

# INTERVALLES DE CONFIANCE PAR BOOTSTRAP : CAS DE LA MESURE D'AUDIENCE DE LA TÉLÉVISION

Rina Razafimanjato<sup>1</sup> & Louis Pecourt<sup>2</sup> & Lorie Dudoignon<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Médiamétrie, France – rrazafimanjato@mediametrie.fr*

<sup>2</sup> *Médiamétrie, France – lpecourt@mediametrie.fr*

<sup>3</sup> *Médiamétrie, France – ldudoignon@mediametrie.fr*

## Résumé.

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 et la seconde début 2024 avec l'ajout des audiences sur des écrans digitaux à domicile.

Ces ajouts successifs ont pu se faire grâce à la complémentarité et à une fusion statistique de deux panels :

- Le panel Médiamat qui constitue le socle de la mesure TV ;
- Un second panel d'individus, l'AIP, qui permet la mesure de l'audience TV quels que soient l'écran et le lieu.

Après de telles évolutions de la mesure d'audience TV de référence en France, nous avons souhaité mettre à jour nos estimations de la précision des indicateurs d'audience et nous avons pour cela utilisé la méthode du Bootstrap.

Cet article a pour objectif de détailler les travaux menés pour mettre en œuvre la méthode du Bootstrap et partager quelques résultats.

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

## Abstract.

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 and the second step in January 2024 with the addition of digital screens at home.

In both additions, the approach is based on the complementarity and the statistical merge 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.

After such developments in the reference TV audience measurement in France, we wanted to update our estimates of the precision of the audience indicators and to do this we used the Bootstrap method.

This article aims to detail the work carried out to implement the Bootstrap method and share some results.

**Keywords.** Audience measurement, survey panel, statistical matching, resampling

## 1 Introduction

Le panel Médiamat de Médiamétrie constitue la mesure de référence du média TV, en France. Cette mesure est fondée sur un panel de plus de 5500 foyers en France métropolitaine. Dans ces foyers, 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'enregistrements. 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.

Depuis 2020, la mesure de la télévision intègre des usages qui ne sont pas mesurés sur ce premier panel. Pour cela, Médiamétrie s'appuie sur une seconde source, le panel d'Audimétrie Individuelle Portée (AIP) qui permet de mesurer tous les usages de la télévision au niveau individu, dont les audiences sur un poste de TV au domicile (déjà mesurées sur le panel Médiamat), les audiences sur des écrans digitaux à domicile (intégrées en 2024) et les audiences hors domicile (intégrées dès 2020 [4]).

Les modes de consommation de la télévision mesurés exclusivement dans le panel AIP sont transférés dans la mesure de référence Médiamat par fusion statistique.

Dans ce contexte spécifique, nous avons souhaité mettre à jour nos estimations de la précision des indicateurs d'audience produits et nous avons pour cela utilisé la méthode du bootstrap. Le principe est ici de rééchantillonner les panels Médiamat et AIP et de reproduire, pour chaque nouvelle paire d'échantillons bootstrap, les différentes étapes de la méthodologie de la mesure, dont la fusion.

### 1.1 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**

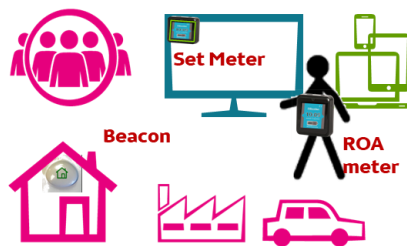


Tous les postes TV actifs du foyer sont mesurés.  
Tous les individus 4+ du foyer participent à la mesure.  
Les individus déclarent leur présence devant la TV grâce à la télécommande.

Il s'agit du panel Médiamat (MMAT) 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.

Des audimètres sont installés sur les postes TV actifs, ils permettent de distinguer les audiences sur poste de TV des audiences sur écrans digitaux.

Ce second panel sert de complément au premier pour les audiences hors-domicile et les audiences au domicile sur les écrans digitaux.

## 1.2 Généralités sur le Bootstrap

Le Bootstrap est une méthode statistique introduite par Efron en 1982 pour estimer la distribution statistique à partir d'échantillons de données. Elle consiste à effectuer des tirages d'échantillons avec remplacement à partir des données d'origine, permettant à chaque élément d'être sélectionné plusieurs fois pour chaque échantillon Bootstrap.

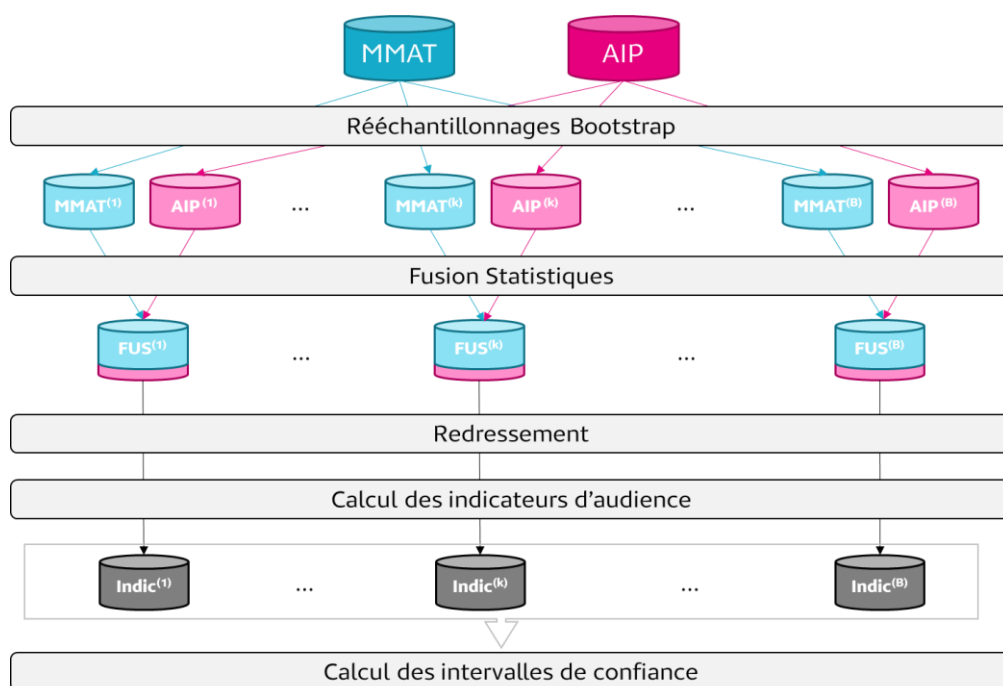
Ce rééchantillonnage cherche à remplacer la distribution inconnue par une distribution empirique basée sur les fréquences d'apparition des observations dans l'ensemble des données.

Dans le cadre de l'étude, le Bootstrap est utilisé pour estimer les intervalles de confiance des indicateurs d'audience. L'approche consiste à générer un certain nombre d'échantillons Bootstrap B à partir de l'échantillon original. Ces échantillons sont tirés des panels AIP et Médiamat, en appliquant un tirage stratifié.

## 2 Mise en œuvre du Bootstrap

### 2.1 Les grandes étapes

La mesure s'appuyant sur deux panels distincts, la première étape consiste à réaliser les tirages d'échantillons bootstrap sur chacun des deux panels. Ensuite, tous les traitements permettant de produire les résultats d'audience sont appliqués à chaque échantillon bootstrap. Nous procédons d'abord à une fusion statistique qui permet de rapprocher les deux panels, puis le redressement du panel Médiamat qui permet d'attribuer des poids à chaque foyer / individu du panel. A ce stade, nous sommes en mesure de calculer les résultats d'audience pour chaque échantillon qui nous permettront, pour finir, de calculer les intervalles de confiance.



## 2.2 Rééchantillonnages Bootstrap

Une étude préalable a été menée pour déterminer le nombre optimal d'échantillons Bootstrap. Cette analyse s'est concentrée sur la stabilité des intervalles de confiance, en évaluant les variations des bornes des intervalles pour différents nombres d'échantillons Bootstrap.

Le choix final de 500 échantillons Bootstrap a été retenu comme étant un équilibre entre la précision des estimations et le temps de calcul.

Les bases retenues pour faire les tirages sont constituées par l'ensemble des panélistes participant à la mesure sur la période analysée (dans notre première application septembre-octobre 2023). Ainsi le cycle de vie des panélistes (entrée – sortie du panel ...) est conservé par le tirage.

Le même principe est appliqué aux deux panels Médiamat et AIP.

Pour le Médiamat, le tirage est réalisé au niveau foyer pour reproduire le grappage alors que pour l'AIP le tirage est réalisé au niveau des individus.

Afin de ne pas trop déformer la structure des échantillons Bootstrap, les tirages sont réalisés par strates – ceci permet en quelque sorte de reproduire le mécanisme de constitution de nos échantillons par quotas.

Les strates retenues sont les suivantes :

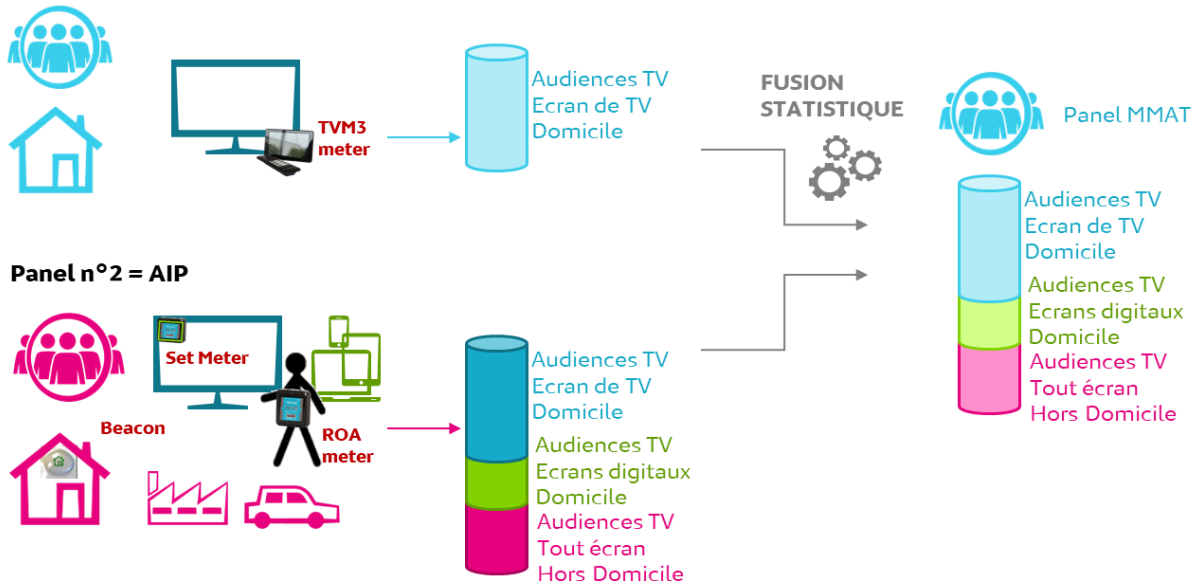
- Nombre de personnes au foyer x Equipement TV pour le panel Médiamat
- Age de l'individu x Equipement TV pour le panel AIP

## 2.3 Fusions

Les deux panels présentés précédemment sont utilisés dans une fusion statistique de type receveur-donneur. Le panel Médiamat, le panel principal, est utilisé comme base receveuse alors que le panel AIP va être utilisé comme base donneuse.

L'objectif de cette fusion est de transférer les usages mesurés exclusivement par le panel AIP (les consommations hors domicile et écrans digitaux au domicile) vers le panel MMAT.

**Panel n°1 = MMAT**



La fusion est réalisée quotidiennement sur les bases des foyers/individus répondants pour la journée (i.e. correctement mesurés et collectés) et se passe en 3 étapes :

- Stratification : les individus des deux panels sont attribués à des strates. Chaque strate sera traitée indépendamment les unes des autres.
- Calcul de la distance : on calcule la proximité entre chaque receveur et donneur d'une même strate. Pour cela, nous nous basons sur les audiences TV au domicile qui sont mesurées sur les deux panels.
- Jumelage : on attribue à chaque receveur un unique donneur en utilisant un algorithme permettant de minimiser les distances tout en limitant le nombre de répliques (le nombre de fois qu'un même donneur est utilisé).

Dans le contexte du bootstrap, la fusion doit être répliquée et appliquée à chaque échantillon bootstrap [1]. Nous avons fait le choix de réaliser la fusion par paire d'échantillons MMAT et AIP. C'est-à-dire que le premier échantillon bootstrap MMAT sera fusionné avec le premier échantillon AIP, les seconds échantillons ensemble, etc... Cela revient donc à faire 500 fois cette fusion, pour chaque journée traitée.

## 2.4 Redressements

Le redressement consiste à faire coïncider la structure du panel de travail avec celle de la population de référence, selon les critères souhaités. Le redressement attribue à chaque individu un poids (coefficient de pondération) assurant cette coïncidence.

Dans le cadre de la mesure TV, le redressement du panel Médiamat est réalisé chaque jour sur la base des foyers « répondants » - c'est-à-dire des foyers correctement mesurés et collectés pour la journée en question. Il est réalisé en deux étapes : un redressement au niveau foyer puis un redressement au niveau individu, sur des critères socio-démographiques et des critères d'équipements TV.

Les redressements sont réalisés à l'aide d'un algorithme itératif avec bornage des poids (RIM

weighting [2]), qui nous assure la production de poids même en cas de difficultés de convergence.

Dans le contexte du bootstrap, le redressement est appliqué à chaque échantillon MMAT. Nous obtenons ainsi 500 jeux de poids, spécifiques à chacun des échantillons Bootstrap, et ce pour chaque journée traitée.

## 2.5 Calcul d'indicateurs

Pour chaque échantillon Bootstrap fusionné et redressé, nous avons calculé les principaux indicateurs d'audience par jour et en moyenne sur des périodes cumulant un nombre de jours variables.

Nous nous sommes intéressés à 3 indicateurs d'audience [7] : Taux Moyen (*TM*), Taux Cumulé (*TC*), Part d'audience (*PDA*).

Les indicateurs suivants sont calculés pour des séries de diffusion.

Dans la suite on considère des séries de diffusions simples correspondant à une même tranche horaire sur une même chaîne sur un ensemble de date :

$$S = \{Diffu_1, \dots, Diffu_k, \dots, Diffu_K\}$$

- *Début(Diffu<sub>k</sub>)*, l'heure de début (la même quel que soit k)
- *Fin(Diffu<sub>k</sub>)*, l'heure de fin (la même quel que soit k)
- *j<sub>k</sub>*, le jour de diffusion
- *c<sub>k</sub>*, la chaîne ou un agrégat de chaîne

### - Durée d'écoute par individu (DEI)

Pour la cible sociodémographique C la *DEI* (durée d'écoute moyenne par individu) de S est donnée par :

$$DEI(S, C) = \frac{\sum_{i \text{ individus } \in C} \pi_{jk}(i) D(i, Diffu_k)}{\Pi_{jk}(C)}$$

- Avec *D(i, Diffu<sub>k</sub>)* la durée passée par l'individu i à regarder la diffusion *Diffu<sub>k</sub>*.
- *π<sub>j</sub>(i)* le poids de l'individu i pour le jour j dans le panel
- *Π<sub>j</sub>(C)* la somme des poids des individus de la cible C.

### - Taux Moyen (TM)

Le taux moyen d'audience s'interprète de deux façons :

- En moyenne, un individu de la cible C a regardé *TM%* de la durée des diffusions de S.
- En moyenne, *TM%* des individus de la cible C ont regardé les diffusions de S.

Le Taux moyen de S est égal à :

$$TM\%(S, C) = \frac{DEI(S, C)}{D(S)}$$

Où *D(S)* est la durée totale de diffusion de S – soit  $\sum_k \text{Fin}(Diffu_k) - \text{Début}(Diffu_k)$ .

### - Part d'audience (PDA)

La part d'audience permet à une chaîne de se positionner par rapport aux autres. Elle s'interprète comme :

- Un individu consacre  $PDA\%$  de son temps  $TV$  à  $S$ .
- $PDA\%$  des individus regardant la  $TV$ , le font sur  $S$ .

La  $PDA$  de  $S$  pour la cible  $C$  est donnée par :

$$PDA(S, C) = \frac{TM\%(S, C)}{TM\%(S_{TTV}, C)}$$

Où  $S_{TTV}$  comprend est l'équivalent de  $S$  sur l'ensemble des chaînes (TTV pour Total TV).

- **Taux cumulé (TC)**

Le taux cumulé est la proportion des téléspectateurs d'une chaîne au sein d'une cible sociodémographique.

Le  $TC$  de  $S$  pour la cible  $C$  est donné par :

$$TC\%(S, C) = \frac{\sum_{i \text{ individus} \in C} \pi_{jk}(i) X(i, S)}{\Pi_{jk}}$$

Avec  $X(i, S)$  est une indicatrice qui vaut 1 si l'individu est téléspectateur de  $S$  – i.e. qu'il a vu au moins une diffusion de  $S$  (avec un seuil de vision fixé à 10 secondes)

## 2.6 Estimation des intervalles de confiance pour chaque indicateur

A la suite des calculs d'indicateurs d'audience de chaque échantillon Bootstrap, nous avons estimé les intervalles de confiance ( $IC$ ) à 95 % pour chaque combinaison de chaîne, de cible, de tranche horaire et de période.

Nous avons utilisé la méthode de percentile pour obtenir les  $IC$  à 95%. Cette méthode consiste à extraire les quantiles empiriques représentant les bornes inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance : 2,5 % et 97,5 % des échantillons Bootstrap.

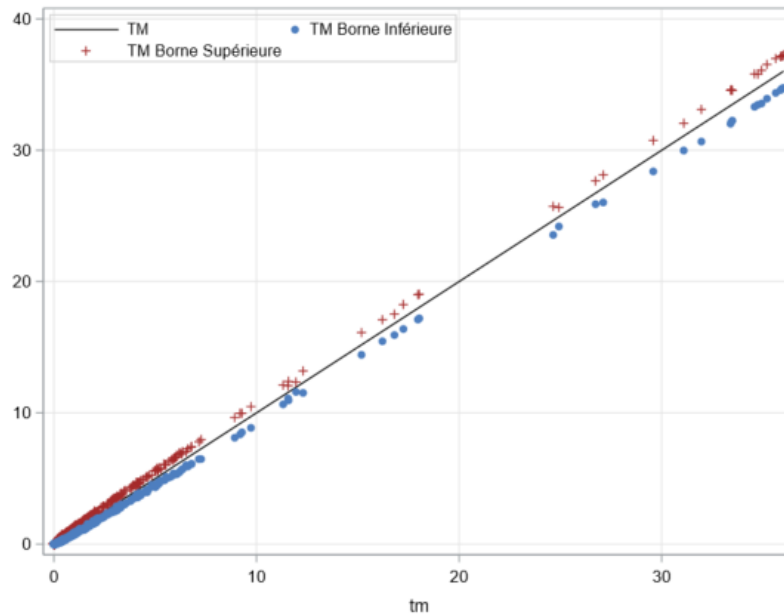
## 3 Premiers résultats

Les calculs des  $IC$  ont été réalisés sur 56 cibles sociodémographiques, 36 tranches horaires, 46 chaînes et 78 périodes. Nous avons ainsi, pour les 7 233 408 croisements calculés, les valeurs de référence des indicateurs  $TM$ ,  $PDA$ ,  $TC$  et leurs intervalles de confiance obtenus avec la méthode Bootstrap.

Ces résultats nous ont permis d'étudier les variables qui expliquent les bornes de l'intervalle de confiance obtenues par la méthode Bootstrap. Ces bornes dépendent de plusieurs facteurs, notamment :

- La valeur de l'indicateur de l'échantillon initial
- La taille de la cible
- Le nombre de jours cumulés

La représentation graphique ci-dessous illustre la relation entre les valeurs de l'indicateur d'audience  $TM$  et ses bornes de l'intervalle de confiance obtenues par Bootstrap, pour la cible 4 ans et plus, toutes chaînes, toutes tranches horaires, pour le lundi 18 septembre 2023.



Dans la suite nous allons essayer d'ajuster un modèle sur nos IC Bootstrap, afin de proposer des formules qui permettent par la suite d'estimer simplement la précision des indicateurs d'audience à nos clients.

## Bibliographie

- [1] Chauvet, G. (2021). *Bootstrap dans les enquêtes par sondages : une approche pragmatique*, 11ème Colloque Francophone sur les Sondages, Bruxelles.
- [2] Deming, W E & Stephan, F F (1940). *On a least squares adjustment of a sampled frequency table when the expected marginal totals are known*. Annals of Mathematical Statistics, II.
- [3] Dudoignon, L. (2018). *Fusion statistique de données d'enquête : dernières avancées pour les mesures d'audience*, 10ème Colloque Francophone sur les Sondages, Lyon.
- [4] Dudoignon, L. (2021). *Fusion statistique de données d'enquête : cas des audiences TV hors-domicile*, 11ème Colloque Francophone sur les Sondages, Bruxelles.
- [5] Fischer, N. (2004), *Fusion statistique de fichiers de données*, Thèse de doctorat, Montpellier.
- [6] Mansi, S.G. (2011), *A Study on Transportation Problem, Transshipment Problem, Assignment Problem and Supply Chain*, Thèse de doctorat, Rajkot.
- [7] Tassi, P. (2005), *Modèles statistiques de la mesure d'audience des médias audiovisuels*, Economica.