 kWh/an au Danemark, 38 kWh/an en Grèce, 64 kWh/an en Italie et 85 kWh/an au Portugal (soit une moyenne générale sur les trois pays hors Grèce de 78 kWh/an/site) si la référence est l'ensemble des sites qui sont le siège d'une veille,

- vu du réseau, la consommation totale d'électricité absorbée par la veille sur un parc de sites informatiques représente 32,3 % de la consommation totale de ce parc au Danemark, 22,7 % en Grèce (non significatif), 28,8 % en Italie et au Portugal. Si l'on exclut la Grèce qui n'est pas représentative, **la consommation d'électricité absorbée par la veille des sites informatiques représente en moyenne sur les trois pays, 30 % de la consommation totale de ces sites.** Ceci constitue *a priori* un important gisement potentiel d'économie.

La figure 9.9 indique la part de la veille dans la consommation de chacun des sites informatiques. La valeur moyenne indiquée sur chaque graphique représente la moyenne des moyennes, ce qui explique l'écart que l'on peut parfois constater avec les valeurs données au paragraphe précédent et qui ont été déterminée à partir des valeurs des consommations elles-mêmes.

On observe que le poids de la veille dans la consommation des sites informatiques peut devenir considérable : il atteint 95 % dans un logement au Danemark, et dépasse 90 % également au Portugal et en Italie. La part des sites informatiques qui sont le siège d'une veille et pour lesquels cette veille dépasse 50 % de la consommation totale du site est de 31,5 % au Danemark, 32,4 % en Italie et 31,0 % au Portugal, soit une moyenne de 31,6 %. Ce taux est très important et devrait motiver une action en direction des usagers de ces sites que l'on peut qualifier de mal utilisés.

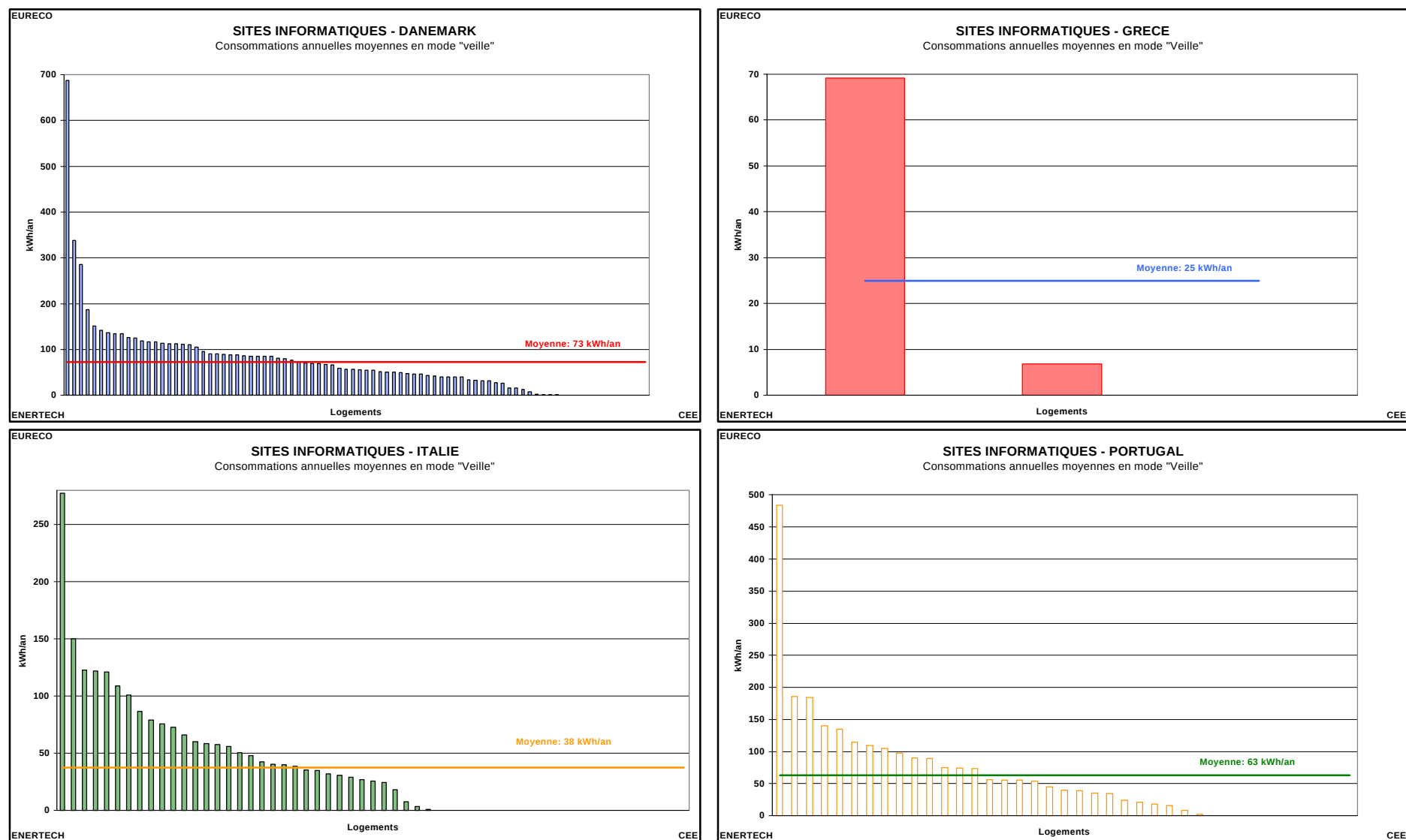


Figure 9.8 : distribution des consommations de veille des sites informatiques

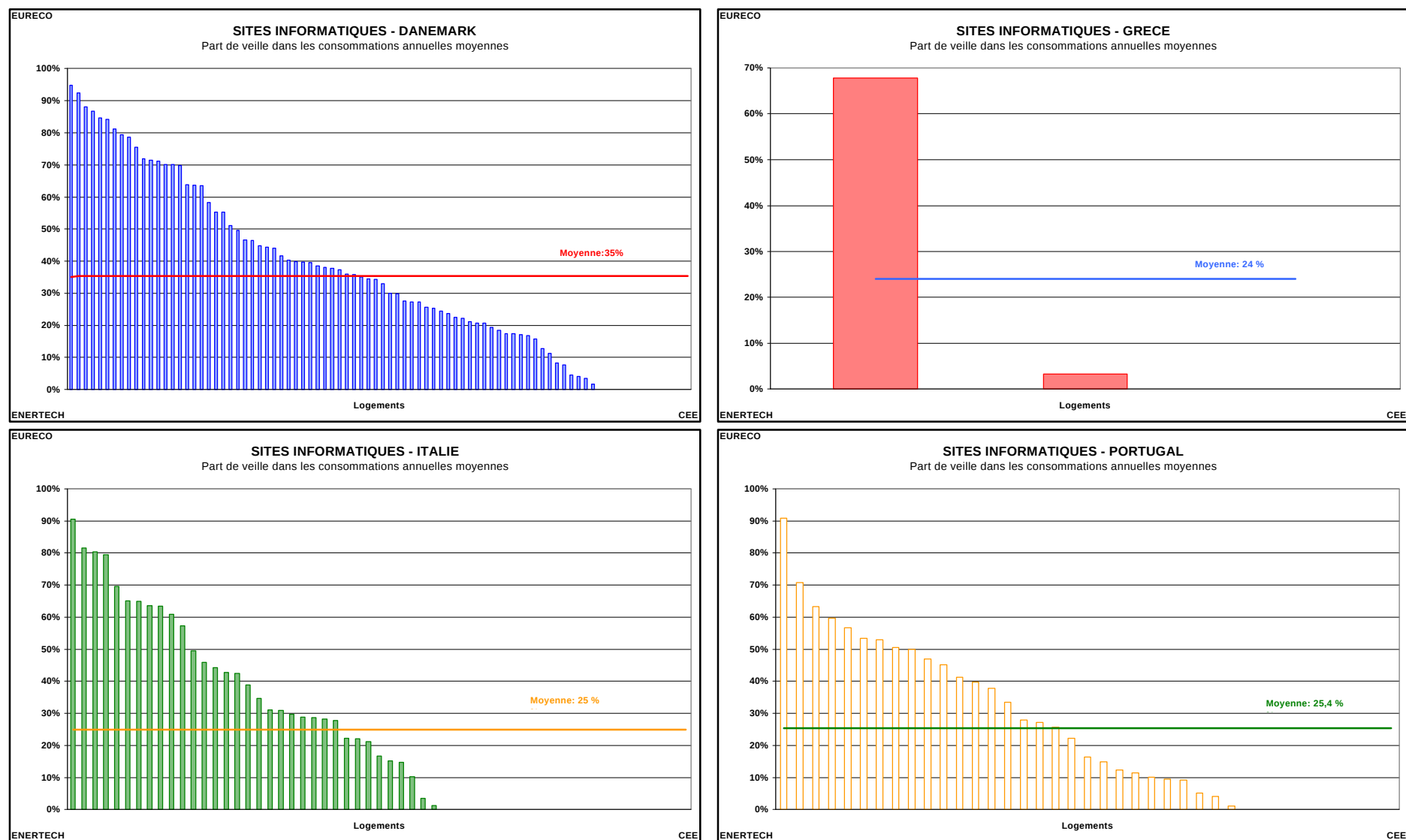


Figure 9.9 : part de la consommation de veille dans la consommation annualisée des sites informatiques

Enfin, la figure 9.10 fournit, pour les 24 h d'une journée, l'état de fonctionnement du parc des sites informatiques. Pour chaque heure on peut connaître quelle est la part du parc qui est en état de marche, de veille ou d'arrêt. On observe que :

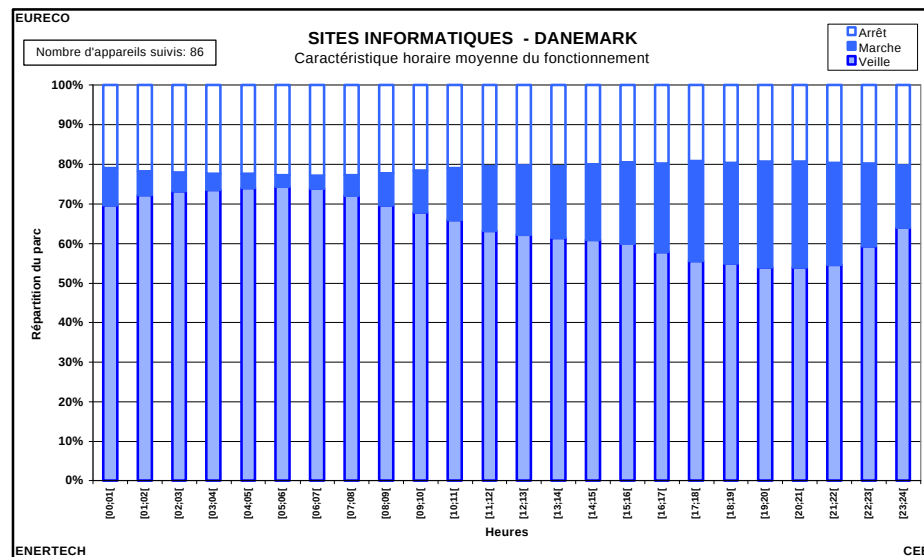
- il y a en permanence environ 20 % des sites à l'arrêt au Danemark, entre 40 et 50% en Italie, et environ 30 % au Portugal,
- il y a en permanence entre 55 et 75 % des sites en état de veille au Danemark, entre 40 et 50 % en Italie, et entre 40 et 60 % au Portugal. Le Danemark était apparu comme un bon élève pour la gestion du site audiovisuel, mais il apparaît ici plutôt comme un mauvais élève pour la gestion du site informatique qu'il laisse beaucoup trop souvent en veille,
- il y a au maximum 27 % des sites qui fonctionnent simultanément au Danemark, 22 % en Italie et 36 % au Portugal,
- le moment où il y a le plus d'utilisateurs de l'informatique est entre 19 et 21 h au Danemark, entre 19 et 20 h en Italie et entre 22 et 23 h au Portugal,
- le moment où il y a le moins d'utilisateurs de l'informatique est entre 4 et 7 h au Danemark, entre 3 et 6 h en Italie, et entre 5 et 7 h au Portugal.

9-5 COURBE DE CHARGE HORAIRE

Les courbes de charge horaires présentées par la figure 9.11 fournissent également quelle est la part de la consommation horaire qui est due à des sites en marche et à des sites en veille.

Toutes les courbes ont à peu près le même profil mais pas la même amplitude. La consommation des sites informatiques passe de façon croissante et progressive d'une valeur minimale la nuit (la consommation est alors essentiellement constituée de veille) à une valeur maximale en soirée, l'heure de la pointe différant sensiblement d'un pays à l'autre (voir plus haut). Puis elle décroît assez brutalement en début de nuit pour retrouver son régime minimum. Dans certains pays (Danemark et Portugal), la consommation des sites en marche est encore très importante entre 2 et 3 h du matin. L'informatique est une activité qui se pratique beaucoup la nuit.... A moins que ce ne soient des ordinateurs que leurs usagers négligent d'arrêter le soir.

Compte tenu de la part relativement faible des sites qui sont en fonctionnement à un moment donné de la journée (voir plus haut), la consommation de veille varie assez peu au cours de la journée. Elle présente évidemment un profil en opposition avec celui de la courbe de charge, avec une pointe de veille au moment du creux nocturne de la charge, et un creux des veilles au moment de la pointe du soir de la charge.



Echantillon insuffisant en Grèce

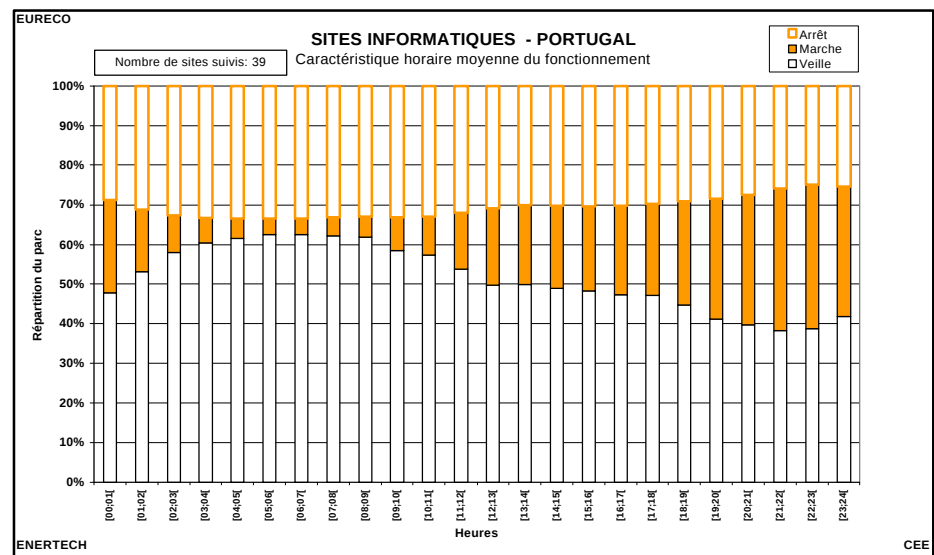
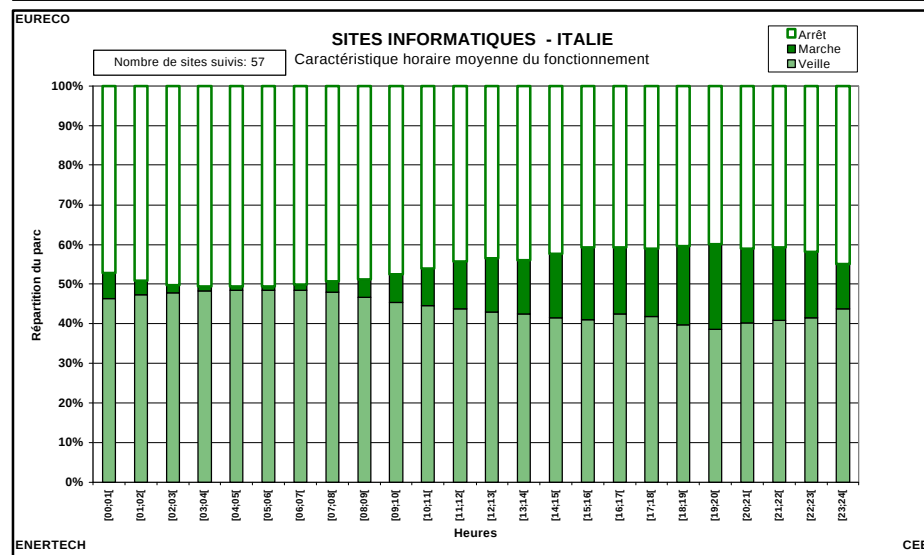
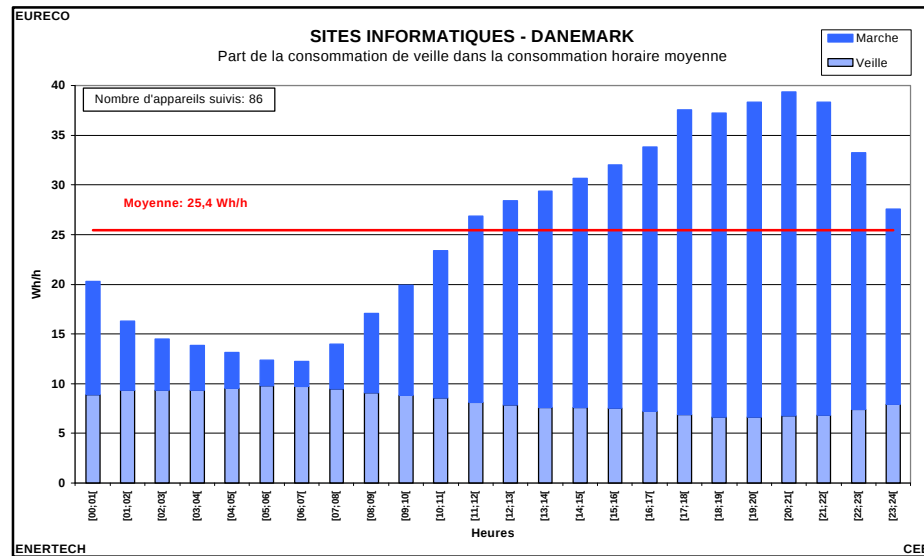


Figure 9.10 : état horaire du parc des sites informatiques (marche/arrêt/veille)



Echantillon insuffisant en Grèce

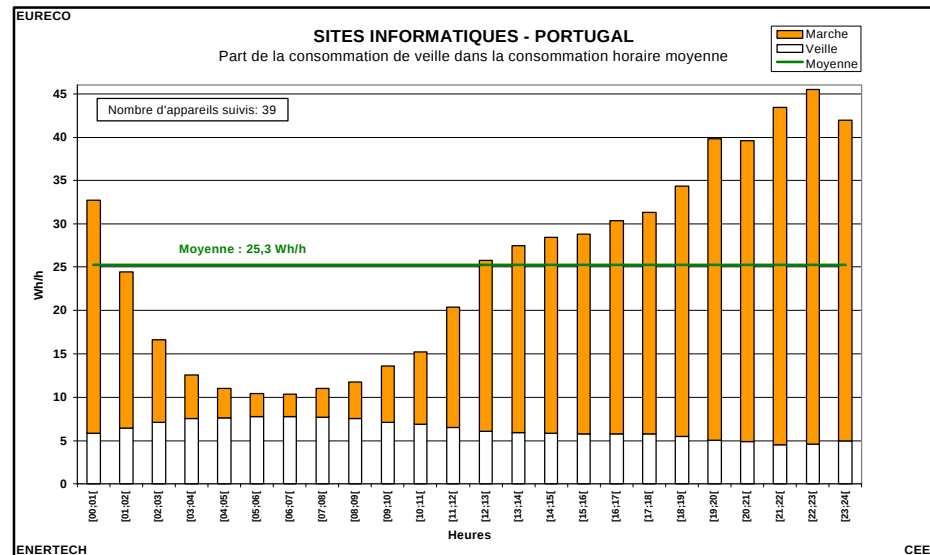
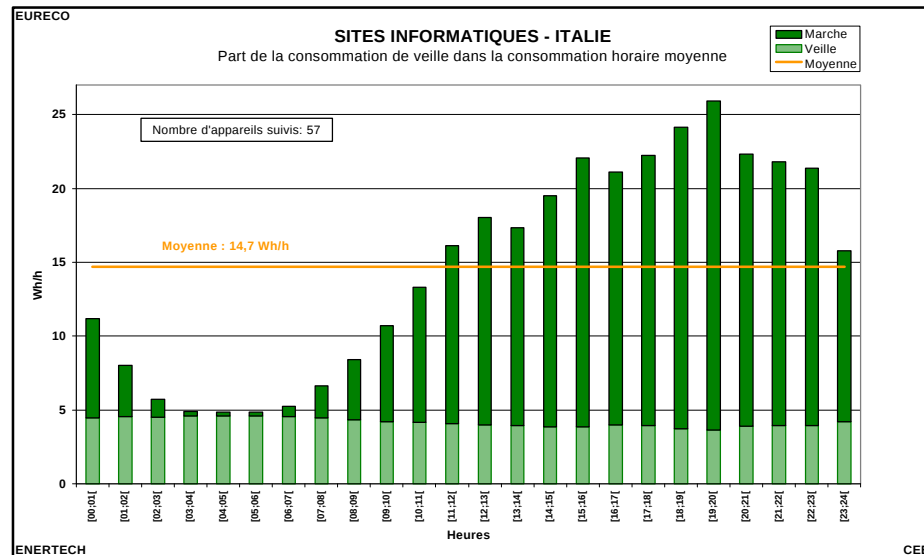


Figure 9.11 : structure de la courbe de charge horaire moyenne des sites informatiques, vu du réseau

9-6 CARACTERISTIQUES COMPLEMENTAIRES

Une analyse un peu plus approfondie des 86 sites informatiques du Danemark a permis de préciser leurs conditions d'utilisation. Les figure 9.12 à 9.14 présentent ces résultats.

La durée quotidienne moyenne d'utilisation du site informatique est de 3,4 h. On voit aussi que 80 % des sites sont en marche plus d'une heure par jour, 55 % plus de 2 h/jour et 10 % des sites plus de 9h/jour.

La durée maximum de fonctionnement quotidien observé est de 13h/jour.

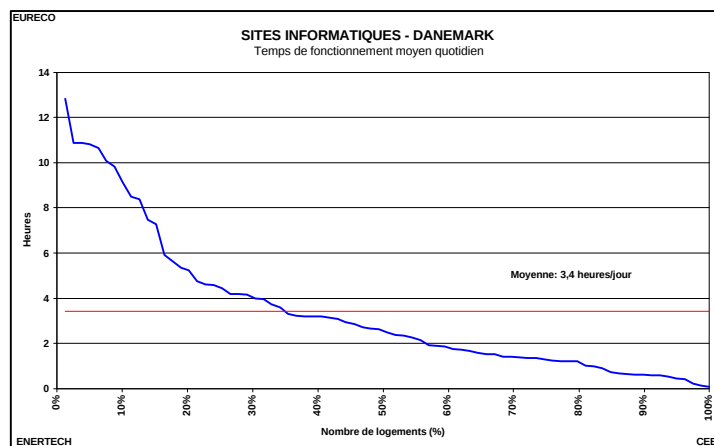


Figure 9.12 : sites informatiques - courbe des fréquences cumulées de la durée quotidienne de fonctionnement

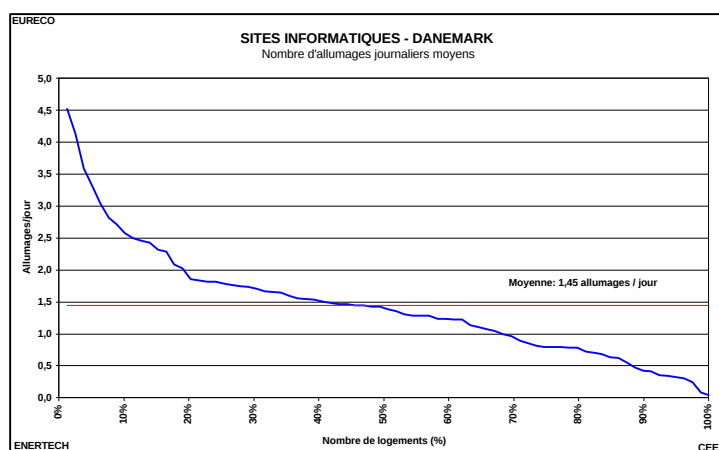


Figure 9.13 : sites informatiques - courbe des fréquences cumulées du nombre d'allumages quotidiens

Le temps moyen de fonctionnement par allumage est de 2,5 h. On voit aussi que 80 % des sites sont utilisés plus d'une heure par allumage, 50 % sont utilisés plus de 2 h/allumage et 10 % des sites sont en fonctionnement plus de 5h45' par allumage.

La durée maximum observée par allumage est de 8h.

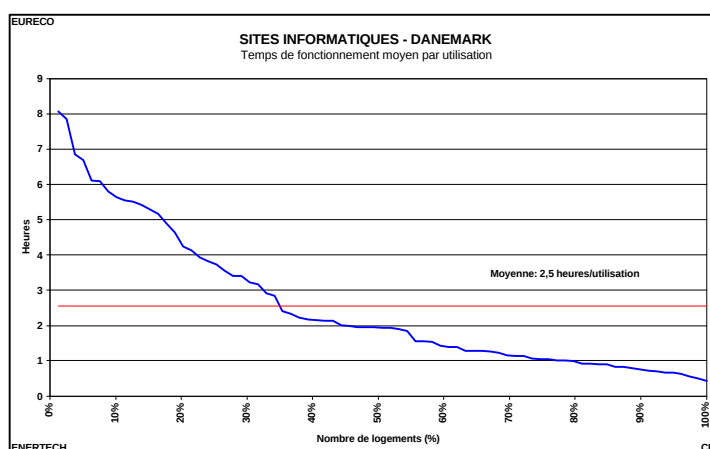


Figure 9.14 : sites informatiques - courbe des fréquences cumulées de la durée moyenne de fonctionnement par allumage