

# Couleurs du nuancier RAL pour les éoliennes

Rapport d'étude



Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergie et climat  
Prévention des risques  
Développement durable  
Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir



## **Résumé**

Ce rapport présente le résultat d'une étude sur les caractéristiques chromatiques des couleurs du nuancier RAL, et plus particulièrement des couleurs blanches.

Il statue sur la conformité des couleurs blanches du nuancier RAL aux exigences de l'annexe 14 de l'OACI en terme de coordonnées chromatiques et facteur de luminance.

## **Mots clés**

Blanc, RAL, balisage, éoliennes



## **Table des matières**

<b><u>1.</u></b>	<b><u>Introduction</u></b> .....	<b>7</b>
<b><u>1.1.</u></b>	<b><u>Objet du document</u></b> .....	<b>7</b>
<b><u>1.2.</u></b>	<b><u>Guide de lecture</u></b> .....	<b>7</b>
<b><u>2.</u></b>	<b><u>Documentation et références</u></b> .....	<b>7</b>
<b><u>2.1.</u></b>	<b><u>Documents applicables</u></b> .....	<b>7</b>
<b><u>2.2.</u></b>	<b><u>Documents de référence</u></b> .....	<b>7</b>
<b><u>3.</u></b>	<b><u>Méthodologie</u></b> .....	<b>8</b>
<b><u>3.1.</u></b>	<b><u>Expression de besoin</u></b> .....	<b>8</b>
<b><u>3.2.</u></b>	<b><u>Méthodologie</u></b> .....	<b>8</b>
<b><u>3.3.</u></b>	<b><u>Déroulement</u></b> .....	<b>8</b>
<b><u>4.</u></b>	<b><u>Analyse</u></b> .....	<b>9</b>
<b><u>4.1.</u></b>	<b><u>Réalisation de la prestation</u></b> .....	<b>9</b>
<b><u>4.2.</u></b>	<b><u>Résultats</u></b> .....	<b>9</b>
<b><u>5.</u></b>	<b><u>Conclusion</u></b> .....	<b>10</b>



## **1. INTRODUCTION**

### **1.1. OBJET DU DOCUMENT**

Le 16 septembre 2000, l'instruction 20700/DNA relative à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques a été adoptée. Depuis, un travail de refonte a été entrepris.

L'OACI donne des caractéristiques définissant la couleur blanche en fonction de quantités colorimétriques qui sont exprimées par rapport à l'observateur de référence et dans le système adopté par la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) lors de sa huitième session à Cambridge en 1931 (on l'appellera par la suite référentiel OACI).

Il est apparu que la mise en application de ce référentiel pouvait poser problème, le monde industriel s'appuyant sur un autre référentiel, notamment le référentiel de couleurs RAL (*Reichsausschuss für Lieferbedingungen*).

Le STAC a donc réalisé une étude visant à établir la satisfaction des couleurs du nuancier RAL (notamment les couleurs blanches) par rapport au référentiel OACI.

Le présent document a pour objectif de synthétiser les résultats obtenus.

### **1.2. GUIDE DE LECTURE**

Le chapitre 2 recense les documents applicables et de référence. Le chapitre 3 résume la méthodologie adoptée pour la conduite de l'étude. Enfin, les résultats sont synthétisés au chapitre 4.

## **2. DOCUMENTATION ET REFERENCES**

### **2.1. DOCUMENTS APPLICABLES**

- [1] Courrier 080038 DAST/SEA4 du 29 janvier 2008
- [2] Proposition d'étude de la couleur Blanc RAL – Plan de projet, Vincent SIMONNET, V1R2 du 6/5/2008, réf. PLAN/STAC/SE/VI/08-5093
- [3] Courrier 090243 DAST/SEA du 21 mai 2008

### **2.2. DOCUMENTS DE REFERENCE**

- [4] Etude colorimétrique nuancier RAL – Cahier des charges, Vincent SIMONNET, V1R0 du 13/05/2008, réf. CDC/STAC/SE/VIS/08-5063
- [5] Proposition pour prestation de mesures colorimétriques – Etude colorimétrique nuancier RAL, 3C, offre commerciale n° STECG08.007 Rev1 du 13 juin 2008
- [6] Prestations techniques de mesures colorimétriques – rapport du 29 septembre 2008, 3c, réf. STECH08.007 (document annexé à ce rapport)
- [7] Compte-rendu de réunion du 6 mai 2008, Vincent SIMONNET, V1R0, réf. CR/STAC/SE/VIS/08-5087
- [8] Compte-rendu de réunion du 13 juin 2008, Vincent SIMONNET, V1R0, réf. CR/STAC/SE/VIS/08-5117
- [9] Compte-rendu de réunion du 31 octobre 2008, Vincent SIMONNET, V1R0, réf. CR/STAC/SE/VIS/08-5210

[10] Compte-rendu de réunion du 12 décembre 2008, Vincent SIMONNET, V1R0, réf. CR/STAC/SE/VIS/08-5255

[11] Annexe 14 à la Convention relative à l'aviation civile internationale – Aérodrômes – Volume I Conception et exploitation technique des aerodromes, OACI, quatrième édition juillet 2004 (l'édition comprend tous les amendements adoptés par le Conseil avant le 28 février 2004)

### **3. METHODOLOGIE**

#### **3.1. EXPRESSION DE BESOIN**

Le besoin a été initialement exprimé par la DAST dans le courrier [1] . Le besoin exprimé consistait à « connaître les caractéristiques des blancs du nuancier RAL ». Le courrier fait également référence aux spécifications de l'annexe 14 de l'OACI. En effet, l'OACI définit à la fois des principes de mesures et des spécifications colorimétriques pour les surfaces telles que les marques (annexe 14 de l'OACI, volume 1, appendice 1).

Le besoin exprimé auprès du STAC peut ainsi être divisé en trois parties :

- Réalisation de mesures sur un nuancier RAL, conformément aux principes énoncés dans l'annexe 14, volume 1, appendice 1, §3.1 (cf. [11] )
- Expression des résultats colorimétriques dans le référentiel utilisé dans l'annexe 14, volume 1, appendice 1, §1, note liminaire, et positionnement vis-à-vis des exigences de l'annexe 14, volume 1, appendice 1, §3.2 (cf. [11] )
- Détermination des blancs du nuancier RAL qui satisfont aux exigences relatives aux surfaces exprimées dans l'annexe 14, volume 1, appendice 1 (cf. [11] )

Le plan de projet [2] a été formellement accepté par la DAST (cf. [3] ).

#### **3.2. METHODOLOGIE**

Le STAC réalise des essais photométriques sur les feux et panneaux de balisage. Toutefois, le STAC n'est pas équipé pour faire de la mesure colorimétrique de surface. Aussi, il a été retenu de faire appel à un sous-traitant.

Un cahier des charges a donc été rédigé et diffusé à 4 prestataires spécialistes du domaine. Le cahier des charges (cf. [4] ) prévoyait globalement l'achat d'un nuancier RAL par le prestataire, la réalisation de mesure conformément aux exigences énoncées au § 3.1, et la délivrance d'un rapport de mesure.

Après concertation avec la DAST (cf. [8] ), le devis de la société 3C (cf. [5] ) a été retenu.

Le STAC a assuré le suivi de la prestation et analysé les résultats fournis par l'industriel.

Etant donné le nombre très restreint de nuances blanches disponibles dans le nuancier RAL, il a été retenu par le STAC d'étendre les mesures aux couleurs jaune, rouge et noire (couleurs utilisées pour les marques). Les couleurs retenues figurent dans le cahier des charges [4] présentée et discutée avec la DAST (cf. [7] ).

#### **3.3. DEROULEMENT**

Le suivi de l'étude a été réalisé au travers de réunions téléphoniques. Ces réunions ont donné lieu à compte-rendu (une première version est diffusée aux participants pour prise en compte des commentaires avant diffusion officielle du compte-rendu) : cf. [7] [8] , [9] et [10] .

A compter du 1<sup>er</sup> juillet 2008 et du fait de la ré-organisation de la DGAC, c'est la DSAC qui est devenue cliente de l'étude.

Le déroulement de l'étude a été marqué par un problème d'approvisionnement en carte RAL par le prestataire 3C. Le problème d'approvisionnement concernait la nuance référencée RAL 1007 (couleur

jaune). Aussi, il a été convenu entre le STAC et le prestataire de réaliser cette mesure sur une carte en possession du prestataire depuis l'année 2001, sans attendre la livraison RAL, afin de ne pas retarder inutilement l'étude. Du coup, le rapport du prestataire (cf. [6] ) contient les mesures effectuées sur des cartes neuves du nuancier RAL, à l'exception de la référence RAL1007. Le rapport fourni par le prestataire (cf. [6] ) a été examiné lors d'une réunion d'avancement avec la DSAC (cf. [9] ). Lors de cette réunion, du fait que la référence RAL 1007 n'était pas conforme aux exigences énoncées au paragraphe 3.1 (à la fois en termes de coordonnées chromatiques et en termes de facteur de luminance), il a été retenu de conclure l'étude vis-à-vis de la DSAC en l'état.

Par ailleurs, il a également été convenu (cf. [9] ) que le STAC conserve le nuancier RAL prévu en tant que livrable dans le plan de projet (cf. [2] ).

Le rapport d'étude de la société 3C ainsi que le tableau de résultat de mesure a été diffusé à la DSAC.

## **4. ANALYSE**

### **4.1. REALISATION DE LA PRESTATION**

La société 3C a été retenue pour réaliser la prestation prévue au cahier des charges fourni par le STAC (cf. [4] ).

La société 3C a acheté un nuancier RAL 840HR (cartes au format DIN A6, produites et contrôlées à la demande par RAL, en Allemagne en juillet 2008).

Ensuite, les mesures ont été réalisées par le service métrologie de 3C avec un spectromètre Hunterlab Colorflex. Préalablement aux mesures colorimétriques, l'instrument a été vérifié et validé à l'aide d'étalons colorés étalonnés sous accréditation UKAS. Les mesures sont réalisées sur la bande spectrale 400 à 700nm, avec un éclairage de 45° et un observateur perpendiculaire à la surface (champ 2°). La source d'éclairage est une lampe flash au xénon pulsé (l'illuminant D65 est reproduit par calcul). Les calculs colorimétriques ont été réalisés selon les recommandations de la Commission Internationale de l'Eclairage CIE15 :2004 et les résultats colorimétriques exprimés dans l'espace trichromatique CIE1931 (Y,x,y).

Chaque résultat colorimétrique correspond à la moyenne de 5 mesures colorimétriques réparties sur toute la surface de l'échantillon coloré avec des rotations de 90° de celui-ci par rapport à l'instrument de mesure.

La réalisation des mesures est détaillée dans le rapport fourni par la société 3C (cf. [6] ) attaché en annexe du présent rapport.

L'appareil utilisé et le protocole de mesure mis en œuvre permettent de garantir un niveau satisfaisant d'incertitude de mesure.

Au final, la prestation de la société 3C a été réalisée conformément au cahier des charges publié par le STAC (cf. [4] ), et donc aux exigences exprimées par le client (cf. § 3.1).

### **4.2. RESULTATS**

Les résultats de la prestation ont été fournis au travers d'un rapport d'étude (cf. [6] ) et d'un tableau de mesure annexé au rapport (fourniture en version papier et électronique).

Il résulte de l'étude que les références suivantes sont conformes aux exigences exprimées par le client (cf. § 3.1) :

- Pour le blanc : RAL 9001, 9003, 9010 et 9016
- Pour le jaune : RAL 1003, 1021, 1023
- Pour le rouge : RAL 3000, 3020, 3024 et 3026
- Pour le noir : RAL 9004, 9005, 9011 et 9017

Note : le lecteur est invité à consulter le rapport [6] pour le détail des résultats.

## **5. CONCLUSION**

En réponse à la demande formulée par la DAST (cf. [1] ), le STAC a fait réaliser des mesures sur un nuancier RAL. Les mesures ont été réalisées conformément au cahier des charges publié par le STAC, conformément aux exigences exprimées par la DAST. En conséquence, les résultats obtenus peuvent être comparés aux exigences figurant dans l'annexe 14 de l'OACI (cf. [11] ), à la fois en termes de coordonnées chromatiques et de facteur de luminance.

Au final, il est possible de conclure que les références suivantes du nuancier RAL sont conformes aux exigences de l'annexe 14 de l'OACI (cf. [11] ) pour les marques de signalisation (appendice 1) :

- Dans le domaine du blanc : RAL 9001, 9003, 9010 et 9016
- Dans le domaine du jaune : RAL 1003, 1021, 1023
- Dans le domaine du rouge : RAL 3000, 3020, 3024 et 3026
- Dans le domaine du noir : RAL 9004, 9005, 9011 et 9017



Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergie et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent  
pour  
l'avenir**

---

service technique de l'Aviation civile  
31, avenue du Maréchal Leclerc  
94381 BONNEUIL-SUR-MARNE CEDEX  
Tél. 33 (0) 1 49 56 80 00  
Fax 33 (0) 1 49 56 82 19

Site de Toulouse  
9, avenue du Docteur Maurice Grynfolgel - BP 53735  
31037 TOULOUSE CEDEX 1  
Tél. 33 (0) 1 49 56 83 00  
Fax 33 (0) 1 49 56 83 02

Centre de test de détection d'explosifs  
Centre d'essais de lancement de missiles - BP 38  
40602 BISCARROSSE CEDEX  
Tél. 33 (0) 5 58 83 01 73  
Fax 33 (0) 5 58 78 02 02