

**NOTE
TECHNIQUE**

n°43

*Caractéristiques des prévisions de tendance automatique dans
les METAR AUTO*

Carole DELIN, Monique LEVEN, Michel LEROY & Gaëtan LECHES

Novembre 2015 – Mise à jour Août 2016

**DIRECTION
DES SYSTEMES
D'OBSERVATION**



METEO FRANCE

Sommaire

Objet	4
Généralités.....	5
Tendance pour le vent	5
Tendance pour la visibilité.....	6
Tendance pour le temps présent	6
Tendance pour les couches nuageuses.....	7
Élaboration de la tendance automatique	8
Conclusion	9

Ce document présente les caractéristiques du codage des prévisions de tendances automatiques qui sont implémentées dans les METAR AUTO. Il s'adresse plus particulièrement aux usagers aéronautiques comme les pilotes.

Bibliographie

- (1) Annexe 3 de l'OACI : Assistance météorologique à la navigation aérienne internationale
- (2) Guide d'utilisation des codes aéronautiques – Météo France

Objet

Pour rappel, les prévisions de tendance sont des prévisions utilisées essentiellement pour l'atterrissage à destination des usagers locaux et des aéronefs situés à moins d'une heure de vol environ de l'aérodrome. Elles peuvent être également utilisées pour l'établissement des plans de vol. La période de validité d'une prévision de tendance est de 2 heures à compter de l'heure du message d'observation METAR. Elle est ajoutée à la fin du METAR

Jusqu'à début 2016, seuls les METAR produits avec une présence locale d'un observateur météorologique contiennent une prévision de tendance. Mais la généralisation de l'observation aéronautique automatique a conduit Météo-France à introduire une tendance automatique dans les METAR AUTO.

Cette prévision de tendance utilise la prévision (humaine) du TAF, elle sera donc ajoutée uniquement pour les aérodromes pour lesquels une production de TAF est assurée et pendant la période de production de ces TAF.

En central à Toulouse, les prévisions des TAF sont traduites en prévisions découpées heure par heure, prévisions évidemment mises à jour en cas d'amendement de TAF ou de nouveau TAF. Ces prévisions « horaires » sont récupérées par le calculateur d'observation local toutes les 30 minutes avant chaque codage de METAR AUTO et sont combinées avec l'observation pour fabriquer et coder la prévision de tendance sur les 2 prochaines heures. Un éventuel amendement de TAF est pris en compte lors du METAR AUTO suivant.

Il n'y aura pas de tendance automatique quand un TAF sera absent ou lorsque le calculateur d'observation n'accédera pas aux prévisions du TAF (problème de connexion). De même, il n'y aura pas de tendance automatique lorsqu'un paramètre d'observation nécessaire à la tendance (vent/ visibilité /Temps présent/ hauteur nuages et capacité de détection des nuages convectifs), sera manquant dans les METAR AUTO.

La prévision de tendance concerne le vent, la visibilité, les couches nuageuses et le temps présent. Etant issu des messages TAF, les critères de renseignement des changements prévus sont les mêmes que pour les messages TAF, sur la période de 2h.

Pour les METAR élaborés humainement, la tendance reste celle codée par l'observateur météorologique. Les tendances automatiques sont construites sur une comparaison d'une observation automatique et d'une prévision humaine. Cela aura comme conséquence possible la génération de tendances automatiques plus variables dans le temps que les tendances «humaines». L'objet de cette note est de présenter certaines de ces caractéristiques des tendances automatiques.

Généralités

La prévision de tendance met en évidence des paramètres qui franchissent des seuils entre le moment de l'observation et les deux heures qui suivent. Elle est d'abord élaborée pour chaque paramètre (vent, visibilité, couches nuageuses et temps présent), puis le calculateur d'observation calcule la prévision de tendance finale qui est incluse dans le METAR AUTO.

Pour chaque paramètre, les observations du METAR AUTO de HH:00 sont comparées aux prévisions de l'heure HH:00 et celle de (HH+1):00.

Par exemple, pour les METAR AUTO de 06h00, les observations des METAR AUTO sont comparées aux prévisions de 06h00 et 07h00 (issues des TAF). Cela est lié au fait qu'une prévision à l'heure H:00 est valable de H:00 à H+59min

Les observations des METAR AUTO de l'heure HH:30 sont comparés aux prévisions de l'heure (HH+1):00 et de (HH+2):00.

Par exemple, pour les METAR AUTO de 06h30, les observations des METAR AUTO sont comparées aux prévisions de 07h00 et 08h00 (issues des TAF).

La prévision de tendance est donc construite à partir des prévisions du TAF à HH:00 et (HH+1):00., respectivement (HH+1):00 et (HH+2):00 pour les METAR semi horaire

Dans la construction de la tendance, si, pour un paramètre l'évolution est significative pour les deux heures de prévision et que l'évolution à l'heure HH (respectivement HH+1) est différente de celle de l'heure HH+1 (respectivement HH+2), alors c'est l'évolution à l'heure HH+1 (respectivement HH+2) qui sera retenue.

La construction générale de la prévision de tendance peut se résumer comme suit :

- Si dans le TAF, la prévision à HH+1 (respectivement HH+2) est bien définie (sans l'indicateur TEMPO et sans indicateur de probabilité PROB30 ou PROB40), alors la tendance automatique sera BECMG (PREVI)_{HH+1} quelle que soit la prévision de l'heure HH. (respectivement HH+1)
- Si dans le TAF, la prévision à HH+1 (respectivement HH+2) est définie avec un indicateur TEMPO ou un indicateur de probabilité PROB30 ou PROB40, alors la tendance automatique sera TEMPO (PREVI)_{HH+1} quelle que soit la prévision de l'heure HH (respectivement HH+1).
- Si dans le TAF, la prévision à HH+1 (respectivement HH+2) ne diffère pas significativement de l'observation du METAR AUTO, alors l'évolution correspondra à celle de l'heure HH (respectivement HH) et sera précédée de l'indicateur TEMPO.
- Enfin, si les prévisions à l'heure HH (respectivement HH+1) et HH+1 (respectivement HH+2) ne diffèrent pas significativement de l'observation du paramètre en question, pas de TENDANCE significative pour le paramètre (et donc NOSIG si aucune évolution prévue pour les 4 paramètres).

TENDANCE pour chaque paramètre dans le détail

La TENDANCE automatique s'appuie sur la même réglementation que la TENDANCE dans les METAR humains ; elle est rappelée ici.

Tendance pour le vent

La force du vent (ff)_{METAR} et la direction (ddd)_{METAR} du METAR sont comparées à la force et la direction prévues dans le TAF (FF)_{TAF} et (DDD)_{TAF}.

Un changement significatif sur le vent donne lieu à une prévision de tendance. Cela sera le cas lorsque :

- Est prévu un changement de direction moyenne d'au moins 60° avec un vent d'au moins 10 kt, soit : $|(DDD)_{TAF} - (ddd)_{METAR}| \geq 60^\circ$ avec $(ff)_{METAR} \geq 10kt$ et/ou $(FF)_{TAF} \geq 10kt$.
- Si le METAR AUTO comporte le secteur de variabilité des directions, alors la tendance est calculée si la direction du TAF est à plus de 60° de l'une des bornes de la variabilité des directions.
- Est prévu un changement de la vitesse du vent d'au moins 10kt, c'est à dire quand on a $|(FF)_{TAF} - (ff)_{METAR}| \geq 10kt$.

La prévision de tendance s'écrit alors :

$$[\text{vent}] = (DDDDFF)_{TAF}$$

Quand le vent moyen est d'au moins 15kt dans le METAR ou dans le TAF, une tendance vent sera codée si la rafale indiquée dans le METAR diffère d'au moins 10kt de la rafale du TAF ou bien si la rafale du METAR ou celle du TAF est supérieure à 100kt, Dans ce cas, la tendance s'écrit :

$$[\text{vent}] = (DDDDFF)_{TAF}G(FxFx)_{TAF}KT.$$

Exemples :

METAR LFML 141000Z AUTO 31024G34KT CAVOK 22/07 Q1018 TEMPO 32030G45KT=

Codage d'une tendance pour le vent car le vent moyen est de 15 KT et la rafale prévue dans le TAF à l'heure H est plus grande d'au moins 10kt par rapport au vent du METAR (ce n'est pas le cas de la prévision H+1 d'où l'indicateur TEMPO).

METAR LFML 140430Z AUTO 30025G35KT CAVOK 17/09 Q1018 BECMG 33023G45KT=

Codage d'une tendance pour le vent car le vent moyen est supérieur à 15 KT et la rafale prévue dans le TAF à l'heure H+2 est plus grande d'au moins 10kt par rapport au vent du METAR (prévision à H+2 bien définie sans TEMPO, ni PROB30 ou PROB40 dans le TAF).

Tendance pour la visibilité

La prévision de tendance pour la visibilité est codée lorsque la visibilité dominante s'améliore et atteint ou franchit, ou qu'elle se détériore et franchit, l'une ou plusieurs des valeurs suivantes : 150, 350, 600, 800, 1500, 3000 et 5000 mètres.

Pour le calcul de la tendance, les visibilités dominantes sont associées aux classes suivantes : [0, 150], [150, 350], [350, 600], [600, 800], [800, 1500], [1500, 3000], [3000, 5000], [5000, 9999].

Un changement sera significatif pour la visibilité (et donnant lieu à l'ajout de la tendance de visibilité au METAR AUTO) lorsque la visibilité dominante du METAR et la visibilité dominante du TAF n'appartiennent pas à la même classe.

Par exemple, si la visibilité dominante du METAR est de 150m et celle retenue pour le TAF de 300m alors il n'y aura pas de changement car les deux visibilités appartiennent à la même classe, Par contre, si la visibilité du METAR est 100m et celle du TAF 300m, alors ces deux visibilités n'appartiennent pas aux mêmes classes et on a donc l'élaboration d'une tendance pour la visibilité, Elle se présente sous la forme :

$$[\text{visibilité}] = (VVVV)_{TAF}.$$

Pour une amélioration de la visibilité, si la visibilité du METAR et du TAF appartiennent à la même classe et que la borne de la classe est atteinte alors il y a élaboration d'une tendance. Pour une détérioration, la tendance n'est élaborée que pour un changement strict de classes.

En cas d'évolution significative de la visibilité, le temps présent qui cause la réduction de visibilité sera aussi indiqué. Donc si on a le codage d'une tendance pour la visibilité, on aura une tendance du temps présent associé (voir paragraphe suivant).

Exemple :

METAR LFJL 090500Z AUTO 20005KT CAVOK 16/14 Q1022 TEMPO 6000=

Passage d'une visibilité supérieure à 10km (conditions CAVOK) à une visibilité inférieure à 10km (6000m avec un indicateur PROB40 à H et H+1 d'où l'indicateur TEMPO dans la tendance).

Tendance pour le temps présent

L'inclusion d'une tendance, pour le temps présent, est liée à l'apparition ou la disparition de certains phénomènes météorologiques ou encore pour certains d'entre eux à un changement d'intensité.

Les temps présents du METAR et du TAF sont distribués dans les classes suivantes:

Classes	Temps présents
Classe 1	Orages avec intensité forte des précipitations associées Trombes ou tornades ou tuba
Classe 2	Orages avec intensité modérée ou faible des précipitations associées Orages à proximité de l'aérodrome Tempêtes de poussière ou de sable
Classe 3	Averses de grêle, grésil, neige roulée (toute intensité) Précipitations de granule de glace (toute intensité)
Classe 4	Précipitations se congelant (toute intensité)
Classe 5	Brouillard givrant
Classe 6	Neige ou neige en grains d'intensité forte ou modérées Chasse-neige élevé ou bas
Classe 7	Pluie d'intensité modérée ou forte Averses à proximité Grains Tourbillons de poussière
Classe 8	Bruine d'intensité modérée ou forte
Classe 9	Brouillard Brume Brume sèche Brume de poussière, brume de sable Fumée
Classe 10	Chasse-poussière, élevé ou bas Chasse-sable, élevé ou bas
Classe 11	Précipitations ne se congelant pas d'intensité faible Pas de temps présent significatif CAVOK

La tendance du temps présent n'est pas codée si le temps présent du METAR n'est pas disponible (// dans le METAR AUTO).

Si le temps présent du METAR et celui du TAF n'appartiennent pas à la même classe, alors, la TENDANCE contiendra un temps présent, il sera NSW si le temps présent du TAF appartient à la classe 11

Les METAR et les TAF peuvent contenir plusieurs (jusqu'à 3) temps présents (exemple : TSRA SQ). Pour déterminer l'opportunité d'une tendance, le temps présent retenu du METAR sera celui de la classe la plus petite. De même pour le temps présent du TAF.

Si le temps présent retenu du METAR n'est pas de la même classe que celui retenu pour le TAF, on a alors un changement significatif de temps présent et le codage d'une tendance avec l'ensemble des temps présents du TAF. La tendance prend la forme :

[temps présent] = WW [W1W1] [W2W2]

Les temps présents en crochet ne sont codés que s'il y a lieu.

Si un des temps présents est du brouillard givrant, la visibilité associée est indiquée. Les phénomènes troublant la visibilité (à l'exception du brouillard givrant) ne sont codés que s'il est prévu qu'ils vont entraîner un changement significatif de la visibilité. Les précipitations faibles (non congelantes) ne sont pas codées dans la tendance, sauf en cas d'évolution significative de la visibilité.

Exemple :

METAR LFQQ 260600Z AUTO 20003KT CAVOK 11/10 Q1029 TEMPO 4000 BR=

Passage d'une visibilité supérieure à 10km (conditions CAVOK) à une visibilité inférieure à 5km (6000m avec un indicateur PROB40 à H et H+1 d'où l'indicateur TEMPO dans la tendance). Quand il y a une baisse de visibilité, on indique le temps présent associé

Tendance pour les couches nuageuses

Un changement est significatif pour les nuages lorsque :

- la hauteur du plafond (couche nuageuse en BKN ou OVC) franchit strictement l'un des seuils suivants en aggravation ou atteindra ou franchira l'une de ces valeurs en amélioration : 100, 200, 500, 1000 et 1500ft (ou 30, 60, 150, 300 et 450m).
- il est prévu l'apparition ou la disparition d'un plafond en dessous de 450m (1500ft)
- il est prévu que des CB (cumulonimbus) ou des TCU (cumulus congestus de grande extension) se formeront ou se dissiperont.

L'élaboration de la tendance [nuages] s'effectue comme suit :

Dès qu'un changement significatif est observé, alors on code la tendance avec l'ensemble des couches présentes dans la prévision du TAF. Le codage de la tendance se fait en 3 étapes. La présence de CB ou TCU est d'abord testée : en cas de présence de CB ou TCU dans le METAR mais pas dans le TAF ou l'inverse (présence de CB ou TCU dans le TAF mais pas dans le METAR), alors une tendance est codée. Sinon, il n'y a pas de tendance liée aux CB ou TCU, et on passe à la deuxième étape qui consiste à tester la présence d'un plafond dans le METAR et le TAF. Si on a la présence d'un plafond en dessous de 1500ft (450m) dans le METAR mais pas dans le TAF ou vice versa, une tendance «nuages» est codée. Si aucun plafond n'est détecté en dessous de 1500ft dans le METAR et le TAF, alors il n'y a pas de tendance pour les couches nuageuses, Si un plafond est détecté en dessous de 1500ft à la fois dans le METAR et le TAF, l'algorithme de l'élaboration de la tendance considère les classes de hauteur suivante (3ème étape) :

[0,100], [100, 200], [200,500], [500, 1000], [1000,1500], « >1500ft ».

Si le plafond du METAR et celui du TAF n'appartiennent pas à la même classe, alors une tendance est codée. En cas de plusieurs plafonds dans le METAR ou le TAF, c'est le plafond le plus bas qui est testé. Pour une amélioration, si le plafond du METAR et celui du TAF appartiennent à la même classe et que la borne de la classe est atteinte alors il y a élaboration d'une tendance. Pour une détérioration, la tendance n'est élaborée que pour un changement strict de classes.

Exemples :

METAR LFBO 130800Z AUTO 30012KT CAVOK 18/12 Q1022 TEMPO 31015G25KT 4000 SHRA BKN025TCU=

Codage d'une tendance pour les nuages liée à la fois à l'apparition d'un plafond à 2500ft et à l'apparition d'une couche de nuages convectifs TCU., Le TEMPO est lié au fait que, dans le TAF, le groupe de nuages est précédé de l'indicateur d'évolution "TEMPO"

METAR LFBO 121130Z AUTO 27008KT 9999 BKN013 BKN013 OVC033 18/15 Q1019 BECMG BKN020 BKN035=

Codage d'une tendance pour les nuages liée à un changement de classes pour la hauteur du plafond (passage de 1300ft (classe [1000,1500]) à 2000ft (classe « >1500ft »). La prévision à H+2 du TAF étant bien définie, le groupe nuage est précédé de l'indicateur BECMG.

METAR LFBO 080830Z AUTO 28008KT 250V310 9999 OVC014 22/17 Q1021 BECMG NSC=

Codage d'une tendance pour les nuages liée à la dissipation du plafond avec une prévision à H+2 bien définie (indicateur BECMG) et plus de nuage significatif (NSC).

Élaboration de la tendance automatique

A l'issue des différents tests pour chaque paramètre, il est possible d'obtenir plusieurs groupes d'évolution de tendance (jusqu'à un par paramètre). La tendance finale prend la forme suivante :

TEND indicateur d'évolution + [vent] + [visibilité] + [indicateur d'évolution] [temps présent] + [nuages]

Seuls les groupes présentant une évolution significative sont indiqués. Si dans le groupe d'évolution de la tendance, la visibilité est 9999, le temps présent NSW et les nuages NSC, alors la mention CAVOK remplace [visibilité] + [temps présent] + [nuages].

L'indicateur d'évolution est soit BECMG, soit TEMPO, soit BECMG et TEMPO (lorsqu'on a des évolutions différentes selon les paramètres) ; il est choisi en considérant le tableau suivant :

Paramètre 1	Paramètre 2	Paramètre 3	Paramètre 4	TENDANCE
Rien, BECMG ou TEMPO	BECMG	Rien, BECMG ou TEMPO	Rien, BECMG ou TEMPO	BECMG paramètre 2 TEMPO autre(s) paramètre(s)
TEMPO RAS	Rien ou TEMPO RAS	Rien ou TEMPO RAS	Rien ou TEMPO RAS	TEMPO NOSIG

Si pour tous les paramètres, il n'y a pas de changements significatifs, alors la tendance est NOSIG.

Conclusion

La tendance automatique est élaborée à partir des prévisions humaines du TAF au moment de l'observation et à une heure après le METAR AUTO, prévisions qui sont comparées aux observations automatiques contenues dans le METAR AUTO.

Lorsqu'il élabore sa tendance, un observateur décrit les conditions moyennes météorologiques attendues (sans prise en compte de phénomènes très temporaires ou très localisés), conduisant à une tendance synthétique et néanmoins pertinente.

Avec l'automatisation de la tendance, les informations diffusées en fin du METAR AUTO suivront d'une façon stricte les critères d'élaboration sans tenir compte d'éventuelles fluctuations très temporaires de l'observation. L'expérience montre que cela génère donc des tendances autres que NOSIG plus fréquentes et plus variables que ce que fait couramment un observateur humain.