

Le climat en Wallonie en février 2018 : froid, agité et sec.

Version 2018 revue et améliorée

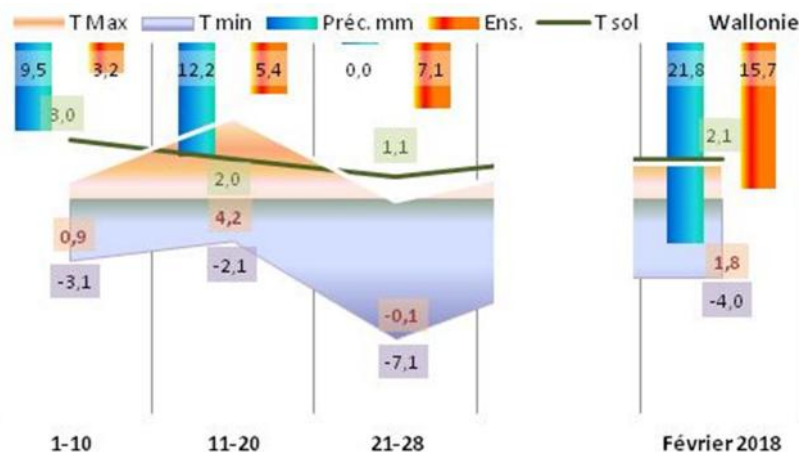


Fig. 1 Moyenne régionale de 12 stations agrométéorologiques du réseau PAMESEB-CRAW pour les températures, l'ensoleillement et les précipitations.

Indicateurs (bio)agro-climatiques

Les basses températures et les gelées de février cumulées aux refroidissements antérieurs ont permis d'atteindre une valeur moyenne pour la période hivernale. Ce froid n'a laissé aucune opportunité à un réchauffement. Les précipitations effectives ont été très limitées. Ce n'est pas une contrainte (bio)agro-climatique étant donné que la végétation est au repos. Le dépassement du déficit de saturation n'est pas non plus une contrainte pour cette même raison. Le froid anormal a réduit drastiquement la chaleur latente. Des valeurs exceptionnellement basses ont été observées.

Observations climatiques

Février 2018 est clairement hivernal. Les températures maximales et minimales ont chuté pour atteindre un niveau anormalement bas. Les gelées nocturnes ont été très fréquentes. Le sol s'est refroidi rapidement pour atteindre des températures à la limite inférieure de la tendance médiane. Certaines journées agitées de fin de mois ont prononcé l'effet éolien du froid. Les précipitations ont été peu importantes, se réduisant à quelques jours en début du mois.

Sommaire

Analyse des données climatiques	2
Analyse des indicateurs agro-climatiques en Wallonie	3
Diagrammes climatiques de 12 stations PAMESEB-CRAW	4
Diagrammes éoliens de quatre stations venteuses de Wallonie	5
Tableaux des indicateurs agro-climatiques en Wallonie	6
Comment valoriser ces bilans climatique et agroclimatique	7
Rappels méthodologiques	7-8

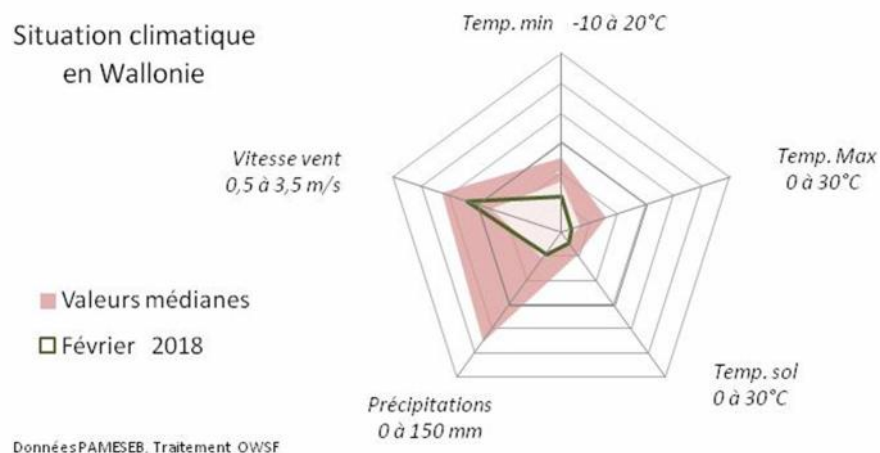
Patrick MERTENS, Virginie JACQUES, Pascal GRUSLIN – DGO3/DEMNA – Observatoire wallon de la Santé des Forêts – patrick.mertens@spw.wallonie.be - Tél : +32(0)81 626 448
 Damien ROSILLON – CRAW/U11 – Réseau Pameseb CRAW – d.rosillon@cra.wallonie.be - Tél : +32(0)61 23 10 10

Analyse des observations climatiques en Wallonie – Février 2018 :

Tendances thermiques

- En février 2018, les moyennes régionales de températures mensuelles maximales (1,8°C) et minimales (-4,0°C) sont largement inférieures à la limite inférieure de la tendance médiane. La température maximale descend de -1,5°C en dessous de cette limite inférieure et la minimale de -2,4°C. La dernière décade (21-28/02) est très anormalement froide. La moyenne régionale du maxima est inférieure à 0°C.
- Les températures minimales les plus élevées sont observées à Feluy (-1,0°C à -4,8°C). Les maxima les plus chauds sont aussi atteints à Feluy (1,4°C à 6,6°C). Les minima les plus faibles sont atteints à Elsenborn (-4,3°C à -10,4°C) et les maxima les plus bas (-3,6°C à 1,9°C) aussi à Elsenborn.
- La différence entre les maxima et minima mensuels varie en moyenne de 2,1 à 7,0°C. À Bergeval, l'amplitude mensuelle est la plus élevée (4,1 à 7,9°C). A Willerzie, cette amplitude (3,1 à 7,6°C) est la moins prononcée.
- Les nuits de gelée ont été fréquentes tout le mois : en moyenne 7-8 jours par décade, (Ces valeurs se lisent dans les Tableaux A-Col.2 entre parenthèses). Le total varie de 18 à 28 jours pour février. Toutes les nuits à Elsenborn ont subi une gelée.
- Aucun jour n'a été très chaud « caniculaire », avec au moins 17°C pendant la nuit. (Ces valeurs se lisent dans les Tableaux A à la Col. 3 entre parenthèses.)
- En février 2018, la température à 20 cm de profondeur dans le sol est en moyenne de 2,1°C. Cela correspond à un refroidissement moyen de -2,9°C en un mois. La température atteinte se situe à la limite inférieure de la tendance médiane (1,9°C). Cette évolution est rapide pour un mois de février. Elle s'explique par le froid intense de cette période.
- A Chimay, les moyennes de la température dans le sol sont régionalement les plus élevées (2,2 à 4,7°C). A Michamps, la température a été minimale (0,1 à 1,7°C)

Situation climatique en Wallonie



- Le rayonnement visible de février 2018 (15,7 kJ/cm²) se situe dans la médiane.

Tendances pluviales

- La moyenne régionale des précipitations cumulées de février 2018 est de 21,8 mm et se situe légèrement en dessous de la limite inférieure de la tendance médiane pour ce mois (27 mm). La dernière décade a été la moins pluvieuse.
- La valeur mensuelle la plus haute s'observe à Willerzie (33,6 mm). A Elsenborn, les précipitations sont les plus basses (13,2 mm). Ce chiffre peut avoir été plus faible que la réalité à cause des chutes de neige qui sont mal comptabilisées. Ailleurs, les précipitations sont intermédiaires, entre 17 et 24 mm.

Tendances éoliennes

- Les diagrammes en étoile de la p.5 rassemblent les valeurs journalières observées dans les stations « ouvertes » du réseau PAMESEB-CRAW.
- La vitesse du vent (2,2 m/s) suit la tendance médiane (1,7 à 2,6 m/s). La dernière décade (20-28/02) a été la plus venteuse (2,8 m/s). Deux périodes ont été agitées en Wallonie : du 11 au 15/02 et du 22 au 27/02. Cette dernière a été observée au nord de la Wallonie (Elsenborn et LLN voir Figures p. 5).
- La station la plus venteuse est LLN (3,0 à 4,5 m/s). A Willerzie, la vitesse du vent a été moindre (0,7 à 1,1 m/s).
- Le Vortex polaire s'est fait fortement ressentir en Europe et également en Wallonie durant la dernière décade de février. Ce phénomène a provoqué un refroidissement marqué ressenti par l'effet éolien du vent froid.

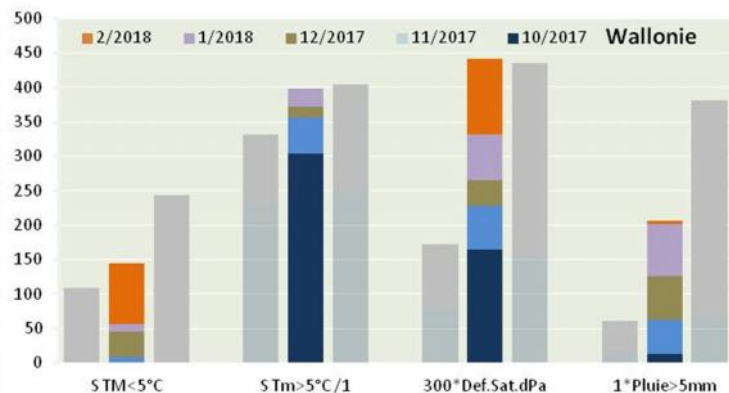
Tendances historiques

La Figure centrale en « Toile » de cette page 2 illustre une situation mensuelle froide, peu pluvieuse et venteuse. L'air a été rarement aussi froid en février depuis deux décennies.

Analyse des indicateurs (bio)agro-climatiques en Wallonie – Février 2018 (Tableaux A) :

Les mois de janvier et février constituent dans le cycle bio-climatique annuel une période de quiescence. La végétation est en état d'attente de conditions thermiques favorables de reprise d'activités biologiques. Les jours rallongent, atteignant approximativement 10h55' en fin février. En conditions normales, les précipitations tombées depuis novembre dernier ont permis de reconstituer les réserves d'eau du sol. La basse température des jours courts de novembre et décembre a généralement levé les dormances, même si le froid et les gelées de janvier et de février sont parfois nécessaires pour lever les dernières barrières physiologiques de croissance. Le réchauffement de l'atmosphère dû à l'allongement de la durée du jour est faible à nulle, le sol est généralement le plus froid en ce moment de l'année.

Compte tenu de ce qui est attendu pour cette période de l'année, l'analyse qui suit permet d'apprécier la situation de février 2018.



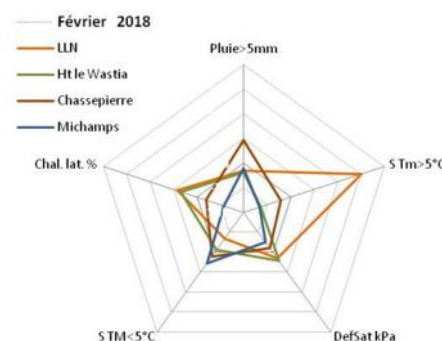
Tendances agro-thermiques

- Le **refroidissement cumulé (S_{TM}<5°C)** commencé en novembre et décembre 2017 s'est accentué en Wallonie durant tout le mois de février 2018. Les gelées fréquentes de ce mois ont permis ce refroidissement. Il est maximum à Elsenborn (292°C, +154°C en février) et minimum à Feluy (80°C, +53°C). Ailleurs en Wallonie, l'apport de froid varie de 65 à 126°C. Le diagramme en étoile de cette page montre la faible différence régionale de ce refroidissement. Le vent a permis de diffuser ce froid sur tout le territoire.
- Le **réchauffement cumulé (S_{TM}>5°C)** n'est pas à considérer en février 2018. Il a été nul en Wallonie. La différence régionale observée sur le graphique en étoile de cette page provient des situations climatiques des mois antérieurs.

- La moyenne de la chaleur latente de février 2018 varie de 22,2 à 40,6% au niveau décadaire. Les valeurs très basses sont dues au froid marqué de ce mois, particulièrement durant la dernière décade (21-28/02/18). Feluy présente les valeurs décadaires (27,9 et 40,6 %) les plus élevées et Elsenborn les valeurs les plus faibles (22,2 à 34,9 %).

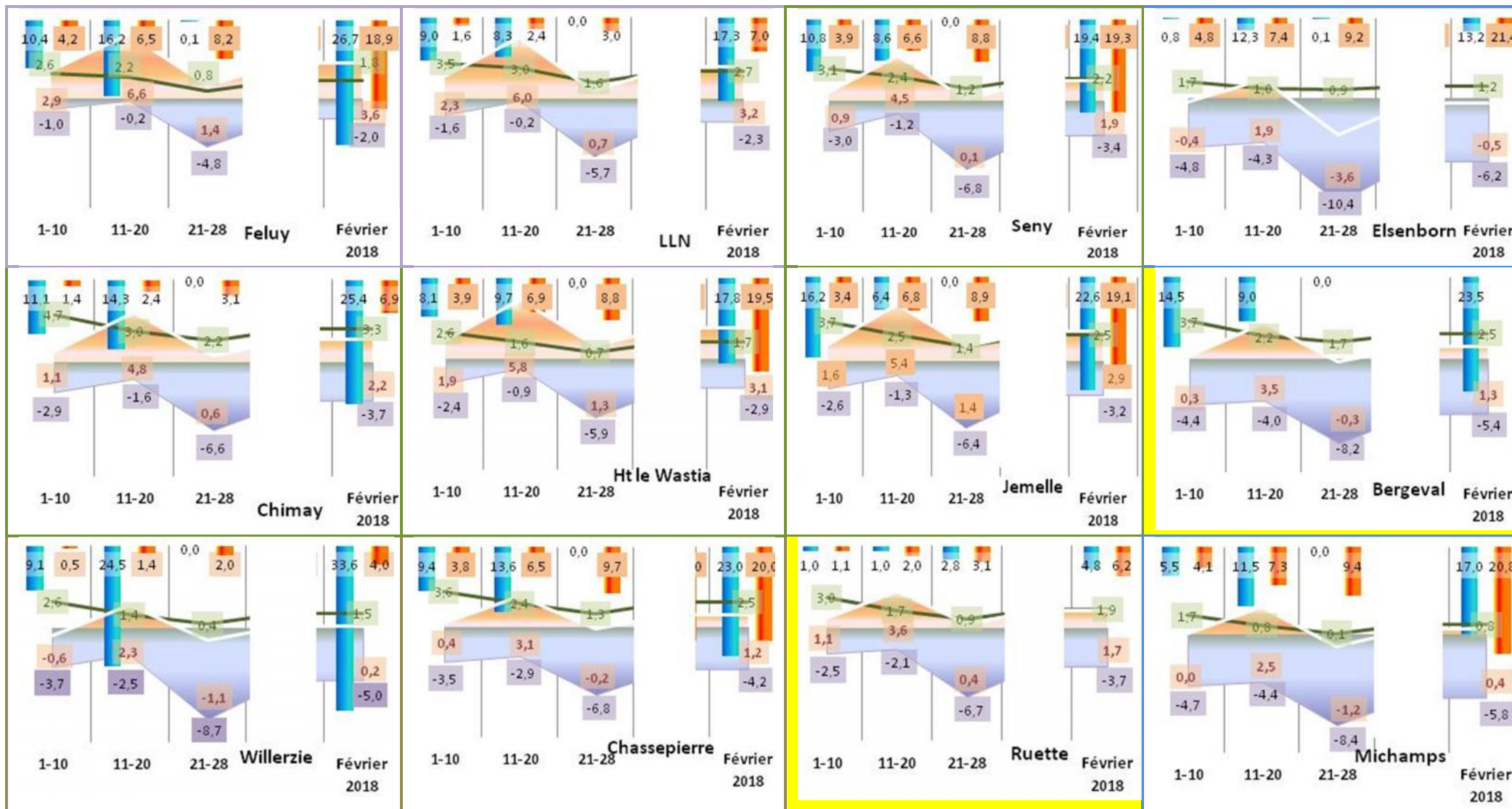
Tendances agro-hydriques

- La moyenne régionale mensuelle du **déficit de saturation hydrique (DefSat)** de février 2018 est de 0,366 kPa. Cette valeur est anormalement élevée (0,092 à 0,318 kPa), particulièrement pour les deux dernières décades.



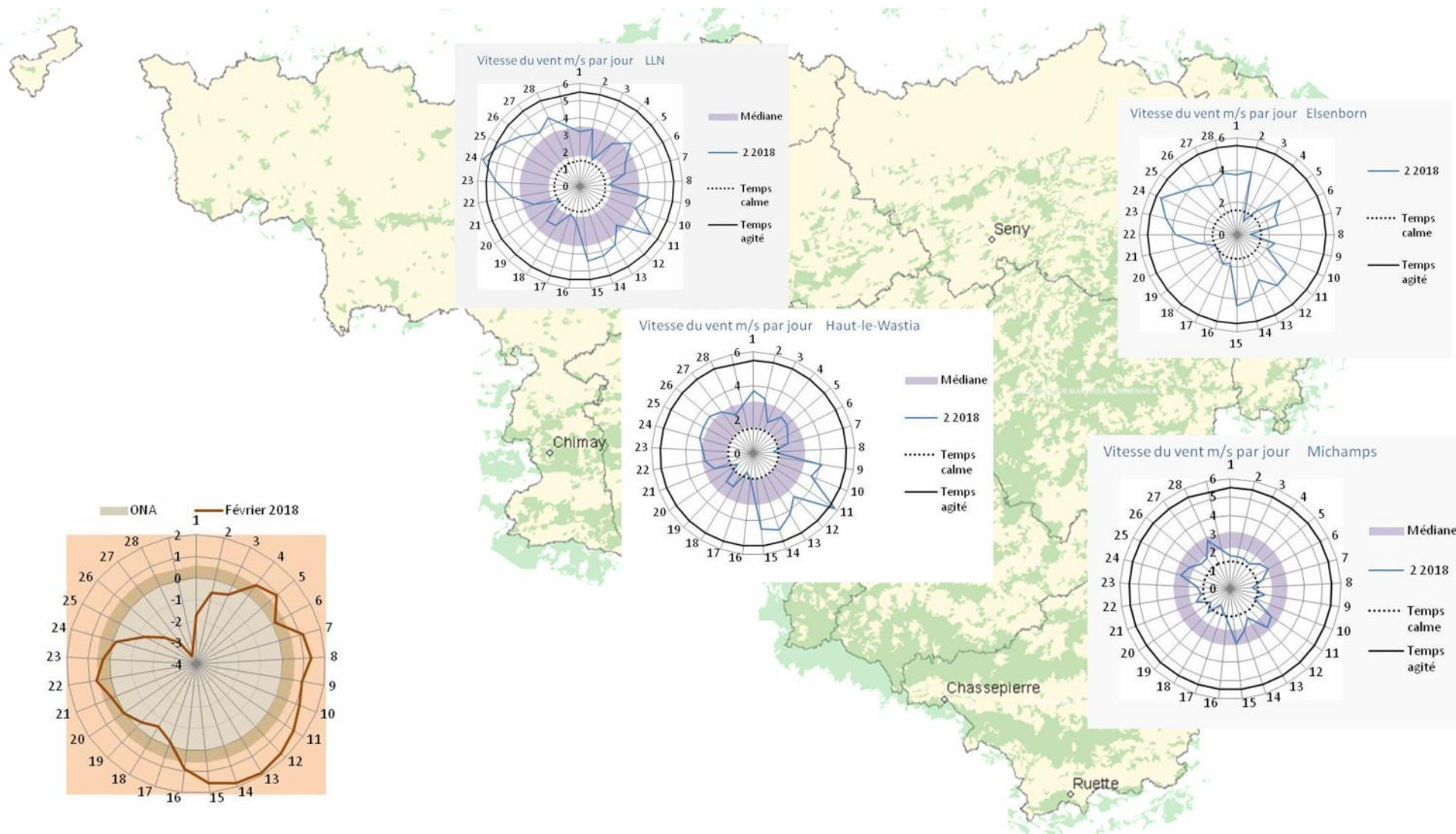
- La variabilité entre zones ardennaises et non ardennaises est faible (graphique en toile ci-à-côté). L'écart maximum représenté est due à la différence de températures entre ces zones.
- Le cumul de déficit de saturation dépasse le seuil maximum de la tendance médiane, contrairement à janvier 2018. Ce dépassement n'est pas préoccupant, étant donné qu'il n'est pas provoqué par des chaleurs anormales.
- Le déficit de saturation mensuel est le plus élevé à Jemelle (0,484 kPa) et le plus bas à Willerzie (0,241 kPa) (Tableau A).
- L'estimation des **précipitations arrivant au sol en milieu forestier (Pluie>5mm)** de 6,6 mm est légèrement inférieure à la limite inférieure de la médiane (8-75 mm). Ces précipitations sont tombées en moyenne durant 2 jours. Ces estimations sont très probablement sous évaluées par les précipitations neigeuses.
- Willerzie et Chimay avec 13,2 mm et Haut-le-Wastia avec 3,6 mm (voir Tableau A) sont les stations les plus extrêmes.
- Les précipitations effectives de février 2018 sont les plus faibles depuis octobre 2017.

Diagrammes climatiques par station : valeurs décadaires et mensuelles de **Précipitations** en mm (l/m^2) représentée en barres bleu descendantes, **Rayonnement visible** en kJ/cm^2 en barres orange descendantes, **Température dans le sol** à -20 cm en ligne verte ; **Température minimale de l'air** et **Température maximale de l'air**. Tous les diagrammes sont représentés selon la même échelle pour faciliter la comparaison entre stations. Les valeurs observées sont présentées sur un fond de la même couleur correspondant à la variable.

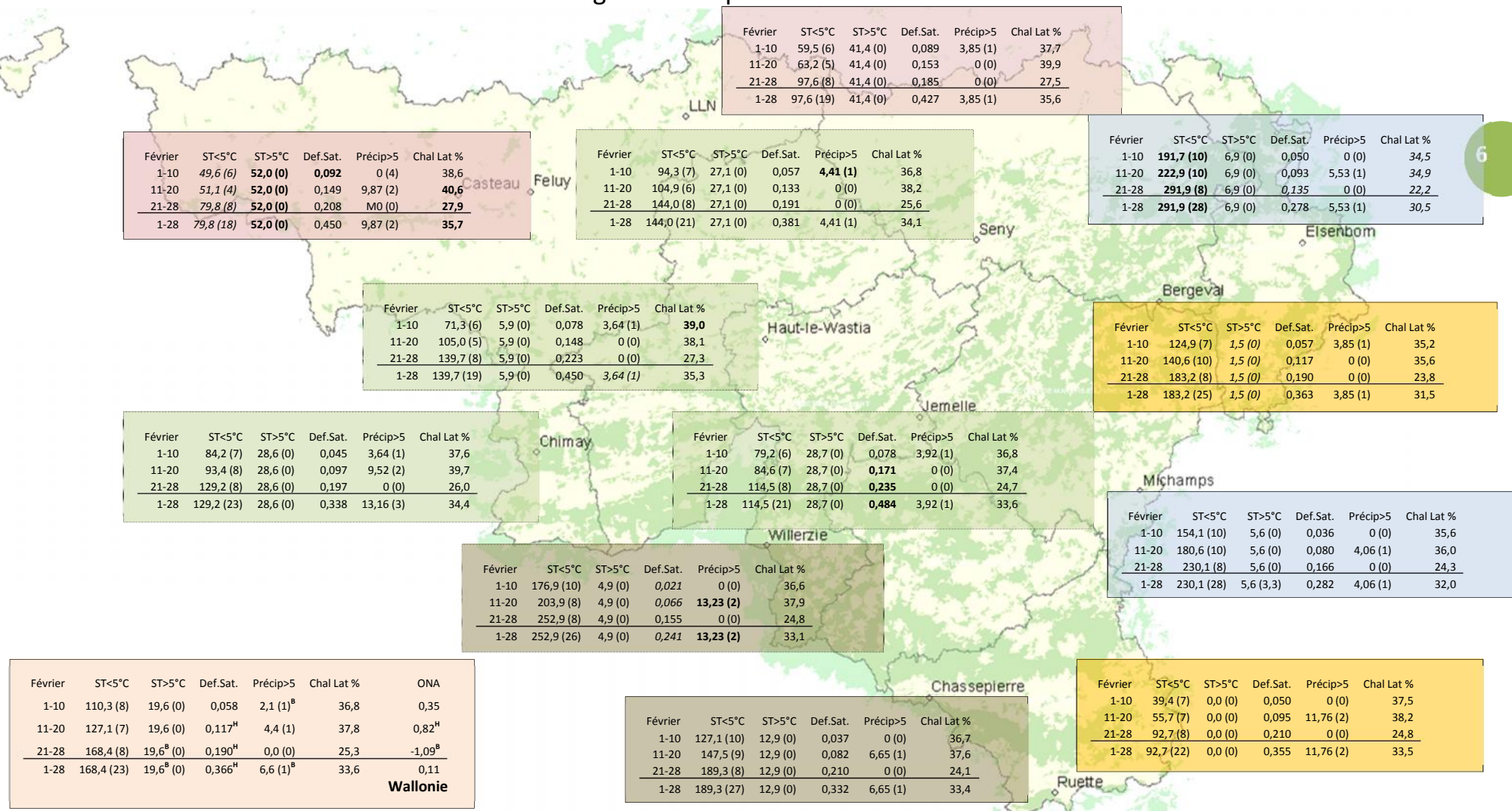


Diagrammes éoliens de quatre stations exposées aux mouvements d'air : **moyenne journalière** en m/s par rapport à la **médiane mensuelle**. Les seuils de 1,5 m/s (5 km/h) - en trait discontinu- et de 5,5 m/s (20 km/h) -en trait plein- correspondent aux limites de temps « calme » et « agité ».

En bas à gauche : **Moyenne journalière de l'indice atmosphérique ONA** par rapport à la médiane.



Tableaux A : Indicateurs agro-climatiques en Wallonie – Février 2018



Tableaux B par décades (Col. 1) pour douze stations agro-météorologiques du réseau Pameseb CRAw : Somme des degré-jour par décade de températures <5°C (Col. 2) et >5°C (Col. 3), du déficit de saturation en kPa (Col. 4) et des précipitations journalières >5 mm (ou l/m²) (Col. 5) et de % moyen de la chaleur latente (Col. 6). Le nombre de jour de gelées est indiqué entre parenthèse dans la deuxième colonne. Le nombre de jours de canicule est repris entre parenthèses dans la troisième colonne.

L'indice atmosphérique ONA (Figure en bas à gauche de la page 5)

L'indice atmosphérique ONA est monté anormalement du 7 au 16 février et est descendu très anormalement du 25 au 28. Les périodes venteuses du 11 au 15 et du 22 au 27 ont amplifié les effets de ces masses d'air, maritime en début de mois et continentale en fin de mois. Les deux jours à précipitations marquées se situent les 14 et 15/02 à l'ouest de la Wallonie. Les deux jours les plus froids correspondent aux 27 et 28 février, au moment de l'influence du Vortex polaire.

Indicateurs (bio)agro-climatiques

Les basses températures et les gelées de février cumulées aux refroidissements antérieurs ont permis d'atteindre une valeur moyenne pour la période hivernale.

Ce froid n'a laissé aucune opportunité à un réchauffement. Les précipitations effectives ont été très limitées. Ce n'est pas une contrainte (bio)agro-climatique étant donné que la végétation est au repos. Le dépassement du déficit de saturation n'est pas non plus une contrainte pour cette même raison. Le froid anormal a réduit drastiquement la chaleur latente. Des valeurs exceptionnellement basses ont été observées.

Comment valoriser ces bilans climatiques et agroclimatiques ?**Que cherchez-vous, dans quelles perspectives ?**

Les résultats synthétisés dans ces bilans sont utiles aux niveaux descriptifs et analytiques, pour documenter l'évolution de la situation bioclimatique des points de vue techniques et scientifiques. Définissez vos besoins d'informations pour valoriser pleinement ces bilans. L'accès rapide aux cinq types de résultats les plus directs sont décrits ci-après.

Synthèse du climat mensuel au niveau régional :

Deux Figures suffisent pour appréhender le climat mensuel de Wallonie :

- la Figure 1, à la première page qui présente les moyennes pour l'ensemble de la Wallonie des précipitations, des températures minimales et maximales de l'air ainsi que la moyenne à 20 cm de profondeur dans le sol et du rayonnement solaire. Les valeurs sont mensuelles à droite et par décade dans les trois « colonnes » précédentes.

- La Figure en toile de la page 4 (Analyse des observations climatiques en Wallonie) représente la situation climatique mensuelle en valeurs relatives par rapport aux tendances normales « attendues ». Les variables considérées sont : les températures minimale, maximale de l'air et la température moyenne du sol, la précipitation et la vitesse du vent à 2 m. Cette figure révèle rapidement l'état de normalité de la situation climatique mensuelle.
- Le commentaire résumé du climat mensuel est présenté dans l'encart « Observation climatique » de la première page (en dessous de la Fig. 1). La caractéristique du mois est décrite en quelques mots dans le titre de la première page.
- Les données éoliennes présentées sont journalières. Elles font l'objet d'une page spécifique (page 3), sous la forme de cercle (radar). Les stations de Haut-le-Wastiau et de LLN sont les plus représentatives parce qu'elles sont très exposées au vent.

Recherche d'observations spécifiques :

Deux niveaux descriptifs sont disponibles dans ces bilans climatiques et agroclimatiques. La variation géographique permet d'estimer les valeurs locales en fonction d'une localisation proche d'une des 12 stations réparties dans la Wallonie rurale. Elles sont localisées sur la carte de la page 5. Il est préférable de lire la description du réseau d'observations (Premier point du rappel méthodologique, page 8), pour sélectionner la station la plus pertinente et pas nécessairement prendre la plus proche.

Les données spécifiques sont présentées :

- En forme de graphique de données climatiques pour chacune des stations, à la page 2.
- Sous la forme de tableau de données bioclimatiques pour chacune des stations à la page 5.

Evaluation des tendances bioclimatiques :

La tendance bioclimatique est résumée dans l'encart « Indicateurs (bio)agro-climatiques » de la première page. Cette évolution résulte du suivi à long terme d'indicateurs climatiques

Réseau d'observations climatiques 2017

L'ensemble des observations climatiques 2017 provient de 12 stations du réseau agro-météorologique Pameseb. Leur localisation est donnée sur le fond de carte des tableaux p. 5. Cette carte représente en vert les principaux massifs boisés de Wallonie et les limites des Directions Forestières du DGO3-SPW.

Au moins deux stations représentent chacune des quatre principales classes du climat régional : *l'Ardenne dite froide* est représentée par les stations d'Elsenborn et de Michamps (bord bleu des cases), *l'Ardenne dite chaude* (bord brun) par les stations de Chassepierre et Willerzie, le climat du *Nord du sillon Sambre-et-Meuse* par les stations de Feluy et de Louvain-la-Neuve (bord rosé) et la région de *Transition* par les stations de Haut-le-Wastia, de Jemelle, de Seny et de Chimay (bord vert). Les deux autres stations sont particulières,

qui influencent les processus biologiques. Cette approche bioclimatique se base sur la relation interdépendante des variables climatiques élémentaires.

L'analyse détaillée des indices bioclimatiques est présentée au niveau régional et par station dans les 13 tableaux de la page 5. Les valeurs cumulées des quatre principaux indicateurs sur la durée des cinq derniers mois est présentée dans l'histogramme de la page 6. Les variations relatives entre grandes régions climatiques de Wallonie sont synthétisées dans la Figure en toile (radar) de la page 6.

Etat termo-hydrique mensuel en Wallonie :

Le lien étroit entre humidité atmosphérique et température est présenté pour les mois de végétation (avril à septembre) sous la forme d'un « diagramme à bulles ». Cette relation entre valeurs absolues constitue la première approche entre analyses climatiques et bioclimatiques. Elle permet d'apprécier l'état d'hydratation (de la sécheresse) de l'air.

Etat atmosphérique (indice ONA) :

Les données climatiques observées sont issues de l'évolution de l'état atmosphérique. La Wallonie est soumise à des influences océaniques et continentales par sa situation géographique. Cette analyse est surtout révélatrice durant l'automne et l'hiver.

Rappel méthodologique

d'une part des conditions de climat de fonds de vallée à Bergeval et d'autre part des côtes chaudes de Gaume, à Ruette (bord jaune).

Variables décrites dans l'analyse des observations météorologiques (Diagrammes p. 2).

Voir titre de la page 2.

La situation éolienne est décrite par la vitesse du vent en m/s (à multiplier par 3,6 pour la conversion en Km/h) pour cinq stations venteuses de Wallonie (p. 3). En bas à droite de cette page figure l'évolution de l'indice climatique ONA.

Le deuxième diagramme de la page 4 synthétise la situation régionale selon la même légende qu'en page 2.

Le rayonnement est la moyenne du total des cinq stations. Il est géographiquement moins variable que la précipitation, les températures de l'air et de la vitesse du vent. La température moyenne du sol se calcule sur onze stations.

Indicateurs décrivant les variations agro-climatiques (Tableau p. 5).

Au moins deux stations représentent chacune des quatre principales classes du climat régional : l'*Ardenne dite froide* est représentée par les stations d'Elsenborn et de Michamps (fond bleu des tableaux), l'*Ardenne dite chaude* (fond brun) par les stations de Chassepierre et Willerzie, le climat du *Nord du sillon Sambre-et-Meuse* par les stations de Feluy et de Louvain-la-Neuve (fond rosé) et la région de *Transition* par les stations de Haut-le-Wastia, de Jemelle, de Seny et de Chimay (fond vert). Les deux autres stations sont particulières, d'une part des conditions de climat de fonds de vallée à Bergeval et d'autre part des côtes chaudes de Gaume, à Ruelle (fond jaune).

Les variations agro-climatiques sont décrites pour évaluer l'impact du climat courant sur les processus écophysologiques du biotope végétal. Ces variables doivent permettre de comprendre les activités saisonnières de croissance et de développement.

Les variables *agro-thermiques* calculées sont :

- $ST < 5^{\circ}$ (Col. 2) : somme des températures des jours dont le maximum est inférieur à 5°C pour la période allant de début juin à fin mai. Cette valeur est indicatrice pour les réactions de vernalisation et de levée de dormance. Les mois essentiels de lecture de cet indicateur de froid vont de septembre à décembre (ou janvier) ;
- $ST > 5^{\circ}$ (Col. 3) : somme des températures des jours dont le minimum est supérieur à 5°C pour la période allant de début janvier à fin décembre. Cette valeur est indicatrice pour l'activation de la croissance notamment pour le débourrement des bourgeons. Les mois essentiels de lecture de cet indicateur de chaleur vont de février à juin ;
- Chal. Lat % (Col. 6) A* : pourcentage de l'énergie de vaporisation par rapport à l'énergie globale du système (enthalpie) ; elle mesure la part du rayonnement transformée dans les processus d'évapotranspiration (Voir calcul A*).

Les variables *agro-hydriques* sont :

- Def Sat (Col. 4) : déficit de saturation moyen par décennie qui mesure la différence de pression de vapeur entre l'état actuel d'humidité et l'état de saturation. Cette variable indique l'état de stress hydrique de l'environnement (Voir calcul B*) ;
- Précip $> 5\text{mm}$ (ou $1/\text{m}^2$) (Col. 5) : somme des précipitations journalières supérieures à 5mm multipliée par 0,7 pour évaluer les précipitations qui arrivent effectivement au niveau du sol lorsqu'il y a un couvert végétal.

Toile mensuelle de synthèse des observations climatiques (p. 4)

Le graphique mensuel est constitué d'une toile à cinq axes pour situer les moyennes mensuelles de températures aériennes minimales et maximales, la température du sol, la somme des précipitations et de la vitesse du vent, en valeurs relatives par rapport aux tendances médianes(*) des deux dernières décennies. Les échelles sont identiques pour toute l'année et décomposées en six graduations. Les valeurs minimales et maximales sont spécifiques à chaque axe et sont indiquées en dessous de la variable. La droite montre les valeurs mensuelles et les zones colorées indiquent les tendances mensuelles médianes(*) pour la Wallonie. Lorsque la droite mensuelle s'écarte de la zone colorée, les observations sont considérées comme basses, hautes ou très haute (si le point mensuel se trouve en dehors des limites du graphique).

Le nombre moyens de jours correspondant à la relation température-humidité fait l'objet d'un graphique spécifique pour les mois estivaux. Il est constitué d'un axe horizontal de température moyenne journalière ($^{\circ}\text{C}$) et d'un axe vertical de teneur en vapeur d'eau de l'air (g/kg d'air).

- La gamme de la température journalière moyenne va de 12 à 32°C , en cinq classes de 4°C . Les lignes verticales du graphique les moyennes par classes (14 , 18 , 22 , 26 et 30°C) ;
- La gamme d'humidité de l'air exprimée en g de vapeur d'eau par kg d'air va de 8 à $24\text{g}/\text{kg}$, en cinq classes d'intervalle de $4\text{g}/\text{kg}$ d'air. Les lignes horizontales du graphique ci-après indiquent les moyennes par classes (8 , 10 , 16 , 20 , $24\text{g}/\text{kg}$).
- Afin de prendre référence par rapport à la variable traditionnelle d'humidité relative de l'air (Hr), trois courbes sont représentées, du bas vers le haut ; celles de 75% , de 85% et de 95% d'humidité relative.
- Le diamètre des cercles représentés sont proportionnels au nombre de jours correspondant aux situations mensuelles observées. La valeur est lue au centre du cercle.

Graphiques mensuels des indices agro-climatiques.

Deux graphiques décrivent la situation agro-climatique. Le premier représente sous la forme de barres cumulées pour les cinq derniers mois, les sommes mensuelles de déficit de saturation (Def.Sat) en kPa, la somme des températures des jours dont le minima est supérieur à 5°C ($S\text{ Tm} > 5^{\circ}\text{C}$), et des jours dont le maxima est inférieur à 5°C ($S\text{ TM} < 5^{\circ}\text{C}$) et de 70% des précipitations des jours à plus de 5mm . Il visualise les effets des cinq derniers mois, le plus récent se situe dans le haut des barres cumulées. De chaque côté en couleurs éclaircies de la barre centrale se réfèrent les valeurs respectives correspondantes à 25% et

75% des observations 1995-2014.

Le deuxième graphique illustre les variations régionales de ces mêmes variables pour le dernier mois d'observations, sur base des stations de LLN (rouge), Ht-le Wastia (vert), Chassepierre (brun) et Michamps (bleu). Il visualise les différences agro-climatiques régionales.

Situation atmosphérique générale

La situation atmosphérique générale est donnée par l'indice ONA qui est un facteur climatique déterminant à l'échelle régionale car il dépend de la trajectoire des anticyclones et dépressions qui touchent l'Europe de l'Ouest. Cette influence est particulièrement significative en Wallonie par temps agité, permettant au vent continental (ONA <-1,1) ou maritime (ONA >1,1) d'arriver sur cette région. L'indice ONA est particulièrement pertinent entre la fin de l'automne et la fin du printemps.

Les valeurs décennales et mensuelles moyennes sont indiquées dans le tableau moyen de Wallonie (Col.7). (source : <ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/cwlinks/norm.daily.nao.index.b500101.current.ascii>)

(*Tendances médianes

Les tendances médianes sont calculées sur base d'une période de 20 ans (1996-2015). La tendance modale ou médiane correspond à la variation de 50 % de la série croissante des 20 valeurs, en prenant comme limites les 5 et 15 valeurs (deuxième et troisième quartiles). Une observation au dessus de la 15^{ième} valeur sera considérée comme haute^H et en dessous de la 5^{ième} comme basse^B.

A* Calcul de la *chaleur latente* (et sensible)

Le rayonnement net arrivant dans la couche atmosphérique augmente la température de l'air qui peut être plus ou moins humide. Par définition, ce changement de température permet d'évaluer la *chaleur sensible*. Pour chauffer de l'air sec entre 0 et 50°C en

conditions atmosphériques normales, il faut 1,009 kJ par kg d'air et par degré d'élévation d'un degré de température

L'air ambiant contient de la vapeur d'eau. Une part importante du rayonnement net est aussi utilisée pour augmenter la teneur en vapeur d'eau dans l'air. L'augmentation de température de l'air accroît en effet sa capacité de rétention de vapeur d'eau. Par exemple à 90 % d'humidité relative, cette capacité double entre 10 et 20°C. Cette vaporisation d'eau correspond à la *chaleur latente* du rayonnement. La vaporisation d'eau dans l'air est très énergivore, 2 501,6 kJ par kg de vapeur d'eau.

Les valeurs utilisées pour le calcul des équations d'évaluation de la pression de saturation ont été lues dans le tableau présenté sur le site : http://www.devatec.com/pdf/Bases_de_lhumidification.pdf. Les équations appliquées sont (Eq 1°) :

$z = 3,98 \exp(0,064 \text{ Temp})$; pression de saturation = $-0,0028 z^2 + 1,1004 z - 0,541$;

pression réelle = pression de saturation/100*humidité relative - $0,0048 \exp(0,1236 \text{ Temp})$.

Ces équations ont été validées pour les températures allant de 1 à 40 °C

Les variables de vitesse du vent et de pression atmosphérique ne seront pas pris en compte dans le calcul par décennie, compte tenu du fait qu'ils sont déjà pris en compte indirectement dans les mesures physiques d'humidité relative moyenne et de températures et qu'entre-décennies ces moyennes sont comparables.

B* Calcul du *déficit de saturation*

La pression de saturation en vapeur d'eau de l'air est calculée selon les équations (Eq 1) ci-dessus. Après avoir validé la méthode, la procédure de calcul adoptée tient compte des valeurs moyennes décennales de températures minimales et maximales et de l'humidité relative. La différence de saturation entre la pression maximale possible et la valeur réelle est calculée pour la température maximale que minimale. La valeur retenue est la moyenne de ces deux situations thermiques. Ces valeurs décennales sont ensuite cumulées au niveau du mois.