

FUSION STATISTIQUE DE DONNEES D'ENQUETE : CAS DES AUDIENCE TV HORS-DOMICILE

Louis Pécourt¹ & Lise Lejalé² & Lorie Dudoignon³ & Flavien Alleaume⁴

^{1,2,3,4} *Médiamétrie, 70 rue Rivay, 92532 Levallois-Perret Cedex,* ¹ lpecourt@mediametrie.fr,
² llejale@mediametrie.fr, ³ ldudoignon@mediametrie.fr, ⁴ falleaume@mediametrie.fr

Résumé

Le panel Médiamat de Médiamétrie constitue la mesure de référence du média TV. Une part de l'audience hors-domicile peut être mesurée grâce aux invités. Cela correspond à la consommation TV réalisée sur un écran de TV chez des parents ou amis. Depuis 2015, la durée d'écoute consacrée au média TV sur le poste de télévision baisse. Or, la télévision a besoin de préserver sa position au sein des médias (Internet, Radio, Affichage ...) dans les choix que peuvent faire les annonceurs pour leurs campagnes publicitaires. Aussi, Médiamétrie a lancé un programme d'intégration des usages TV non mesurés jusqu'alors dans le Médiamat. La première étape de ce programme a été franchie en avril 2020 avec l'ajout de l'ensemble des audiences hors-domicile dans les résultats de référence.

La solution repose sur la complémentarité de deux panels :

- Le panel Médiamat qui constitue le socle de la mesure TV ;
- Un second panel d'individus permet la mesure de l'audience TV quels que soient l'écran et le lieu. Ce panel sert de complément au premier pour l'audience hors-domicile.

L'approche proposée est une fusion de type donneur-receveur. La fusion s'effectue en 3 opérations successives : la stratification, le calcul de la distance et le jumelage. Ironie du sort, l'intégration des audiences hors-domicile dans la mesure de référence a été mise en service en pleine période de confinement. Cela nous a permis de vérifier que la méthode est robuste et donne des résultats très cohérents. La prochaine étape de ce grand programme d'évolutions de la mesure d'audience TV sera l'intégration des audiences TV sur écrans digitaux à domicile courant 2022.

Mots-clés. Mesure d'audience, panel, fusion statistique, appariement

Abstract

The Médiamat panel from Médiamétrie is the benchmark measure for TV media. Part of the out-of-home audience can be measured through guests. This corresponds to the TV consumption on a TV screen with relatives or friends. Since 2015, the amount of time spent watching television has decreased, jeopardizing the amount of advertising investments in this media. Moreover, Médiamétrie launched a program to integrate TV uses not previously measured in Médiamat. The first step of this program took place in April 2020 with the addition of all out-of-home audiences in the Médiamat benchmark results.

The approach is based on the complementarity of two panels:

- The Médiamat panel which forms the basis of TV measurement;
- A second panel of individuals provides the measurement of the TV audience irrespective of device type or location. This panel is a complement to the first for out-of-home audiences.

These two different sources of data are merged to create a dataset containing both information. Data merging is carried out in 3 successive operations: stratification, calculation of distances between

individuals and pairing. Ironically, the integration of out-of-home audiences into the standard measurement was put into service during the confinement period. We were able to verify that our method is robust and gives very consistent results. The next step in this major program of changes in TV audience measurement will be the integration of TV audiences on digital home screens in 2022.

Keywords. Audience, survey panel, statistical matching, pairing

1 Introduction

Le panel Médiamat de Médiamétrie constitue la mesure de référence du média TV. Cette mesure est fondée sur un panel de près de 5000 foyers équipés d'au moins une TV en France métropolitaine. Tous les postes actifs sont mesurés, c'est-à-dire ceux qui servent au moins une fois par mois pour regarder la télévision. Sur chacun de ces postes, un audimètre détecte automatiquement l'allumage de la télévision, les changements de chaîne et la vision d'enregistrement. Les individus du foyer doivent participer à la mesure en déclarant leur présence devant le poste de télévision via une télécommande. Les données stockées par les audimètres sont collectées en continu.

Une part de l'audience hors-domicile peut être mesurée grâce aux invités (qui se déclarent sur la télécommande via des touches dédiées). Cela correspond à la consommation TV réalisée sur un écran de TV chez des parents ou amis.

Depuis 2015, la durée d'écoute consacrée au média TV sur le poste de télévision baisse. Dans un contexte de développement toujours plus important du marché publicitaire, sur le digital notamment, la télévision a besoin de préserver son poids dans le mix media des annonceurs.

Aussi, Médiamétrie a lancé un programme d'intégration des usages TV non mesurés jusqu'alors dans le Médiamat. La première étape importante de ce programme a été franchie en avril 2020 avec l'ajout de l'ensemble des audiences hors-domicile dans les résultats de référence Médiamat et ce au quotidien, par programme, par cible socio-démographique ... C'est la solution mise en œuvre par Médiamétrie pour cette 1^{ère} étape que nous nous proposons de développer dans cet article.

2 Généralités sur la fusion

La solution repose sur la complémentarité de deux panels :

- Un premier panel de **foyers** (panel fixe) permet la mesure de l'audience sur écran de TV au domicile :

Panel n°1 = MMAT

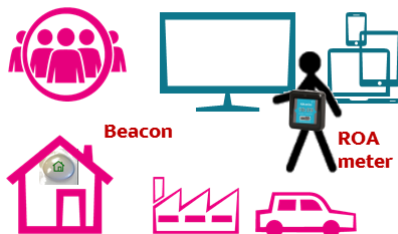


Tous les postes TV actifs du foyer sont mesurés.
Tous les individus 4+ du foyer participent à la mesure.
Les individus déclarent leur présence devant la TV grâce à la télécommande.
Des invités peuvent aussi déclarer leur présence grâce à la télécommande.

Il s'agit du panel Médiamat qui constitue le socle de la mesure TV.

- Un second panel d'**individus** (panel porté) permet la mesure de l'audience TV quels que soient l'écran et le lieu :

Panel n°2 = AIP



AIP pour Audimétrie Individuelle Portée

Toutes les audiences TV des individus panélistes sont mesurées.

Un beacon permet de distinguer les audiences domicile vs autres lieux.

Ce second panel sert de complément au premier pour les audiences hors-domicile.

L'approche proposée est une fusion de type donneur-receveur. Il existe d'autres approches de fusion que l'approche donneur-receveur. Si on s'oriente vers cette solution, c'est parce qu'avec cette approche la base receveuse est complétée mais pas modifiée ce qui garantit une continuité de résultat dans Médiamat sur la partie Audience sur TV Domicile.

Pour chaque individu i de la base receveuse, on cherche un donneur dans la base donneuse. Les données observées pour ce donneur vont être transférées à son receveur. Chaque receveur est unique, mais un donneur peut potentiellement être attribué plusieurs fois.

Pour que la fusion ait du sens, il faut que les couples (receveur, donneur) formés correspondent à des individus qui se « ressemblent ». Pour déterminer si deux individus se ressemblent, toutes les variables communes peuvent être utilisées, soit pour calculer une distance, soit pour définir des strates.

Dans notre cas :

- La base receveuse correspond aux individus âgés de 15 ans et plus du panel MMAT
- La base donneuse correspond aux individus âgés de 15 ans et plus du panel AIP dans des foyers équipés TV
- Les données communes sont les variables socio-démographiques et les audiences TV à domicile
- Les données à transférer sont les audiences TV hors-domicile

La fusion s'effectue alors en 3 opérations successives : la stratification, le calcul de la distance et le jumelage.

3 Stratification

Les strates permettent de définir des jumelages interdits. Par exemple, on peut faire une stratification sur les tranches d'âge de sorte que, pour chaque couple (receveur, donneur) formé, les 2 individus appartiennent à la même tranche d'âge. La fusion étant ensuite appliquée par strate de manière indépendante, cela permet aussi d'optimiser les temps de calcul (parallélisation possible des calculs).

Nous avons cherché à déterminer les variables expliquant le mieux le comportement d'audience TV hors-domicile afin d'avoir les strates les plus homogènes possibles par rapport aux variables à transférer par la fusion. Les critères retenus sont les suivants :

- L'âge de l'individu : toutes nos analyses montrent que c'est la variable socio-démographique la plus corrélée avec la consommation TV hors-domicile.
- Le nombre de personnes du foyer : c'est le deuxième critère expliquant le mieux la consommation hors-domicile après l'âge.
- Le sexe : même si le sexe n'est pas un critère discriminant concernant la consommation TV hors-domicile, il a été décidé par expertise métier d'intégrer cette variable dans la

stratification. En effet, le sexe explique beaucoup de comportements d'audience en particulier concernant le choix des programmes (les clichés ont la vie dure).

- La région d'habitation Ile-de-France/Province : ce critère ressort particulièrement sur les périodes de vacances.

On obtient un total de 35 strates.

4 Calcul des distances

La distance va permettre de choisir pour chaque receveur parmi les donneurs potentiels (i.e. dans la même strate) celui qui lui ressemble le plus, ou du moins suffisamment selon l'algorithme de jumelage choisi.

4.1 Choix de la distance

Définition des variables utiles pour la fonction de distance

Les variables retenues pour la fonction de distance correspondent aux audiences TV à domicile par quart d'heure (sous forme de contact oui/non).

En effet, un des critères les plus importants pour le métier est la « cohérence » des audiences. On veut donc limiter au maximum le nombre d'individus avec des audiences simultanées domicile et hors-domicile après fusion.

Pour chaque individu, on va créer un vecteur 0/1 de longueur 96 (pour les 96 quarts d'heure de la journée considérée).

Le $k^{\text{ème}}$ quart d'heure de l'individu i sera validé, i.e. $QH_k(i) = 1$ si l'individu i a plus d'une minute d'audience TV domicile sur ce quart d'heure. Sinon $QH_k(i) = 0$.

Distance de Jaccard

Pour comparer 2 individus, un donneur potentiel AIP i et un receveur Médiamat j , il suffira de faire les comptages suivants :

n_{11} = nombre de QH validés (ou avec audience) pour i et j

n_{10} = nombre de QH validés pour i mais pas pour j

n_{01} = nombre de QH validés pour j mais pas pour i

n_{00} = nombre de QH sans audience pour i et j

Initialement, nous nous étions orientés vers la distance de Jaccard : $J = 1 - \frac{n_{11}}{n_{11} + n_{10} + n_{01}}$

Adaptation

En réalité la mesure TV à domicile dans le panel AIP couvre plus d'usages que celle de Médiamat notamment avec les écrans digitaux alors que seuls les écrans de TV sont mesurés dans Médiamat. Nous pouvons donc plus facilement accepter qu'un donneur AIP ait plus d'audience domicile que son receveur Médiamat que le cas contraire.

Par ailleurs, comme notre objectif principal via cette fonction de distance est d'éviter au maximum qu'à l'issue de la fusion, un panéliste MMAT se retrouve avec des audiences simultanées domicile et hors-domicile, nous avons donc choisi de modifier la distance de Jaccard de la manière suivante :

$$J = 1 - \frac{n_{11} + \alpha n_{10}}{n_{11} + n_{10} + n_{01}}$$

On introduit la pondération $\alpha \in [0,1]$ afin de limiter l'impact de n_{10} par rapport à n_{11} .

$\alpha = 0$: distance de Jaccard classique
 $\alpha = 1$: n_{11} et n_{10} ont la même importance

A l'issue de cette étape, nous avons alors une distance entre chaque donneur et receveur d'une même strate.

5 Jumelage

Le jumelage consiste à associer quotidiennement aux panélistes Médiamat répondants des panélistes AIP répondants de la même journée. Il doit remplir les conditions suivantes :

Des contraintes métiers :

- Associer des panélistes qui se ressemblent (en minimisant la distance entre les panélistes Médiamat et les panélistes AIP)
- Associer à chaque receveur un unique donneur
- Utiliser tous les donneurs au moins une fois (sauf s'il y a plus de donneurs que de receveurs, alors certains donneurs ne seront pas utilisés)
- Si certains donneurs sont attribués plusieurs fois, limiter leur nombre d'attributions : on privilégie l'utilisation de donneurs différents afin de conserver la diversité des comportements

Des contraintes liées à une exploitation quotidienne :

- Temps de calcul compatible avec un rejeu de l'ensemble de la chaîne de traitement Médiamat pour une livraison à 9h00
- Traitement entièrement automatisé, i.e. sans aucune intervention humaine. En particulier, aucune modification de paramètres ne doit être nécessaire au quotidien.
- Être reproductible à l'identique si on lance plusieurs fois l'algorithme ou si le traitement tourne sur différentes machines (serveurs de secours ...)
- L'ensemble des paramètres doit être géré à date de sorte qu'il soit possible de reproduire l'historique.

Pour répondre à cet objectif, l'algorithme Least Cost Method (résolution d'un problème de transport) a été sélectionné et légèrement adapté aux besoins cités ci-dessus.

5.1 Notations

i : un donneur (panéliste AIP)

n_D : nombre de donneurs

j : un receveur (panéliste Médiamat)

n_R : nombre de receveurs

$d_{i,j}$: distance entre le donneur i et le receveur j

QD_i : Vecteur contenant les quantités à donner, c'est-à-dire le nombre de fois que l'on peut attribuer le donneur i

QR_j : Vecteur contenant les quantités à recevoir, c'est-à-dire le nombre de donneurs à associer à un receveur j

5.2 Etapes de l'algorithme de jumelage

Le fonctionnement de l'algorithme est décrit par étapes qui sont détaillées ci-dessous.

A noter que l'algorithme peut être réalisé en une ou deux phases :

- Si la strate contient au moins autant de donneurs que de receveurs, il suffira d'une seule phase pour réaliser le jumelage.
- Si la strate contient moins de donneurs que de receveurs, on utilisera tous les donneurs une fois, puis on réalisera une 2^e phase pour attribuer des donneurs aux receveurs pour lesquels le jumelage n'a pas été réalisé à l'issue de la première phase.

Etape 0 : Initialisations

Matrice de distance

Techniquement, l'algorithme Least Cost Method (LCM) peut être amené à faire des choix en se basant sur l'ordre de la matrice. Afin de remplir le critère de reproductibilité de l'algorithme, on effectue une première étape d'initialisation qui consiste à trier la matrice de distance en fonction des identifiants des donneurs i et ceux des receveurs j .

Matrice de distance - Etape 0 : tri de la matrice

Individus AIP	Individus MMAT			
	j_1	j_2	...	j_{n_R}
i_1	$d_{1,1}$	$d_{1,2}$	...	d_{1,n_R}
i_2	$d_{2,1}$	$d_{2,2}$	...	d_{2,n_R}
\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots
i_{n_D}	$d_{n_D,1}$	$d_{n_D,2}$	...	d_{n_D,n_R}

Matrice d'allocation

On initialise la matrice d'allocation correspondant à une matrice de taille identique à la matrice de distance. Cette matrice permettra de stocker quel donneur est affecté à quel receveur.

Matrice d'allocation

Individus AIP	Individus MMAT			
	j_1	j_2	...	j_{n_R}
i_1	$x_{1,1}$	$x_{1,2}$	...	x_{1,n_R}
i_2	$x_{2,1}$	$x_{2,2}$	...	x_{2,n_R}
\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots
i_{n_D}	$x_{n_D,1}$	$x_{n_D,2}$	...	x_{n_D,n_R}

A l'initialisation, tous les $x_{i,j}$ sont égaux à 0.

A la fin de l'exécution du jumelage, on aura :

$$x_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{si le donneur } i \text{ a été attribué au receveur } j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Etape 1 : Calcul et attribution des « quantités »

La quantité à recevoir QR_j correspond au nombre de fois où chaque receveur doit être associé à un donneur. Ici, on veut seulement un donneur par receveur donc QR_j sera toujours égal à 1.

La quantité à recevoir QD_i correspond au nombre de fois où chaque donneur doit être attribué. Pour utiliser le maximum de donneurs possibles au moins une fois lors de la première phase, on initialise les QD_i à 1.

Matrice de distance – Etape 1 : ajout des quantités à donner et à recevoir

Individus AIP	Individus MMAT				Quantité à donner (QD_i)
	j_1	j_2	...	j_{n_R}	
i_1	$d_{1,1}$	$d_{1,2}$	...	d_{1,n_R}	$QD_1 = 1$
i_2	$d_{2,1}$	d_{i_2,j_2}	...	d_{2,n_R}	$QD_2 = 1$
\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots	\vdots
i_{n_D}	$d_{n_D,1}$	$d_{n_D,2}$	...	d_{n_D,n_R}	$QD_{n_D} = 1$
Quantité à recevoir (QR_j)	$QR_1 = 1$	$QR_2 = 1$	...	$QR_{n_R} = 1$	

Etape 2 : Exécution de l'algorithme

Pour chaque phase, l'algorithme est itératif. Le principe est de trouver un premier couple (receveur, donneur), puis pour un 2^e, etc. Chaque itération est décrite dans les étapes ci-dessous.

Etape 2.1 : on attribue un donneur à un receveur

Dans la matrice de distance, trouver la cellule (i, j) pour laquelle la distance $d_{i,j}$ est la plus petite.

- En cas d'égalité sur la valeur minimale, trouver le donneur i avec la quantité QD_i la plus élevée. Lors de la première itération, QD_i est toujours égal à 1 : passer à la condition suivante.
- En cas d'égalité sur la quantité QD_i maximale, prendre le premier donneur i (tri par l'identifiant) qui respecte les conditions précédentes.

Dans la matrice d'allocation, allouer à la cellule (i, j) la valeur suivante : $x_{i,j} = \min(QD_i, QR_j)$

Remarque : Cette formule est valable dans le cadre général de l'algorithme. Pour le cas particulier de la fusion Médiamat-AIP, $x_{i,j} = 1$.

Etape 2.2 : on modifie la matrice de distance

A l'issue de l'étape 2.1, un donneur a été attribué à un receveur. On modifie alors la matrice de distance de la manière suivante :

1. On modifie les quantités à donner et à recevoir :
 - $QD_i = QD_i - 1$
 - $QR_j = QR_j - 1 = 0$
2. On retire de la matrice de distance la colonne correspondant au receveur j à qui on a attribué un donneur.
3. Si $QD_i = 0$ (ce qui est le cas lors de la 1^{ère} phase), on retire également la ligne correspondant au donneur i qui a été attribué (et qui ne pourra plus être attribué aux receveurs restants lors de la phase en cours).

Itérer les étapes 2.1 et 2.2 jusqu'à ce que :

- $\sum_{j=1}^{n_R} QR_j = 0$: tous les receveurs se sont vus attribuer un donneur : on passe à l'étape 3.
- $\sum_{i=1}^{n_D} QD_i = 0$: tous les donneurs ont été attribués une fois mais il reste des receveurs sans donneur : on doit réaliser une 2^e phase et on passe à l'étape 2 bis.

Etape 2bis : Initialisation de la 2e phase de l'algorithme

Lors de la seconde phase, la matrice de distance doit se restreindre aux receveurs qui n'ont bénéficié d'aucune allocation lors de la première phase. On repart de la matrice de distance de départ et on la réduit à une matrice de taille $(n_D, n_R - n_D)$.

Le nouveau vecteur des quantités à recevoir QR reste composé uniquement de 1.

Le nouveau vecteur des quantités à donner QD prend toujours la même valeur, égale à l'arrondi à l'entier inférieur de $(\frac{n_R}{n_D} + p)$ où p est un entier supérieur ou égal à 0 (par défaut à 0). Cela doit permettre d'assurer le fait que le nombre de donneurs disponibles est supérieur au nombre de receveurs restants, cela afin d'être sûr que chaque receveur aura un donneur attribué à la fin de la phase 2.

Exemple : il reste les receveurs 1, 3, 7 et 10 qui n'ont pas encore de donneur. Les matrices de distance et d'allocation seront donc de taille $(n_D, 4)$.

Matrice de distance – Etape 2bis : initialisation pour la 2^e phase

Individus AIP	Individus MMAT				Quantité à donner (QD_i)
	j_1	j_3	j_7	j_{10}	
i_1	$d_{1,1}$	$d_{1,3}$	$d_{1,7}$	$d_{1,10}$	$QD_1 = \text{ent}(\frac{n_R}{n_D} + p)$
i_2	$d_{2,1}$	$d_{2,3}$	$d_{2,7}$	$d_{2,10}$	$QD_2 = \text{ent}(\frac{n_R}{n_D} + p)$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
i_{n_D}	$d_{n_D,1}$	$d_{n_D,3}$	$d_{n_D,7}$	$d_{n_D,10}$	$QD_{n_D} = \text{ent}(\frac{n_R}{n_D} + p)$
Quantité à recevoir (QR_j)	$QR_1 = 1$	$QR_3 = 1$	$QR_7 = 1$	$QR_{10} = 1$	

Matrice d'allocation

Individus AIP	Individus MMAT			
	j_1	j_3	j_7	j_{10}
i_1	$x_{1,1}$	$x_{1,3}$	$x_{1,7}$	$x_{1,10}$
i_2	$x_{2,1}$	$x_{2,3}$	$x_{2,7}$	$x_{2,10}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
i_{n_D}	$x_{n_D,1}$	$x_{n_D,3}$	$x_{n_D,7}$	$x_{n_D,10}$

avec $x_{i,j} = 0$.

⇒ Refaire tourner l'étape 2 avec les nouvelles matrices de distance et d'allocation jusqu'à ce que tous les receveurs aient un donneur attribué.

Etape 3 : Sortie du résultat du jumelage

En sortie, créer la table des couples sélectionnés (en réunissant les deux matrices d'allocation s'il y a eu 2 phases). Pour chaque receveur j , attribuer le donneur dont l'allocation $x_{i,j} = 1$.

Matrice d'allocation finale

Individus AIP	Individus MMAT			
	j_1	j_2	...	j_{n_R}
i_1	0	1	...	0
i_2	0	0	...	1
i_3	1	0	...	0
\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots
i_{n_D}	0	0	...	0

Résultat du jumelage

Individus MMAT	Individus AIP	Distance du couple retenu
j_1	i_3	$d_{3,1}$
j_2	i_1	$d_{1,2}$
...
j_{n_R}	i_2	d_{2,n_R}

6 Résultats

Afin de valider l'approche et sa qualité, nous avons été amenés à regarder différents indicateurs. Ils peuvent se baser, par exemple, sur le nombre de réplifications des donneurs attribués par le jumelage, sur les distances des couples retenus par la fusion ou sur les variables que nous transférons d'un échantillon à l'autre.

L'un des critères principaux et le plus explicite est la conservation des niveaux de consommation de la télévision en dehors du domicile entre les échantillons des donneurs et des receveurs.

Pour cela, nous utilisons les indicateurs d'audience suivants :

- La Durée d'Ecoute Individuelle (DEI) qui correspond à la durée moyenne de consommation de l'ensemble des individus (téléspectateurs ou non).
- Le Taux Cumulé (TC) qui correspond à la part d'individus ayant eu au moins un contact avec la TV (dans notre cas, TV en dehors du domicile).

Nous avons donc cherché à ce que la fusion ne déforme pas ces deux indicateurs fournis par l'échantillon des donneurs dans chacune des strates.

Pour illustrer, les deux graphiques ci-dessous donnent la DEI et le TC Hors domicile avant et après la fusion sur les premiers lundis de chaque mois de 2020.

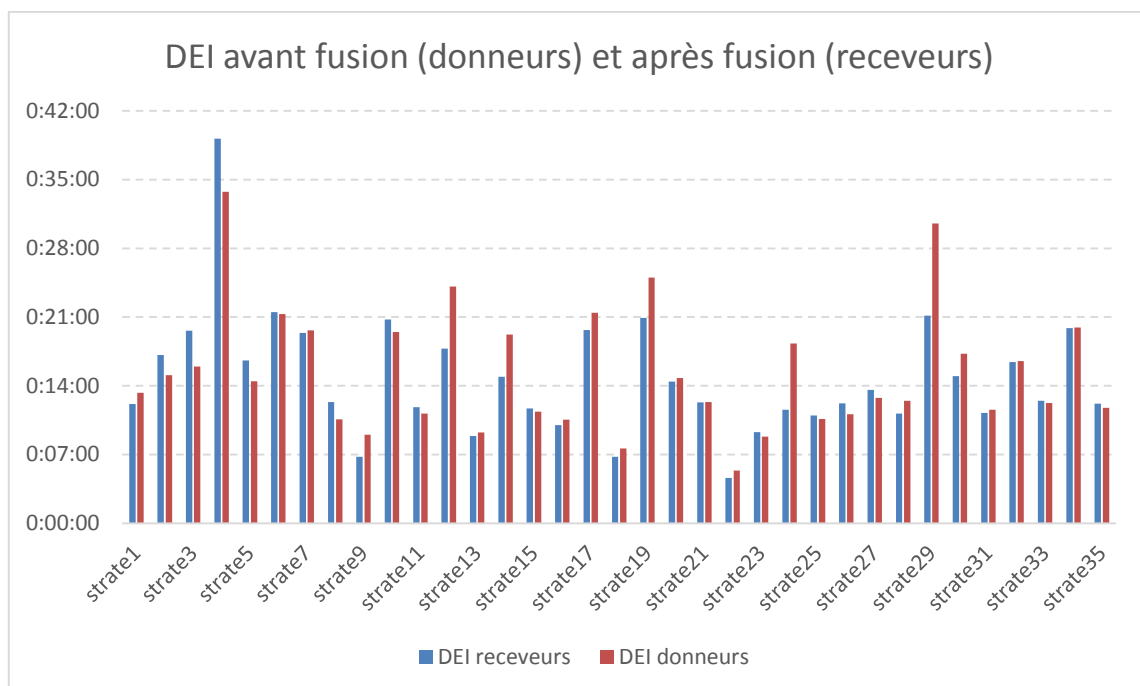


Figure 1 : Comparaison des DEI avant et après fusion par strates

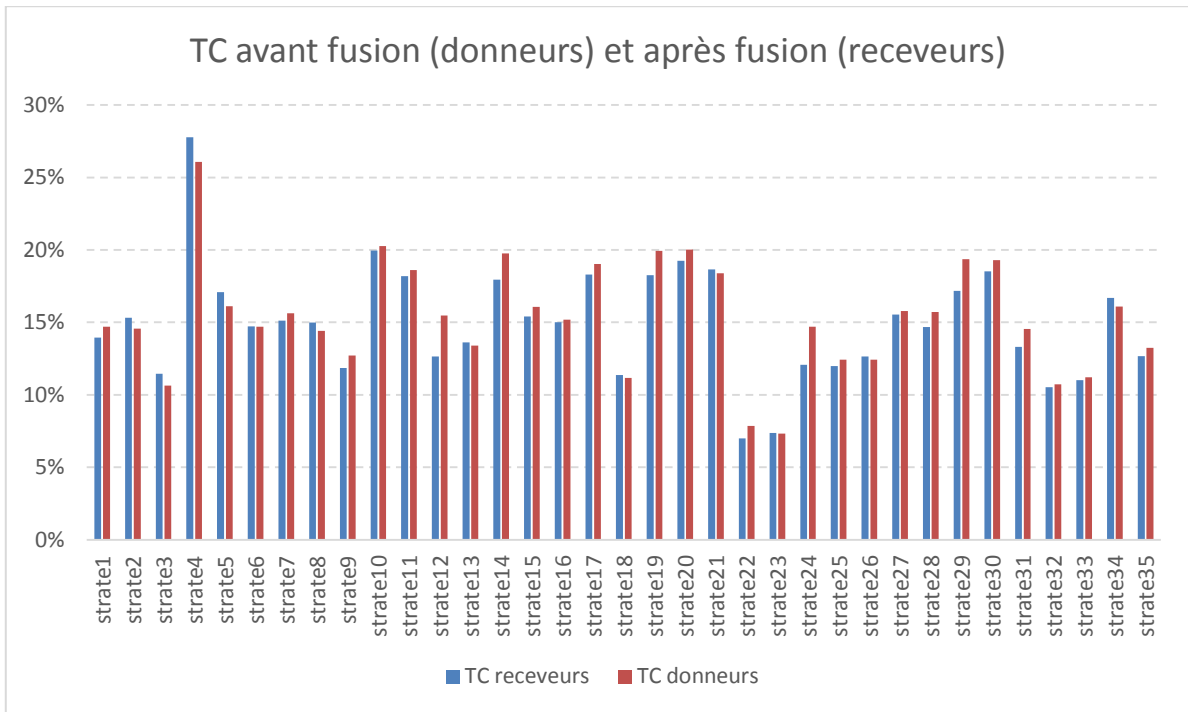


Figure 2 : Comparaison des TC avant et après fusion par strates

Comme évoqué précédemment, un autre critère important dans notre approche est le fait de limiter l’audience simultanée entre domicile et hors domicile. Une fois la fusion appliquée, nous vérifions que cet objectif est atteint au travers de la DEI correspondant aux audiences simultanées sur les 2 localisations.

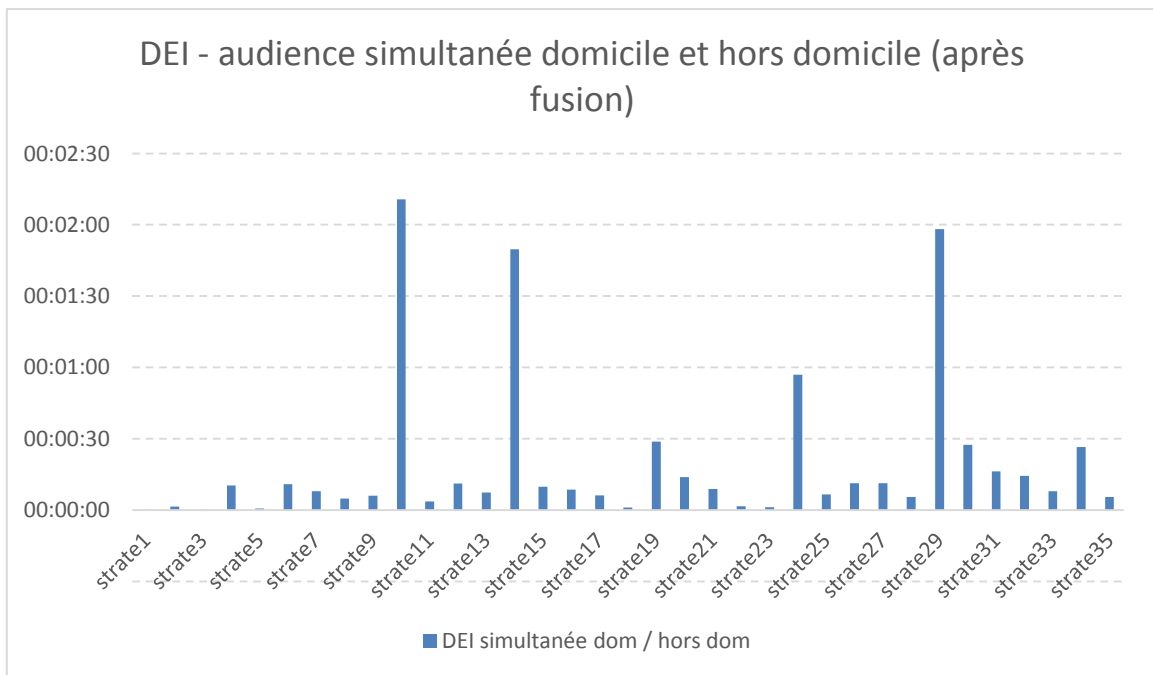


Figure 3: DEI de l’audience simultanée Domicile & Hors domicile

Ironie du sort, l’intégration des audiences hors-domicile dans la mesure de référence a été mise en service en pleine période de confinement. Nous avons ainsi pu observer l’effet de celui-ci sur les usages de la télévision en dehors du domicile.

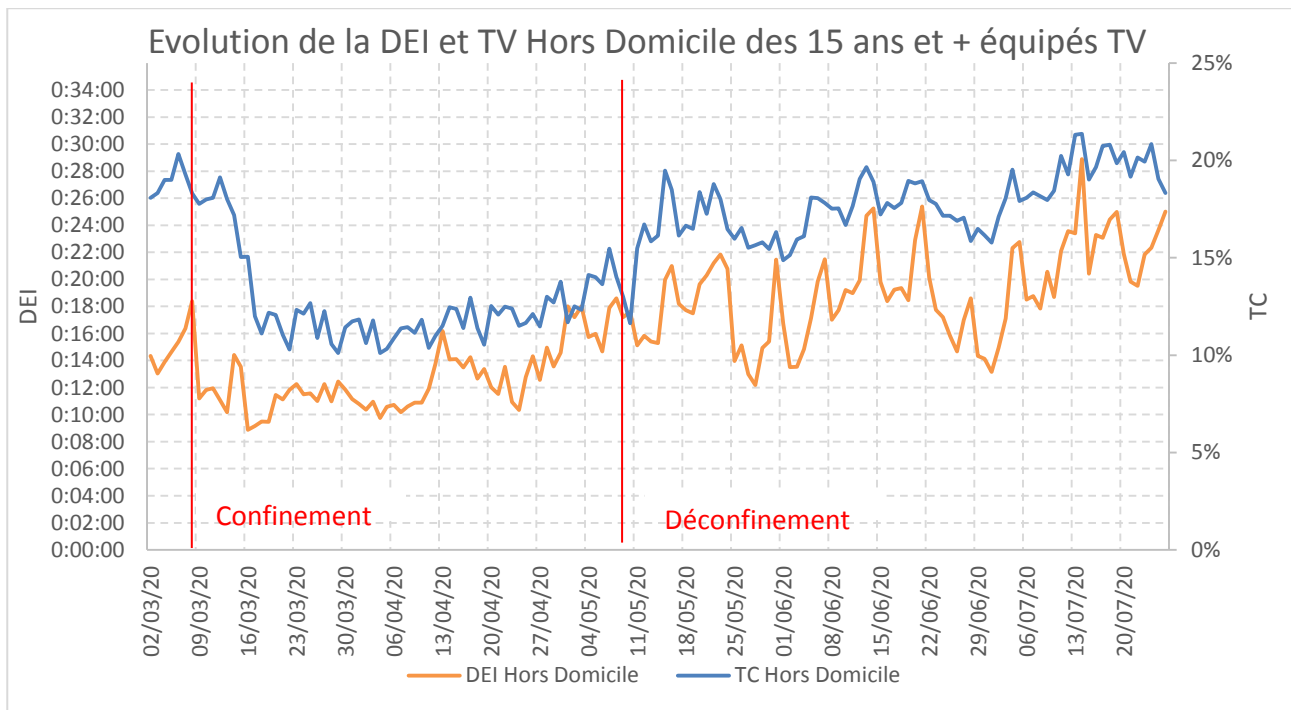


Figure 4 : Evolution des audiences hors-domicile et confinement

7 Conclusion et perspectives

La mise en place de la méthode lors de la première période de confinement nous a permis de vérifier en situation réelle sur des cas extrêmes - que nous n'avions pas anticipé dans nos jeux de tests il faut bien l'avouer – que la méthode est robuste et donne des résultats très cohérents.

La prochaine étape de ce grand programme d'évolutions de la mesure d'audience TV sera l'intégration des audiences TV sur écrans digitaux à domicile courant 2022. Nous sommes actuellement en train de développer une solution de mesure qui pourra être déployée sur le panel AIP qui permettra de distinguer le type d'écran à domicile. Nous pourrions alors transférer vers Médiamat à les fois les audiences hors-domicile et les audiences digitales à domicile en une seule fusion.

Bibliographie

Dudoignon, L. (2018). *Fusion statistique de données d'enquête : dernières avancées pour les mesures d'audience*, 10ème Colloque Francophone sur les Sondages, Lyon.

Fischer, N. (2004), *Fusion statistique de fichiers de données*, Thèse de doctorat, Montpellier.

Mansi, S.G. (2011), *A Study on Transportation Problem, Transshipment Problem, Assignment Problem and Supply Chain*, Thèse de doctorat, Rajkot.

Tassi, P. (2005), *Modèles statistiques de la mesure d'audience des médias audiovisuels*, Economica.