

François L'Ecu

**Description technique
de la surface de conversion altimétrique
RAF20**

DIFFUSION OUVERTE

DT n° et version 600828687-02

Date de création 23/11/2021

1 Introduction	3
2 La surface de conversion altimétrique RAF20	4
2.1 Points d'appui et de contrôle	4
2.2 Adaptation aux points d'appui.....	4
2.3 Evaluation.....	4
2.4 Carte du modèle.....	5
2.5 Codes de précision.....	6
2.5.1 Au niveau interne.....	6
2.5.2 Au niveau externe	6
2.6 Evolution de la précision externe entre les modèles RAF18b et RAF20	8
2.7 Comparaison de RAF20 à RAF18b.....	8
2.8 Fichier diffusé.....	10

1 Introduction

Afin de remédier aux défauts de la surface de conversion altimétrique RAF18b entre les hauteurs ellipsoïdales RGF93v2b et les altitudes NGF-IGN69 diffusée à partir du 01/02/2021, il a été décidé de publier au 30/06/2021 (en interne à l'IGN) et au 01/09/2021 (en externe) une nouvelle surface de conversion altimétrique nommée RAF20 associée aux mêmes références (les données terrain les plus récentes utilisées pour son calcul datent de 2020), permettant :

- de corriger le problème de Sète constaté sur RAF18b à la suite de l'introduction d'un point d'appui faux en provenance du SHOM,
- d'améliorer la qualité du modèle en introduisant quelques corrections mineures sur certains points du RBF,
- de prendre en compte les campagnes d'entretien de nos réseaux (RBF, ERNIT) de mars 2018 à 2020.

Dans ce document, on trouvera une brève description du processus de calcul, les caractéristiques des données en entrée, l'enchaînement des étapes successives du traitement, puis la présentation des résultats obtenus, avec leur évaluation en termes de précision.

Le quasi-géoïde utilisé est le même que pour RAF18 et RAF18b, à savoir QGF16, déjà décrit dans le Document Technique 600 82 8671-02.

2 La surface de conversion altimétrique RAF20

2.1 Points d'appui et de contrôle

On repart des points ayant servi au calcul de RAF18b (décrits dans le Document Technique 600 82 8671-02), auxquels on ajoute les nouvelles acquisitions :

- 16 points RBF présentant des écarts importants par rapport à RAF18b s'expliquant par des fautes en BDG. Ils ont été corrigés et intégrés.
- 3 RN avec mesures GNSS situés dans la zone de Grenoble, fournis par un partenaire extérieur.
- 863 points issus de la campagne ERNIT 2018 et non encore liquidés au moment du calcul de RAF18b.
- 843 points de la campagne ERNIT 2019.
- 429 points de la campagne ERNIT 2020.

On note que les dernières données ayant servi au calcul ont été collectées sur le terrain en 2020, d'où le millésime « 20 » adopté pour la surface résultante.

2.2 Adaptation aux points d'appui

Il a fallu quatre itérations du processus pour obtenir une répartition points d'appui / points de contrôle / points rejetés stabilisée, et conduisant au meilleur résultat possible.

2.3 Evaluation

Les résultats des tests interne et externe, portant sur les valeurs de l'écart (en mètres) entre la grille et l'observation, sont les suivants :

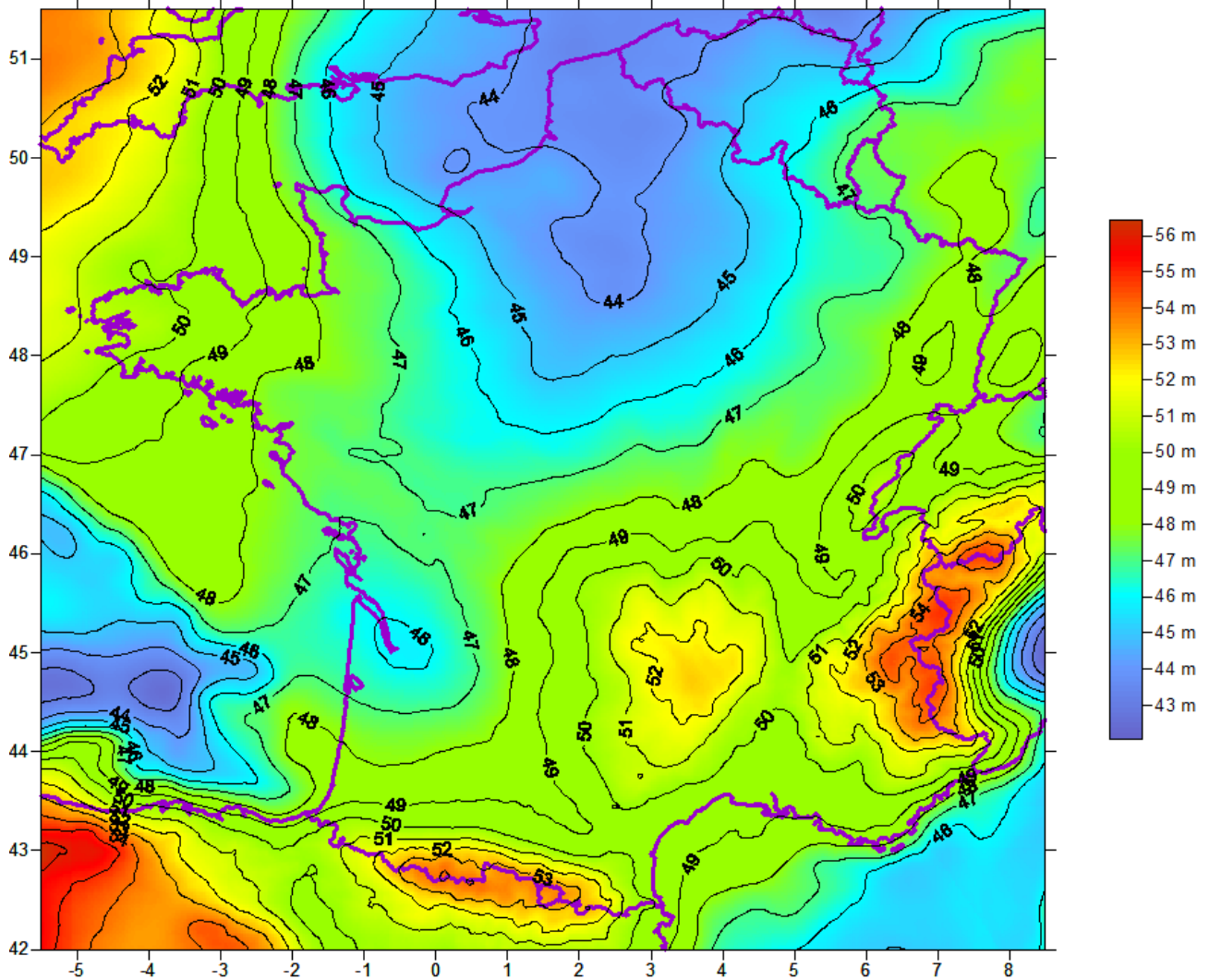
	Test interne	Test externe
Nombre de points	11783	6774
Moyenne	$-7.28 \cdot 10^{-5}$ m	-0.001 m
Ecart-type	0.004 m	0.011 m
Valeur minimale	-0.039 m	-0.038 m
Valeur maximale	0.056 m	0.035 m

Ces valeurs permettent de dire que la précision de la grille RAF20, déterminée grâce à la valeur de l'écart-type sur les points de contrôle est de 1 cm à 1 sigma.

Les valeurs minimale et maximale du test interne sont un peu élevées : ceci s'explique par l'ajout de points dans les massifs montagneux, où les pentes sont très fortes et les variations de l'ondulation brutales. Il est alors difficile de « tordre » la grille pour la faire passer par tous ces points, parfois isolés, sans obtenir quelques résidus un peu forts. Leur utilisation demeure néanmoins préférable à l'existence de zones qui seraient vides de points d'appui si on ne les introduisait pas, ce qui pourrait conduire à des écarts importants potentiellement observables par l'utilisateur.

2.4 Carte du modèle

La carte ci-dessous donne une représentation graphique de RAF20 en teintes hypsométriques et courbes de niveau.



2.5 Codes de précision

2.5.1 Au niveau interne

Ici, c'est l'écart brut entre N_{RAF20} et N_{obs} aux points d'appui qui est interpolé aux nœuds de RAF20. On le met ensuite sous forme de grille, exactement de même format que RAF20, dans laquelle l'utilisateur peut interpoler pour connaître la précision interne du modèle en tout lieu.

2.5.2 Au niveau externe

Ce niveau est sûrement plus utile que le niveau interne, qui lui est davantage dédié au concepteur IGN de la grille, dans le but de l'aider à valider les résultats du calcul du modèle. Ici, la finalité est de fournir des codes de précision directement compatibles avec ceux de Circé, et donc donnés à l'utilisateur à chaque conversion altimétrique effectuée par ce logiciel.

Dans cette partie, c'est l'écart brut entre N_{RAF20} et N_{obs} aux points de contrôle qui est interpolé aux nœuds de RAF20. Puis on fait la correspondance entre cet écart brut et les codes de précision de Circé. Enfin, l'information totale comportant la valeur de N_{RAF20} et ce code de précision est placée en chaque nœud de RAF20 (ce qui donne une nouvelle grille au format .tac), et peut donc être restituée par Circé.

La correspondance entre la précision interne et la précision externe au sens de Circé 5.2 est déterminée selon les règles suivantes :

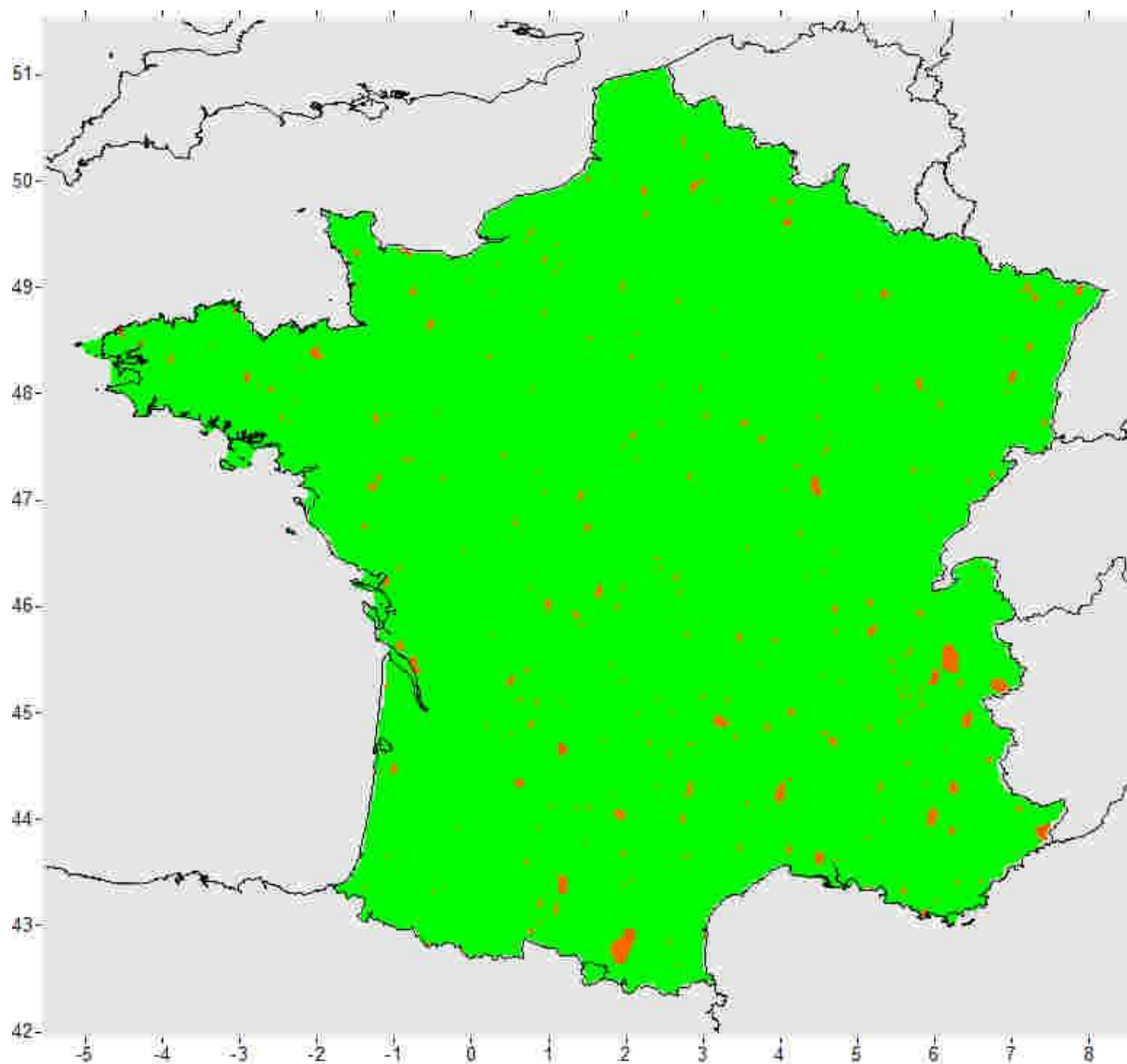
- si $0 \leq p_{ext} \leq 0.02$ m, alors $p_{ext_Circé} = 7$.
- si 0.02 m $< p_{ext} \leq 0.05$ m, alors $p_{ext_Circé} = 1$.
- si 0.05 m $< p_{ext} \leq 0.1$ m, alors $p_{ext_Circé} = 2$.
- si 0.1 m $< p_{ext} \leq 0.2$ m, alors $p_{ext_Circé} = 3$.
- si 0.2 m $< p_{ext} \leq 0.5$ m, alors $p_{ext_Circé} = 4$.
- si 0.5 m $< p_{ext} \leq 1$ m, alors $p_{ext_Circé} = 10$.
- si 1 m $< p_{ext} \leq 2$ m, alors $p_{ext_Circé} = 5$.

La carte ci-dessous illustre la répartition zonale de ces codes Circé.

En vert : précision meilleure que 0.02 m, code Circé = 7.

En orange : précision comprise entre 0.02 et 0.05 m, code Circé = 1.

En gris : zone marine, pas d'information, code Circé = 99.



2.6 Evolution de la précision externe entre les modèles RAF18b et RAF20

Dans cette partie, nous déterminons, pour les points de contrôle exprimés dans la référence géométrique RGF93V2b, leurs écarts bruts à la grille RAF18b. Nous calculons ensuite, pour ces mêmes points exprimés dans la référence géométrique RGF93V2b, leurs écarts bruts à la grille RAF20.

Les résultats statistiques sont donnés dans le tableau ci-dessous, où « e » désigne la valeur absolue de l'écart entre l'observation et les modèles testés.

	Ecarts bruts à RAF18b	Ecarts bruts à RAF20
Moyenne	0 m	-0.001 m
Ecart-type	0.012 m	0.011 m
Valeur minimale	-0.191 m	-0.038 m
Valeur maximale	0.136 m	0.035 m
Points avec : $0 \leq e \leq 1$ cm	4578, soit 67.58%	4469, soit 65.97%
Points avec : $1 \text{ cm} < e \leq 2$ cm	1671, soit 24.67%	1818, soit 26.8%
Points avec : $2 \text{ cm} < e \leq 3$ cm	444, soit 6.55%	482, soit 7.12%
Points avec : $e > 3$ cm	81, soit 1.2%	5, soit 0.07%

A la lecture de l'ensemble de ces résultats, on constate :

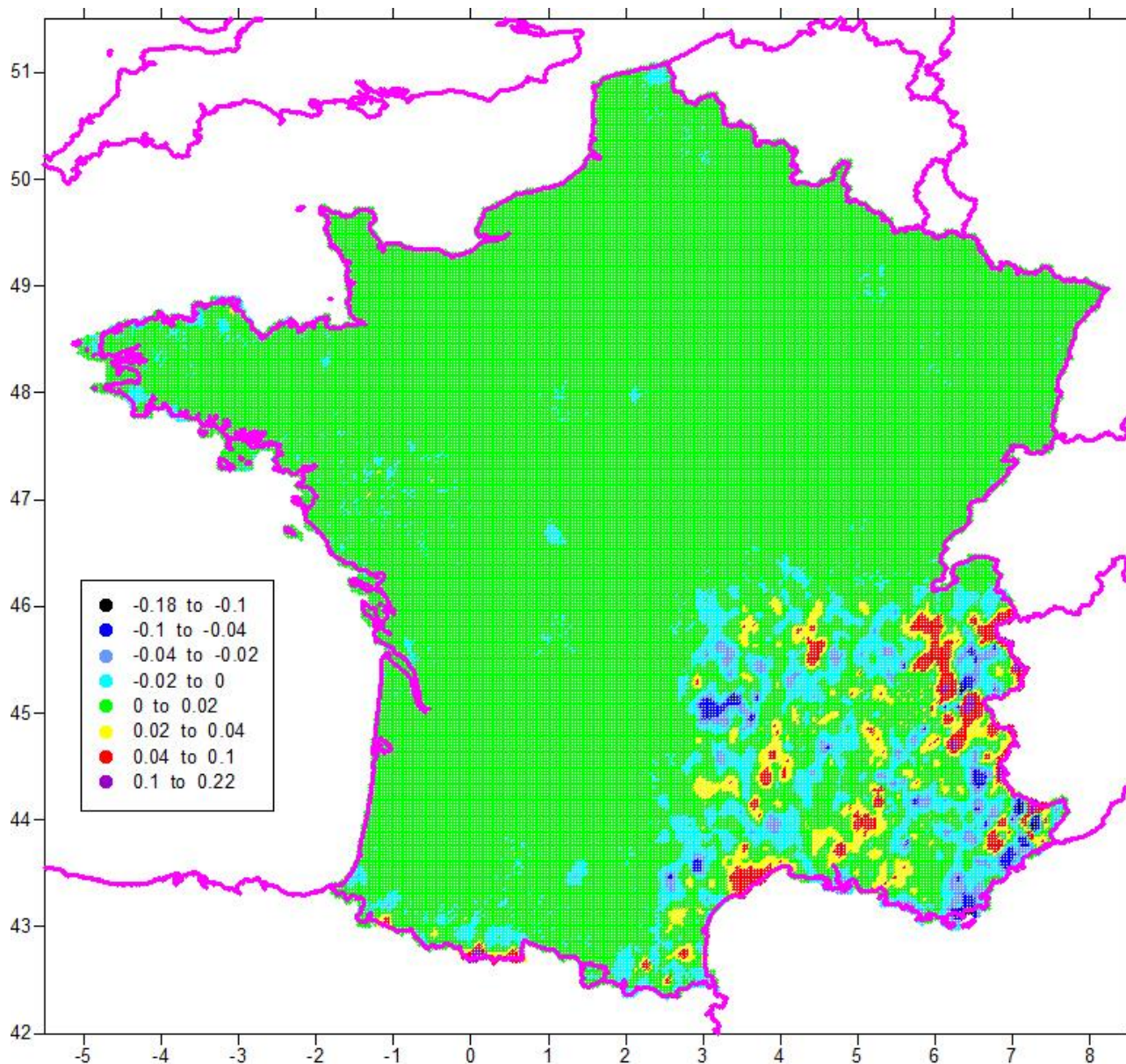
- le maintien de l'écart-type à la valeur de 1 cm.
- une nette diminution des valeurs minimale et maximale des écarts entre observation et modèle. Ceci est dû à la prise en compte par RAF20 de points d'appui dans la zone Sud-Est, qui rendent le modèle plus conforme à l'observation, et diminuent par conséquent les écarts sur les points de contrôle.
- une diminution conséquente des points à écart fort.

2.7 Comparaison de RAF20 à RAF18b

Pour avoir une comparaison significative sur les zones utiles du territoire, il est nécessaire de ne pas tenir compte des zones hors France continentale ainsi que des îles, qui présentent des écarts importants et polluent les statistiques et les graphiques. La comparaison des deux grilles ne s'effectue donc que sur les points « utiles ». Les résultats statistiques sont :

	$N_{RAF20} - N_{RAF18b}$
Moyenne	0.001m
Ecart-type	0.012 m
Valeur minimale	-0.179 m
Valeur maximale	0.216 m

Et la carte des écarts :



On constate que les deux grilles :

- sont différentes principalement sur le quart Sud-Est du pays, ce qui est logique puisque c'est là qu'on a ajouté de nombreux points d'appui. Ce ne sont donc pas des erreurs, mais des évolutions voulues.
- sont différentes à Sète, ce qui est là aussi normal, puisqu'on a intégré une correction légitime.
- présentent des différences là où on a ajouté les points RBF qui étaient apparus comme douteux au moment du contrôle de RAF18b, et que l'on a corrigés en BDG puis intégrés à RAF20.

2.8 Fichier diffusé

Il se présente sous forme d'une grille au format .tac directement lisible par le logiciel Circé 5.2.

- Nom du fichier : **RAF20.tac**

- Emprise de la grille :

$$42^{\circ} \leq \varphi \leq 51.5^{\circ}$$

$$-5.5^{\circ} \leq \lambda \leq 8.5^{\circ}$$

- Pas de la grille : 0.025 ° en latitude et 0.033° en longitude.

Diffusion ouverte

Direction / Service	Fonction	Adresse électronique
DOT	Directeur	philippe.gerbe@ign.fr
DOT	Directeur adjoint	didier.moisset@ign.fr
DP / SDPU	MO géodésie	laurent.toustou@ign.fr
DP / SDPU	MO géodésie	thierry.duquesnoy@ign.fr
DSTI / ENSG	CDoS	cdos@ensg.eu
DSTI / ENSG	Centre de compétences géodésie	isabelle.panet@ensg.eu
DSTI / ENSG	Chef du centre de compétences	serge.botton@ensg.eu
DOT / SGM	Chef de service / Responsable Qualité	bruno.garayt@ign.fr
DOT / SGM	Responsable documentation	xavier.della-chiesa@ign.fr
DOT / SGM	Responsable produits	olivier.jamet@ign.fr
DOT / SGM	Chefs de départements	chefs.sgm@ign.fr
DOT / SGM	Ingénieur d'études	julien.gazeaux@ign.fr
DOT / SGM	Ingénieur d'études	sylvain.lavoue@ign.fr
DOT / SGM	Expert	thierry.gattacceca@ign.fr

Mots-clé

Gravimétrie ; MNT ; modèle global de champ ; points GNSS nivelés ; hauteur ellipsoïdale ; altitude normale

Résumé

Le document présente un descriptif technique du calcul de la surface de conversion altimétrique RAF20.

Matériel

Système d'exploitation

Windows 10 Professionnel

Logiciel

Microsoft Office Word 2010

Validation

	Fonction	Nom	Visa
Commanditaire	Chef de service	Bruno Garayt	09/09/2021 – signé
Rédacteur principal	Chef de département	François L'Écu	09/09/2021 – signé
Lecteur	Expert	Thierry Gattacceca	09/09/2021 – signé
Approbateur	Chef de service	Bruno Garayt	21/09/2021 – signé