

Décision n° 2025-1144-RDPI
de l'Autorité de régulation des communications électroniques,
des postes et de la distribution de la presse
en date du 10 juin 2025 clôturant l'enquête administrative ouverte
par la décision n° 2024-2046-RDPI en date du 19 septembre 2024
concernant l'enquête annuelle d'évaluation de la qualité de service des réseaux
mobiles en métropole

L'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (ci-après « l'Arcep »),

Vu le code des postes et des communications électroniques (ci-après « CPCE »), notamment ses articles L. 32-1, L.32-4, L.33-1, L. 33-12, D. 98-12 ;

Vu les décisions de l'Autorité d'autorisation d'utilisation de fréquences délivrées pour établir et exploiter des réseaux radioélectriques ouverts au public en France métropolitaine ;

Vu la décision n° 2024-2046-RDPI de l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse en date du 19 septembre 2024 portant ouverture en application de l'article L. 32-4 du code des postes et des communications électroniques d'une enquête administrative concernant l'enquête annuelle d'évaluation de la qualité de service des réseaux mobiles en métropole ;

Vu le courrier en date du 23 septembre 2024 par lequel le directeur général de l'Autorité a notifié aux sociétés Bouygues Telecom, Free mobile, Orange et SFR la décision n° 2024-2046-RDPI susvisée et l'identité de l'agent diligenté pour mener des mesures d'enquête ;

Vu les questionnaires adressés aux opérateurs mobiles et à un équipementier, et les réponses à ces questionnaires ;

Vu les procès-verbaux des auditions d'un opérateur mobile et d'un équipementier qui se sont déroulées le 20 novembre 2024 ;

Vu l'audition d'un opérateur mobile qui s'est déroulée devant la formation de règlement des différends, de poursuite et d'instruction (« RDPI ») le 30 janvier 2025 ;

Vu l'ensemble des pièces du dossier ;

Vu le rapport de l'agent diligenté pour mener des mesures d'enquête ;

Après en avoir délibéré en formation de règlement des différends, de poursuite et d'instruction (« RDPI »), le 10 juin 2025,

1 Cadre juridique

En application des articles L. 42-1 et L. 42-2 du CPCE, les autorisations d'utilisation de fréquences attribuées aux opérateurs mobiles métropolitains prévoient la réalisation de mesures de la qualité des services mobiles qu'ils commercialisent et leur publication par l'Arcep.

En vertu de l'article L. 33-12 du CPCE, « [a]fin de permettre la mise en œuvre et le contrôle du respect des obligations fixées en application des articles L. 33-1, L. 34-8-5, L. 36-6 et L. 42-1 du présent code, du III de l'article 52, des articles 52-1 à 52-3 de la loi n° 2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique, et des articles 119 à 119-2 de la loi n° 2008-776 du 4 août 2008 de modernisation de l'économie, les mesures relatives à la qualité des services et à la couverture des réseaux et des services de communications électroniques, à leur traitement et à leur certification sont réalisées, sous le contrôle de l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse, par des organismes indépendants choisis par l'autorité et dont les frais sont financés et versés directement par les opérateurs concernés, dans une mesure, proportionnée à leur taille, que l'autorité détermine ».

Par ailleurs, l'article L. 33-1 du CPCE dispose notamment que « I. – L'établissement et l'exploitation des réseaux ouverts au public et la fourniture au public de services de communications électroniques sont libres sous réserve du respect de règles portant sur :

[...] n) L'information des utilisateurs, dans la mesure où cette information est nécessaire à la mise en œuvre des dispositions du présent code ou des décisions prises en application de celui-ci ;

[...] q) La neutralité de l'internet, qui consiste à garantir l'accès à l'internet ouvert régi par le règlement (UE) 2015/2120 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 établissant des mesures relatives à l'accès à un internet ouvert et aux prix de détail pour les communications à l'intérieur de l'Union européenne réglementées et modifiant la directive 2002/22/CE et le règlement (UE) n° 531/2012 ; [...] »

L'Arcep est compétente pour contrôler le respect des obligations notamment de transparence qui pèsent sur les opérateurs au titre des articles L. 33-1 et D. 98-12 du CPCE.

En outre, les II et III de l'article L. 32-1 du CPCE disposent que l'Autorité prend des mesures raisonnables et proportionnées en vue d'atteindre notamment les objectifs suivants :

« II. [...] 3° Le développement de l'investissement, de l'innovation et de la compétitivité dans le secteur des communications électroniques ;

[...] 5° bis La neutralité de l'internet, définie au q du I de l'article L. 33-1 ; [...]

III. [...] 1° L'exercice au bénéfice des utilisateurs d'une concurrence effective et loyale entre les exploitants de réseau et les fournisseurs de services de communications électroniques, [...]

[...] 5° La capacité des utilisateurs finals à accéder à l'information et à la diffuser ainsi qu'à accéder aux applications et aux services de leur choix ; [...] »

Enfin, aux termes de l'article L. 32-4 du CPCE, l'Autorité peut « de manière proportionnée aux besoins liés à l'accomplissement de [ses] missions, et sur la base d'une décision motivée :

1° Recueillir auprès des personnes physiques ou morales exploitant des réseaux de communications électroniques ou fournissant des services de communications électroniques les informations ou documents nécessaires pour s'assurer du respect par ces personnes des principes définis aux articles L. 32-1 et L. 32-3, ainsi que des obligations qui leur sont imposées par le présent code ou par les textes pris pour son application ; [...]

3° Procéder auprès des mêmes personnes à des enquêtes. [...] ».

2 Exposé des faits et déroulement de l'enquête

Depuis sa création en 1997, l'Arcep mène chaque année des campagnes de mesures de la qualité de service (QoS) des réseaux mobiles, notamment en France métropolitaine (enquête annuelle d'évaluation de la qualité de service des opérateurs mobiles). Ces mesures visent à rendre compte de la diversité des expériences des utilisateurs dans les conditions d'usage les plus répandues (navigation web, lecture de

vidéo, transfert de données, SMS et appels vocaux), sur l'ensemble du territoire métropolitain et dans tout type de zones (denses, intermédiaires et rurales). Cet état des lieux publié annuellement vise à être représentatif de l'usage des clients des quatre opérateurs mobiles, afin de permettre aux utilisateurs de comparer les services de ces opérateurs entre eux.

En application de l'article L. 33-12 du CPCE, les mesures relatives à la qualité des services sont réalisées, sous le contrôle de l'Arcep, par des organismes indépendants choisis par l'autorité et dont les frais sont financés et versés directement par les opérateurs concernés.

Les tests réalisés permettent de mesurer la performance des opérateurs de manière comparable. Ils sont effectués en utilisant des véhicules équipés de dispositifs de mesure, en mode « piéton » à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments, ainsi que dans les trains et sur le réseau routier.

Les principaux indicateurs mesurés sont les suivants :

- Débits descendants : mesure de la vitesse à laquelle un utilisateur peut télécharger des données. Trois seuils ont été retenus :
 - o 3 Mbit/s : débit adapté aux usages les moins exigeants de l'Internet mobile tels que la navigation Web ;
 - o 8 Mbit/s : débit adapté aux usages les plus courants, tels que le visionnage vidéo ;
 - o 30 Mbit/s : débit adapté aux usages les plus exigeants, comme l'utilisation d'outils collaboratifs dans un cadre professionnel.
- Taux de réussite des appels vocaux : mesure du nombre d'appels téléphoniques réussis, connectés sans interruption ni dégradation notable de la qualité.
- Taux des appels vocaux (services de VoIP) par le biais d'une application d'une messagerie instantanée (*application Over the Top - OTT*) : mesure du nombre d'appels téléphoniques réussis, connectés sans interruption ni dégradation notable de la qualité.
- Visionnage de vidéos en streaming : mesure de la capacité à regarder des vidéos en ligne sans interruption ni réduction de qualité.
- Navigation Web : rapidité avec laquelle une page Web peut être chargée.

L'objectif est de permettre aux utilisateurs de comparer la qualité des services des opérateurs mobiles.

En 2024, l'Arcep a ainsi, comme chaque année, sélectionné un prestataire indépendant pour la réalisation de l'enquête d'évaluation de la qualité de service sur les offres de téléphonie grand public des opérateurs Bouygues Telecom, Free Mobile, Orange et SFR sur le territoire métropolitain, selon la méthodologie définie par l'Autorité.

Dans ce cadre, le prestataire retenu par l'Arcep pour la campagne 2024 a réalisé des mesures de qualité des services mobiles de mai à juillet 2024.

Les résultats de ces mesures communiqués à l'Arcep par le prestataire ont fait apparaître des différences entre opérateurs dans la distribution des débits descendants en 5G¹, en particulier en zones denses et intermédiaires. Ces résultats ont montré également des disparités marquées entre territoires dans la distribution des débits d'un même opérateur, au sein de chacune de ces zones.

Si des écarts de performance peuvent s'expliquer en partie par des différences dans les niveaux d'investissement et les stratégies de déploiement propres à chaque opérateur, les disparités observées, entre opérateurs et d'un territoire à l'autre, ont soulevé des interrogations quant à la présence de paramètres techniques spécifiques, d'équipements ou de fonctionnalités, de nature à affecter les résultats des mesures de la qualité des services mobiles. Afin de s'assurer que les résultats de l'enquête sur la qualité des services mobiles reflètent l'expérience des utilisateurs, et ce faisant, permettent à ces derniers

¹ La distribution des débits descendants en 5G désigne la répartition statistique des vitesses de téléchargement mesurées.

d'accéder à des informations complètes, comparables et fiables, la formation RDPI de l'Arcep a décidé d'approfondir les causes des résultats ainsi constatés.

A cet égard, la formation RDPI a estimé nécessaire de recueillir les informations et documents utiles lui permettant de vérifier la réalité et, le cas échéant, les causes des écarts de performance observés et ce, afin de s'assurer notamment en vue de la publication par l'Arcep des résultats de la campagne annuelle d'évaluation de la qualité des services mobiles, du respect par les opérateurs métropolitains de communications électroniques fournissant au public des services mobiles, soumis aux mesures de qualité des services mobiles, des principes prévus à l'article L. 32-1, notamment ceux liés à la capacité des utilisateurs finals à accéder à l'information et à la diffuser ainsi qu'à accéder aux applications et aux services de leur choix, à l'exercice d'une concurrence effective et loyale entre opérateurs et à la neutralité de l'internet, définie au q du I de l'article L. 33-1 du CPCE.

En conséquence, après en avoir délibéré le 19 septembre 2024, la formation RDPI a adopté, conformément à l'article L. 32-4 du CPCE, la décision n°2024-2046 portant sur l'ouverture d'**une enquête administrative à l'égard des opérateurs mobiles métropolitains**.

Dans ce cadre, un agent a été diligenté pour mener les mesures d'enquête nécessaires et des questionnaires ont été adressés aux opérateurs mobiles ainsi qu'à un équipementier en septembre et octobre 2024. Des auditions ont été également organisées en novembre 2024 et en janvier 2025 pour compléter ces éléments, suivies de demandes d'éclaircissements supplémentaires.

Les résultats de l'enquête administrative sont présentés ci-après. Ils s'appuient, d'une part, sur l'analyse des résultats de campagnes de mesures complémentaires menées afin de mieux caractériser les écarts de performance observés et, d'autre part, sur l'analyse des réponses apportées par les acteurs concernant la présence éventuelle de paramètres techniques spécifiques, d'équipements ou de fonctionnalités de nature à affecter les résultats des mesures de la qualité des services mobiles.

3 Analyse

3.1 Analyse des résultats des mesures complémentaires comparatives et représentativité des mesures de débits

Deux campagnes de mesures comparatives complémentaires ont été menées en juin et août 2024 par l'Arcep sur deux réseaux distincts A et B, dans deux zones géographiques (zones 1 et 2). Ces deux zones ont été retenues car représentatives des différences de performance en termes de débits observées lors de la campagne menée par l'Arcep de mai à juillet 2024. Ces campagnes de mesures avaient pour objectif d'évaluer, dans des conditions contrôlées et reproductibles, les performances des réseaux 5G de ces deux opérateurs dans deux zones denses, avec pour chacune de ces zones des équipements radios différents, à l'aide d'un panel varié de terminaux mobiles (incluant les modèles de terminaux T1, T2 et T3, utilisés dans le cadre des campagnes annuelles 2023 et 2024 et quatre modèles de terminaux supplémentaires : T4, T5, T6 et T7). Les tests ont été conduits selon un protocole identique à celui utilisé lors de la campagne annuelle QoS, couvrant 200 lieux de mesures (100 lieux par zone) pour chacune des deux campagnes complémentaires. Au total, plus de 2000 mesures par campagne ont été réalisées, avec pour ambition de vérifier l'éventuelle existence de disparités de comportement entre certains modèles de terminaux sur les débits descendants.

3.1.1 Disparités de performances des terminaux constatées selon l'opérateur et la zone géographique

Sur le réseau A, les résultats obtenus révèlent des différences de performances entre terminaux, différenciées selon les zones géographiques dans lesquelles les mesures ont été effectuées.

Lors de la phase de juin 2024, les mesures effectuées avec les terminaux T1 et T2, qui correspondent également aux modèles de terminaux utilisés dans la campagne annuelle 2024, ont montré un nombre plus faible de mesures de bas débit dans l'une des zones, contrairement aux mesures effectuées avec le modèle T4, qui a présenté une distribution de débits descendants plus homogène entre les zones.

Ainsi, la comparaison des débits au 10^{ème} percentile (valeur en dessous de laquelle se trouvent 10% des échantillons) avec chacun des terminaux dans chacune des zones fait apparaître les écarts suivants : la différence entre le terminal T4 et la moyenne des terminaux T1, T2 et T3 est de 89 Mbit/s en zone 1, et de 7 Mbit/s en zone 2.

Zone	Terminal T1	Terminal T2	Terminal T3	Terminal T4
Zone 1	249 Mbit/s	228Mbit/s	229 Mbit/s	146 Mbit/s
Zone 2	132 Mbit/s	129 Mbit/s	145 Mbit/s	129 Mbit/s

Débits descendants au 10^{ème} percentile par pour la campagne de juin 2024

Lors de la phase d'août 2024, les mesures effectuées avec le terminal T1 sur le réseau de l'opérateur A ont montré des performances nettement supérieures à celles des autres modèles testés (T5, T6 et T7) dans la zone 1, alors qu'elles sont comparables dans la zone 2 :

- En zone 1, 271 Mbit/s contre 174 – 195 Mbit/s pour les autres
- En zone 2, 180 Mbit/s contre 120 – 182 Mbit/s pour les autres

Zone	Terminal T1	Terminal T5	Terminal T6	Terminal T7
Zone 1	271 Mbit/s	174 Mbit/s	188 Mbit/s	195 Mbit/s
Zone 2	180 Mbit/s	152 Mbit/s	120 Mbit/s	182 Mbit/s

Débits descendants au 10^{ème} percentile par pour la campagne d'août 2024

Ainsi, dans la zone 2, les tendances observées pour cet opérateur entre les terminaux apparaissent différentes, avec des écarts relativement moins marqués lors des deux phases de la campagne : les débits relevés y semblent répartis de manière plus homogène entre les différents modèles testés.

Par ailleurs, les mesures effectuées sur le réseau de l'opérateur B lors des deux phases présentent quant à elles moins de disparité de performance, tant entre les terminaux, qu'entre les zones géographiques. Les débits au 10^{ème} percentile pour cet opérateur sont détaillés ci-dessous.

Lors de la phase de juin 2024 comparant deux terminaux :

- En zone 1, le terminal T1 affiche 118 Mbit/s contre 91 Mbit/s pour le T4 ;
- En zone 2, le terminal T1 affiche 67 Mbit/s contre 67 Mbit/s pour le T4.

Zone	Terminal T1	Terminal T4
Zone 1	118 Mbit/s	91 Mbit/s
Zone 2	67 Mbit/s	67 Mbit/s

Lors de la phase d'août 2024, comparant les terminaux T1, T7 et T6 :

- En zone 1, le T1 affiche 158 Mbit/s contre 124 – 101 Mbit/s pour les terminaux T7 et T6 ;
- En zone 2, le T1 affiche 147 Mbit/s contre 145 – 130 Mbit/s pour les autres.

Zone	Terminal T1	Terminal T7	Terminal T6
Zone 1	158 Mbit/s	124 Mbit/s	101 Mbit/s
Zone 2	147 Mbit/s	145 Mbit/s	130 Mbit/s

Cette moindre disparité observée sur le réseau de l'opérateur B contraste avec le comportement constaté chez l'opérateur A, et pourrait accréditer l'hypothèse selon laquelle les différences identifiées ne relèvent pas tant des capacités intrinsèques des terminaux que d'une interaction spécifique entre certains modèles et l'environnement réseau de l'opérateur A sur une des deux zones. Ces observations ont donc soulevé des interrogations et nécessité une analyse approfondie.

Si les hauts débits apparaissent globalement homogènes sur l'ensemble des configurations testées en juin et août 2024, le nombre plus faible de mesures de bas débits pour certains terminaux sur un seul réseau et une seule zone appelle une analyse technique qui a été engagée dans le cadre de l'enquête administrative ouverte par la décision n°2024-2046 susvisée.

Le comportement des terminaux a fait l'objet d'analyses plus poussées dans le cadre de l'enquête administrative en examinant les traces des mesures. Les résultats sont présentés ci-après.

3.1.2 Résultats de l'analyse des traces radio des mesures effectuées

- a) Différences de répartition du trafic entre les composantes 4G et 5G² et influence des processeurs sur les performances des terminaux

En préambule, il convient de rappeler que lors d'une connexion « 5G » dans le cadre des réseaux mobiles s'appuyant sur la technologie 5G *Non Stand Alone* (ci-après « 5G NSA »), les terminaux vont bénéficier d'une double connexion, l'une en 5G et l'autre en 4G, pour transmettre les données, chacune de ces connexions mobilisant un nombre de porteuses dépendant à la fois du choix de la stratégie spectrale de l'opérateur et des capacités des terminaux. Le terminal doit ainsi recombinaison les données reçues par les deux connexions en un flux unique au niveau de la couche protocolaire dite *Packet Data Convergence Protocol*³ (ci-après « PDCP »). Les performances des débits observées en communication 5G NSA dépendent donc en partie du bon fonctionnement de la couche PDCP des terminaux. Une perte de paquet accrue au niveau de cette

² Composantes 4G et 5G fait référence à l'utilisation conjointe des réseaux 4G et 5G pour gérer les débits de téléchargement.

³ La couche PDCP (*Packet Data Convergence Protocol*) est une couche du protocole dans les réseaux mobiles qui assure notamment la compression d'en-têtes IP, la sécurité, la retransmission en cas de perte de paquets, et le réassemblage des paquets de données.

couche peut avoir des répercussions sur l'ensemble du protocole TCP/IP de bout en bout et aboutir au déclenchement des mécanismes de réduction du débit propre à la gestion de la congestion de ce protocole.

L'analyse comparative des mesures complémentaires sur les réseaux des deux opérateurs met en évidence des différences significatives dans la répartition des performances entre les composantes 4G et 5G des terminaux testés selon le type d'équipement réseau déployé et dans une moindre mesure le type de terminal.

Il ressort de l'enquête administrative que l'influence du type d'équipements réseau déployés sur la répartition du trafic entre les technologies 4G et la 5G pourrait s'expliquer notamment par les différentes possibilités développées par ces constructeurs pour gérer l'allocation des ressources radio aux terminaux dans le cadre de la 5G NSA, à savoir :

- **Possibilité de gestion différente des priorités et des règles de répartition de trafic entre les technologies 4G et 5G :**

Les équipements ne permettent pas nécessairement les mêmes règles pour décider de la répartition du trafic entre les connexions 5G et la 4G d'une même communication. Chaque équipementier a sa propre implémentation d'allocation dynamique des ressources radio vis-à-vis des terminaux.

En fonction des options de réglages disponibles, des capacités intrinsèques aux équipements réseau et des algorithmes de répartition des charges, la proportion de données transférées en 5G ou en 4G peut varier de manière plus ou moins importante entre deux réseaux ou deux zones du même réseau.

- **Différences de performance radio intrinsèques aux équipements réseau :**

Les caractéristiques propres à chaque équipement réseau (sensibilité, efficacité spectrale, stabilité de signalisation, etc.) influencent directement la manière dont l'équipement réseau choisit, de façon automatisée, d'acheminer un flux de données via la 4G ou la 5G.

Ainsi, si un équipement peut s'avérer plus sensible aux conditions radio qu'un équipement d'un autre constructeur dans une zone donnée, il pourrait privilégier davantage la 4G au détriment de la 5G, et inversement.

La répartition du trafic entre 4G et 5G dépend ainsi fortement des options mises à disposition par chaque constructeur, en complément de la stratégie de déploiement des opérateurs (notamment en ce qui concerne l'affectation de son patrimoine spectral à chacune des technologies). Ces différences entraînent des écarts dans la répartition réelle du trafic entre les deux technologies, selon que l'opérateur utilise l'un ou l'autre des équipements réseau.

Durant la campagne de juin 2024, une différence de performance a été constatée entre les terminaux T1 et T4 pour l'opérateur A dans la zone 1. Une analyse de la décomposition des débits mesurés entre la composante du trafic qui est écoulee en 4G et celle écoulee en 5G montre que la part 4G est plus importante que dans la zone 2.

Ces différences observées sur le réseau A selon la nature des équipements radio déployés pourraient notamment expliquer que le terminal T1 et le terminal T4 obtiennent des performances différentes en fonction de la répartition du trafic entre 4G et 5G en 5G NSA, cette répartition dépendant essentiellement des équipements réseau déployés dans chacune des zones. Ainsi, cet écart pourrait notamment résulter de l'interaction entre l'approche technologique propre à chaque constructeur pour gérer le trafic 4G/5G en 5G NSA et les caractéristiques de chacun des terminaux à recombinaison des deux types de connexions. La différence de répartition de trafic entre la 4G et la 5G peut plus ou moins solliciter des réordonnements PDCP des deux connexions au niveau des terminaux. À ce titre, le T4 pourrait présenter une gestion moins performante du réordonnement PDCP dans certaines configurations par rapport aux autres terminaux testés. Les pertes de paquets associées à ces difficultés de réordonnement PDCP au niveau du terminal pourraient expliquer que des débits inférieurs aient été mesurés avec le terminal T4 dans certaines configurations. Néanmoins, même si en relatif les taux de pertes de paquet observés sont plus élevés pour

ce type de terminal et contribuent à expliquer la différence de débits observés, ils restent en valeur absolue relativement faibles pour tous les terminaux testés. D'autres facteurs ont pu se combiner pour donner lieu aux écarts de débits qui ont été mesurés, notamment les performances intrinsèques de la connexion 5G du terminal, ainsi que développé ci-après.

- **Différences de performance intrinsèques aux terminaux :**

Au regard des éléments de l'enquête administrative, les différences de performance observées entre ces terminaux pourraient s'expliquer par les caractéristiques techniques intrinsèques des appareils, notamment au niveau de leurs processeurs.

Au vu des mesures effectuées, le terminal T1, équipé d'une puce P1 plus récente (Génération 2) qui semble présenter des améliorations significatives en termes de performance technique par rapport à sa génération antérieure dont est dotée le terminal T4, paraît en effet mieux gérer l'ordonnancement et la répartition des données entre les réseaux 4G et 5G.

À l'inverse, le T4, équipé d'une puce P1 de génération 1, est davantage sujet à des perturbations (pertes de paquets, retransmissions fréquentes), particulièrement sur la couche protocolaire PDCP, réduisant ainsi ses performances globales en 5G NSA.

Quant aux performances du terminal T6 (équipé d'une puce P1 Génération 2), mesurées lors de la campagne d'août 2024, celles-ci apparaissent globalement inférieures à celles du terminal T1, équipé de la même puce, quel que soit l'opérateur ou la zone de mesure.

Par ailleurs, la différence d'écart de performance entre le terminal T5 et le T1 sur le réseau A est plus marquée en zone 1 par rapport à la zone 2. Une analyse de la décomposition des débits mesurés entre la composante du trafic qui est écoulee en 4G et celle écoulee en 5G fait apparaître, dans le cadre des mesures effectuées, des différences de performance entre le terminal T5 et le T1 : en 5G, le T5 présente des débits plus élevés que le T1, tandis qu'en 4G le T1 apparaît plus performant. Ces différences de comportement pourraient s'expliquer par le fait que le T5 utilise un processeur différent (P2), qui utilise différemment les ressources radio disponibles.

Ainsi, au vu des mesures réalisées, les différences de fournisseurs et de modèles des processeurs intégrés dans les terminaux utilisés pour réaliser les mesures pourraient contribuer à expliquer certaines différences de comportements des terminaux. Elles ne permettent toutefois pas d'expliquer à elles seules les écarts observés compte tenu des performances parfois mesurées sur des générations antérieures comme le terminal T2 ou des générations plus récentes comme le terminal T5. Certains avantages d'une puce équipant un terminal peuvent d'ailleurs être contrebalancés par d'autres caractéristiques moins performantes, selon les contextes d'utilisation. Par exemple, les terminaux équipés d'une puce P1 Génération 2 (T1) montrent une meilleure efficacité dans l'exploitation des ressources radio qui leur sont attribuées. En revanche, le terminal T5, équipé d'une puce P2, plus récente mais de concepteur différent, présente un rendement moins optimal quant à l'exploitation des ressources qui lui sont allouées, affectant ainsi ses performances générales en 4G et limitant le bénéfice global qu'il tire de la 5G dans le cas des communications 5G NSA.

Enfin, il convient de noter que les traces des mesures effectuées avec le terminal T7 n'ont pas pu être exploitées avec la chaîne de mesure utilisée.

En synthèse, il ressort de l'enquête administrative que les caractéristiques intrinsèques des équipements réseau, les terminaux et les processeurs peuvent exercer une influence sur la répartition du trafic de la 5G NSA entre la 4G et 5G et les performances de recombinaisons associées, ainsi que sur la performance intrinsèque de ces technologies, ce qui pourrait constituer une explication quant aux écarts de débit constatés entre terminaux sur les deux réseaux.

b) Impact des choix spectraux et de l'allocation des ressources sur la qualité de service des réseaux des deux opérateurs

Les différences de stratégies spectrales des deux opérateurs pourraient également contribuer à expliquer les écarts de performance observés lors des deux campagnes de juin et août.

L'opérateur A dispose d'une largeur de bande spectrale supérieure sur les fréquences de la bande 3,5 GHz, ce qui en théorie est de nature à lui permettre d'offrir des débits plus élevés. Par ailleurs, l'opérateur B utilise le *Dynamic Spectrum Sharing* (DSS⁴) sur une de ses bandes, partageant celle-ci entre 4G et 5G, ce qui peut, occasionner, selon les équipements déployés et les terminaux utilisés, des différences dans la répartition du trafic entre les connexions 5G et la 4G, ainsi que des différences de performance pour la connexion 5G selon que l'agrégation de porteuse en 5G avec la bande en DSS est activée ou pas. En outre, si l'utilisation du DSS permet d'optimiser la capacité disponible au niveau du réseau en fonction de la proportion des terminaux compatibles 5G dans chacune des cellules du réseau, elle ne permet pas d'atteindre une capacité équivalente à celle d'une utilisation exclusivement en 5G de la bande, notamment en raison des interférences intra-bande, comme le confirment des études techniques sur le DSS⁵. À noter que l'activation du DSS réduit aussi la capacité utilisable sur la connexion 4G lors d'une communication en 5G NSA, pouvant contribuer à diminuer les performances en débit.

En conséquence, certains terminaux pourraient ne pas avoir exploité pleinement l'ensemble de leurs capacités dans le cadre des mesures réalisées sur le réseau de l'opérateur B, ce qui contribue à une moindre dispersion des performances observées entre modèles.

En outre, la fonctionnalité d'agrégation de porteuses avec la bande utilisée en DSS présente des différences de compatibilité et d'activation selon les équipements déployés et les terminaux utilisés dans le cadre des mesures. Ces différences pourraient expliquer certains écarts de performance qui ont été mesurés selon les zones et les terminaux. En particulier, les terminaux T1 et T4 présentent une différence de compatibilité avec l'un des modes d'agrégation de porteuses qui n'est activé que sur certains modèles d'équipements déployés par l'opérateur B. Ainsi, l'analyse comparative des comportements sur le réseau de l'opérateur B des terminaux T1 et T4 au regard de ces différences de compatibilité paraît expliquer certains écarts de performance, sans exclure d'autres explications possibles.

Sur le réseau A, l'absence de DSS et une capacité spectrale plus large offrent un environnement dans lequel les écarts de performance entre terminaux peuvent s'exprimer davantage car conduisant à des risques de congestion de ressource moindre.

Il convient de souligner que d'autres hypothèses susceptibles d'expliquer les écarts de performance ont été étudiées sans que l'analyse des traces ne fasse ressortir des éléments étayant celles-ci. En particulier, un examen sur l'ensemble des traces des indicateurs témoignant de l'accès relatif de chaque terminal aux ressources radio ne permet pas d'identifier la manifestation d'un mécanisme de priorisation ciblée au niveau du *scheduler*⁶. En effet, malgré des différences notables en matière de gestion des ressources radio, les tendances d'allocation par terminal observées sur les réseaux A et B présentent des similarités structurelles. L'analyse des données sur l'utilisation du réseau (CDF de *slot d'usage* et PRB moyen⁷) montre

⁴ DSS (*Dynamic Spectrum Sharing*) : technologie permettant aux réseaux 4G et 5G de partager dynamiquement le même spectre de fréquences, optimisant ainsi l'utilisation des ressources et facilitant le déploiement de la 5G sans nécessiter de nouvelles bandes de fréquence dédiées.

⁵ Voir notamment : https://newsletter.mediatek.com/hubfs/Practical-Evaluation-of-Dynamic-Spectrum-Sharing_MediaTek-White-Paper-0122.pdf

⁶ *Scheduling* : processus de gestion et d'attribution des ressources radio dans un réseau mobile entre les différents utilisateurs simultanés, permettant d'optimiser la transmission des données en fonction de priorités, de la qualité de service requise et des capacités du réseau. Le *scheduler* est la fonctionnalité en charge de ce processus.

⁷ La CDF (*Cumulative Distribution Function*) d'un slot d'usage permet de visualiser la répartition statistique de l'occupation des ressources radio dans le temps, tandis que le PRB moyen (Physical Resource Block moyen) représente la moyenne des blocs de ressources physiques utilisés, indicateur clé du niveau de charge ou d'utilisation radio d'une cellule.

que les écarts enregistrés entre les terminaux restent du même ordre sur les deux réseaux et peuvent résulter des écarts de performances présentés ci-dessus (capacité spectrale, performance des réseaux, performance des terminaux).

Ainsi, l'analyse approfondie des distributions de ressources n'a pas permis d'identifier des différences de traitement ciblées dans l'allocation de celles-ci par le scheduler.

En revanche, les écarts de performance observés entre opérateurs et modèles de terminaux peuvent s'expliquer par la combinaison de plusieurs facteurs techniques.

Les **choix d'équipements radio** influencent la gestion de la connectivité entre 4G et 5G lors des communications en 5G NSA, avec des stratégies de bascule et de répartition du trafic qui varient selon les constructeurs.

À cela s'ajoutent les **politiques spectrales propres à chaque opérateur** : la capacité plus élevée sur certaines bandes chez l'opérateur A et l'absence de DSS offrent des conditions plus favorables aux débits descendants, tandis que l'usage du DSS chez l'opérateur B entraîne des limitations des performances dont l'ampleur peut varier selon les équipements et les terminaux utilisés, en particulier pour les terminaux compatibles avec le *Carrier Aggregation*.

Enfin, les **caractéristiques intrinsèques des terminaux**, notamment les différences de processeurs, joueraient un rôle non négligeable dans la capacité à exploiter les ressources radio, avec des différences selon les contextes d'utilisation.

Au regard des éléments de l'enquête administrative, l'interaction entre ces dimensions - politique spectrale, équipements réseau et terminal - pourrait expliquer les écarts de performance constatés. Aucune différence de traitement ciblé n'a par ailleurs été mise en évidence en ce qui concerne le comportement du scheduler.

3.1.3 Analyse de l'impact du comportement des terminaux sur la représentativité des mesures de débit

L'analyse des données issues des campagnes complémentaires menées en juin et août 2024 permet d'identifier des déterminants possibles des écarts de performance observés entre opérateurs, zones géographiques et modèles de terminaux.

L'enquête administrative a mis en évidence certains comportements propres à quelques modèles de terminaux, qui peuvent expliquer les écarts de performance observés, notamment sur les débits les plus faibles.

La formation RDPI a estimé nécessaire de vérifier si ces écarts techniques pouvaient affecter la représentativité des indicateurs sur les débits descendants, et d'influencer la comparaison entre opérateurs.

Pour rappel, les indicateurs faisant l'objet d'une publication dans le cadre de l'enquête QoS portent sur les débits supérieurs à des seuils représentatifs des usages (3, 8 et 30 Mbit/s). Les comparaisons entre opérateurs sont établies en prenant en compte une marge de précision statistique qui est calculée en fonction du nombre de mesures réalisées.

L'analyse détaillée par seuil de débit (3, 8 et 30 Mbit/s) sur les résultats des deux campagnes complémentaires donne les résultats suivants :

- Au seuil de 3 Mbit/s, l'ensemble des modèles testés sur les deux réseaux (A et B) atteignent systématiquement des performances proches de 100 %. À ce seuil, aucune différence notable entre terminaux n'est observée.

- Au seuil de 8 Mbit/s, la valeur de l'indicateur présente, pour chacun des opérateurs A et B, des différences selon les terminaux qui sont incluses dans la marge de précision statistique des mesures. Par ailleurs, s'agissant du classement entre opérateur, en prenant en compte la précision statistique, les opérateurs A et B apparaissent ex-aequo dans chacune des zones quel que soit le terminal utilisé.

Zone	Indicateur:	Opérateur B				Opérateur A							
		Terminal T1	Précision Statistique	Terminal T4	Précision Statistique	Terminal T1	Précision Statistique	Terminal T2	Précision Statistique	Terminal T4	Précision Statistique	Terminal T3	Précision Statistique
Zone 1	Débit DL250 (Mbs/s) > 8Mbs/s	99%	1%	99%	1%	100%	0%	100%	0%	99%	1%	100%	0%
Zone 2	Débit DL250 (Mbs/s) > 8Mbs/s	97%	3%	99%	1%	100%	0%	100%	0%	99%	1%	100%	0%

- Au seuil de 30 Mbit/s, en zone 2, le classement entre opérateurs varie selon le terminal utilisé : l'opérateur B devient ex-aequo avec l'opérateur A lorsqu'on utilise un terminal T4, tandis qu'un écart de 5 points subsiste avec le terminal T1. En zone 1, les deux opérateurs apparaissent ex-aequo quel que soit le modèle utilisé, dès lors que l'on prend en compte la marge de précision statistique. Ces observations montrent que, lorsqu'on analyse les résultats de manière plus fine (par zone géographique ou par terminal), le modèle de terminal utilisé peut avoir une influence ponctuelle sur les écarts de performance observés. Néanmoins, si les zones 1 et 2 sont considérées globalement, les indicateurs restent représentatifs de l'expérience réelle des utilisateurs, sans qu'aucun écart significatif ne remette en cause la hiérarchie globale entre opérateurs.

Zone	Indicateur:	Opérateur B				Opérateur A							
		Terminal T1	Précision Statistique	Terminal T4	Précision Statistique	Terminal T1	Précision Statistique	Terminal T2	Précision Statistique	Terminal T4	Précision Statistique	Terminal T3	Précision Statistique
Zone 1	Débit DL250 (Mbs/s) > 30Mbs/s	99%	1%	96%	3%	100%	0%	100%	0%	99%	1%	99%	1%
Zone 2	Débit DL250 (Mbs/s) > 30Mbs/s	94%	3%	98%	2%	99%	1%	97%	3%	98%	2%	99%	1%

Les écarts constatés, selon le terminal utilisé, dans les mesures de débits descendants se traduisent par des différences limitées dans les indicateurs de débit descendants aux seuils de 3, 8 et 30 Mbit/s qui sont utilisés par l'Arcep depuis 2023 pour la restitution des résultats des campagnes de mesure de la qualité de service mobile, au regard des intervalles de confiance statistique habituellement utilisés dans ce cadre, et ne sont pas de nature à remettre en cause la représentativité des résultats.

3.2 Présence éventuelle de paramètres techniques spécifiques, d'équipements ou de fonctionnalités, susceptibles d'affecter les résultats des mesures de la qualité des services mobiles

3.2.1 Présentation générale des mécanismes de priorisation

L'enquête a permis de recueillir des éléments détaillés sur les stratégies de gestion des ressources réseau appliquées par les principaux opérateurs mobiles en France métropolitaine. De manière générale, l'ensemble des opérateurs interrogés a confirmé que les différents fournisseurs d'équipement de réseau mettent à leur disposition des mécanismes de priorisation de flux de trafic et d'optimisation de la qualité de service (QoS) au sein des infrastructures 4G et 5G. Ces mécanismes, compatibles avec les standards techniques du 3GPP⁸, visent à ordonnancer le trafic et à optimiser l'utilisation des ressources radio, tout en garantissant une expérience utilisateur stable. Leur application est également conditionnée au respect du règlement relatif à l'internet ouvert 2015/20.

⁸ 3GPP (3rd Generation Partnership Project) : organisation de standardisation qui définit les normes pour les réseaux mobiles, notamment la 3G, la 4G (LTE) et la 5G.

Les opérateurs mettent notamment en œuvre des stratégies de priorisation par classe de services (QCI – *Quality of Service Class Identifier*), qui permettent d’attribuer différentes priorités aux flux de données en fonction des usages. Ainsi, les communications VoLTE⁹ et les services d’accès fixe à Internet via les réseaux mobiles font l’objet d’un niveau de priorité différencié dans l’allocation des ressources par rapport aux flux de données Internet classiques. Cette approche de segmentation permet d’assurer simultanément le respect des exigences minimales de qualité propres à chaque service. Par exemple, elle permet d’assurer la fluidité et la continuité des appels vocaux tout en maintenant une expérience utilisateur satisfaisante pour le trafic de données.

En complément, certains opérateurs ont déclaré qu’il existait des fonctionnalités de priorisation plus avancées, intégrées aux équipements fournis par leurs partenaires. Ces mécanismes de priorisation peuvent prendre différentes formes, notamment la priorisation par classe de service, par type de terminaux, par groupes d’utilisateurs ou selon des critères contextuels, géographiques ou temporels. Par exemple, un opérateur a précisé que certains équipements utilisés pour la 5G et la 4G permettent d’appliquer des règles spécifiques d’optimisation des performances selon les modèles de terminaux. Ces optimisations reposent en particulier sur un mécanisme qui permet de déterminer un ensemble de terminaux en fonction de critères prédéfinis afin de leur attribuer des niveaux relatifs de priorité adaptés aux besoins de service ou aux spécificités techniques des terminaux.

L’équipementier, interrogé dans le cadre de cette enquête, a précisé que ses solutions RAN¹⁰ 5G offrent une large gamme d’outils permettant aux opérateurs de gérer dynamiquement la qualité de service par l’allocation différenciée des ressources entre types de trafic ou profils d’usage. L’activation et la configuration de ces mécanismes relèvent exclusivement des stratégies des opérateurs.

3.2.2 Focus sur l’utilisation par un des quatre opérateurs d’une fonctionnalité permettant d’appliquer des paramétrages spécifiques à des ensembles de terminaux ou de services

Des informations complémentaires, notamment des journaux détaillés (*logs*) ainsi que les conditions exactes d’activation de ces mécanismes, ont été demandées afin de permettre une analyse approfondie de leur utilisation et de leur impact potentiel. L’un des quatre opérateurs [(opérateur A)] a détaillé dans ses réponses aux questionnaires les modalités d’utilisation d’une fonctionnalité présente chez un de ses équipementiers réseau en 5G permettant de déterminer des ensembles de terminaux ou de services selon plusieurs critères, détaillés ci-dessous, afin d’appliquer des paramétrages et des fonctionnalités de gestion de trafic spécifiques aux flux générés par ces terminaux ou ces services :

Critères liés aux flux de données :

- Le QCI (*Quality of Service Class Identifier*) : ce paramètre standardisé attribue un niveau de priorité spécifique aux flux de données en fonction de la nature de leur usage (voix, streaming vidéo, navigation web, transfert de données, etc.).

Critères liés aux terminaux :

- L’IMEI-TAC (*International Mobile Equipment Identity - Type Allocation Code*) qui identifie le modèle du terminal mobile concerné.

Critères liés aux types de services :

⁹ VoLTE (*Voice over LTE*) : technologie permettant d’effectuer des appels vocaux sur un réseau 4G LTE, offrant une meilleure qualité sonore et une connexion plus rapide par rapport aux appels traditionnels en 2G/3G.

¹⁰ RAN (*Radio Access Network*) : partie du réseau mobile qui assure la connexion entre les appareils des utilisateurs et le cœur du réseau de l’opérateur. Il comprend les antennes, les stations de base et d’autres équipements permettant la transmission des données et des appels.

- Le type d'abonnement ou d'offre commerciale (par exemple : abonnement grand public, forfait professionnel, offre d'accès fixe, etc.).

Autres critères réseau spécifiques :

- D'autres paramètres réseau spécifiques tels que les profils abonnés ou la localisation du terminal.

L'opérateur A a précisé deux principales applications de cette fonctionnalité :

- Par type de service : activation d'un mécanisme de priorisation de la gestion des ressources radio pour ses offres 5G fixes (FWA). L'objectif affiché de cette stratégie est d'éviter que les abonnés bénéficiant d'offres fixes sans fil monopolisent les ressources du réseau au détriment de la qualité de service des abonnés mobiles classiques, notamment lors des périodes de forte charge réseau.
- Par type de terminal : ajustement spécifique d'un paramètre de gestion de la mise en veille des terminaux (activation et gestion du mode veille DRX - *Discontinuous Reception*¹¹) appliqué aux terminaux T1, T2 et T3 utilisés lors des enquêtes Arcep 2023 et 2024.

L'opérateur A a indiqué que ces ajustements ne visent ni à favoriser un terminal par rapport à un autre ni à altérer les performances générales du réseau. Ces éléments ont fait l'objet d'approfondissements dans le cadre de l'enquête administrative afin d'évaluer leur impact potentiel sur les mesures de qualité de service.

3.2.3 Analyse de l'impact sur les résultats de l'enquête QoS mobile

L'activation du mécanisme permettant d'adapter le paramétrage du DRX pour les terminaux T1, T2 et T3 dans les zones où l'opérateur A a déployé des équipements supportant ces fonctionnalités ont soulevé plusieurs interrogations quant à leur impact sur la représentativité des résultats des tests de performance réalisés par l'Arcep dans le cadre de la campagne annuelle de mesure de la qualité de service :

- L'activation de ces mécanismes est-elle susceptible, d'un point de vue théorique, d'impacter la représentativité des indicateurs de la campagne de mesure de la QoS ?
- Les mesures réalisées mettent-elles en évidence une manifestation de ce paramétrage et permettent-elles d'en apprécier l'impact ?

Il ressort de l'instruction l'analyse ci-après déclinée selon différentes catégories d'indicateurs de la campagne QoS.

a) Représentativité des mesures de qualité du service VoIP¹² OTT¹³

Les éléments recueillis dans le cadre de l'enquête administrative ont montré que les terminaux concernés (T1, T2 et T3) ont bénéficié d'un ajustement spécifique du mode de mise en veille DRX, visant à régler un problème de latence dans les premiers instants d'une communication audio VoIP OTT via des applications comme *WhatsApp*.

Le DRX optimise la consommation de batterie des terminaux *via* des mécanismes de veille du terminal concerné. L'ajustement du DRX est susceptible d'avoir un impact sur la latence ou la gigue dans la transmission des paquets ainsi que d'éviter des perturbations sur la qualité de ce service pour ces terminaux.

L'activation de ce paramétrage pourrait en conséquence avoir une incidence sur la comparabilité entre opérateurs et la représentativité de l'expérience utilisateur pour ce service.

¹¹ DRX (*Discontinuous Reception*) est un mécanisme permettant uniquement aux terminaux mobiles de réduire leur consommation d'énergie en limitant la fréquence d'écoute du réseau tout en maintenant la connectivité.

¹² VoIP (*Voice over Internet Protocol*) : technologie permettant la transmission de communications vocales via Internet ou un réseau IP, plutôt que par les réseaux téléphoniques traditionnels (notamment via des services les applications de messagerie).

¹³ Tests d'appels voix réalisés avec une application de messagerie instantanée OTT ("*Over the top*").

Par conséquent, il ressort de l'enquête administrative que le paramétrage mis en place est de nature à affecter la représentativité des mesures de qualité des appels VoIP OTT réalisées sur le réseau de l'opérateur A.

- b) Représentativité des indicateurs relatifs aux services internet (débit, navigation web, streaming vidéo)

D'un point de vue théorique, il convient de noter que le protocole utilisé lors des campagnes Arcep pour la mesure des performances Internet (débit, navigation web, *streaming* vidéo) repose sur des échanges de données continus pendant toute la durée des tests. Ces conditions d'usage des ressources réseau rendent très improbable l'entrée en mode veille des terminaux mobiles activant le DRX, mode destiné à optimiser la consommation d'énergie pendant des périodes d'inactivité ou de très faible trafic. Dans des cas très isolés de congestion réseau sévère, il pourrait exister théoriquement un léger délai supplémentaire lié à la sortie du mode veille, susceptible d'influencer marginalement les temps d'établissement de connexion.

Par conséquent, aucun impact significatif du réglage DRX sur les résultats de ces mesures n'est attendu, puisque ce mécanisme de gestion énergétique ne devrait pas avoir l'occasion de s'activer durant ces phases de transfert de données.

L'analyse des données recueillies pendant la campagne Arcep a confirmé cette hypothèse pour les mesures de débit : l'occurrence effective d'activation du DRX durant les tests de débit a été extrêmement limitée.

De plus, des mesures complémentaires ont été menées par l'Arcep avec des terminaux de référence différents de ceux utilisés lors des campagnes annuelles, non soumis à des réglages particuliers relatifs au mode DRX. Bien que certains écarts aient été observés entre les résultats de ces terminaux et ceux des modèles utilisés dans les campagnes, il ne ressort de l'enquête administrative aucune corrélation entre ces écarts et les occurrences d'activation du DRX, elles-mêmes limitées dans les conditions réelles de test.

En synthèse, il ressort de l'enquête administrative que l'activation des mécanismes impliquant un paramétrage spécifique du DRX pour les terminaux T1, T2 et T3 chez l'opérateur A, a un impact variable selon les indicateurs évalués.

Pour les services de VoIP OTT, le paramétrage mis en place est de nature à affecter la représentativité des mesures et la comparabilité entre opérateurs.

À l'inverse, concernant les services Internet tels que le débit, la navigation web et le *streaming* vidéo, les données et observations indiquent que le mode DRX a très peu de chance de s'activer durant les tests continus, rendant négligeable tout impact potentiel sur les résultats.

4 Conclusion

L'analyse des traces associées aux mesures effectuées en juin et août 2024, combinée aux réponses des opérateurs et d'un équipementier RAN, ne permet pas d'identifier un traitement différencié par le réseau ciblant certains types des terminaux et impactant de manière significative les résultats des tests de débit. Des hypothèses pouvant expliquer les écarts observés ont été identifiées, notamment en lien avec les caractéristiques techniques des équipements radio déployés, les performances intrinsèques des terminaux, ainsi que les choix de déploiement et de configuration des opérateurs.

Les écarts constatés, selon le terminal utilisé, dans les mesures de débits descendants se traduisent par des différences limitées dans les indicateurs de débit descendants aux seuils de 3, 8 et 30 Mbit/s qui sont utilisés par l'Arcep depuis 2023 pour la restitution des résultats des campagnes de mesure de la qualité de service mobile, au regard des intervalles de confiance statistique habituellement utilisés dans ce cadre, et ne sont pas de nature à remettre en cause la représentativité de l'expérience des utilisateurs.

En revanche, l'ajustement spécifique d'un paramètre de gestion de la mise en veille pour les terminaux de la campagne est de nature à affecter la représentativité des mesures effectuées sur les appels VoIP OTT pour l'opérateur A. Pour autant, concernant les services Internet tels que le débit, la navigation web et le *streaming* vidéo, les données et observations indiquent que le mode DRX a très peu de chance de s'activer durant les tests continus, rendant négligeable tout impact potentiel sur les résultats.

Ainsi, ni les différences observées sur les mesures selon les terminaux choisis, ni le fait qu'un ajustement spécifique d'un paramètre de mise en veille ait été activé par un opérateur, ne sont de nature à remettre en cause la représentativité des résultats des indicateurs relatifs aux services internet.

Décide :

Article 1 : L'enquête administrative ouverte par la décision n°2024-2046-RDPI en date du 19 septembre 2024 concernant l'enquête annuelle d'évaluation de la qualité de service des réseaux mobiles en métropole est close.

Article 2 : La présente décision sera notifiée aux sociétés Bouygues Telecom, Free mobile, Orange et SFR par le directeur général de l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse. Elle sera publiée, sous réserve des secrets protégés par la loi, sur le site internet de l'Autorité.

Fait à Paris, le 10 juin 2025,

La Présidente

Laure de la Raudière