

Le climat en Wallonie en Septembre 2017 : l'automne s'annonce.

Version 2017 revue et améliorée

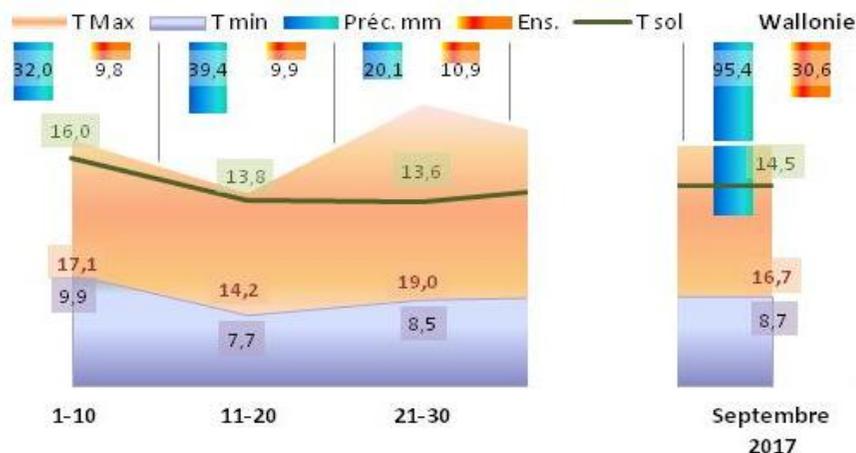


Fig. 1 Moyenne régionale de 12 stations agrométéorologiques du réseau PAMESEB-CRAW pour les températures, l'ensoleillement et les précipitations.

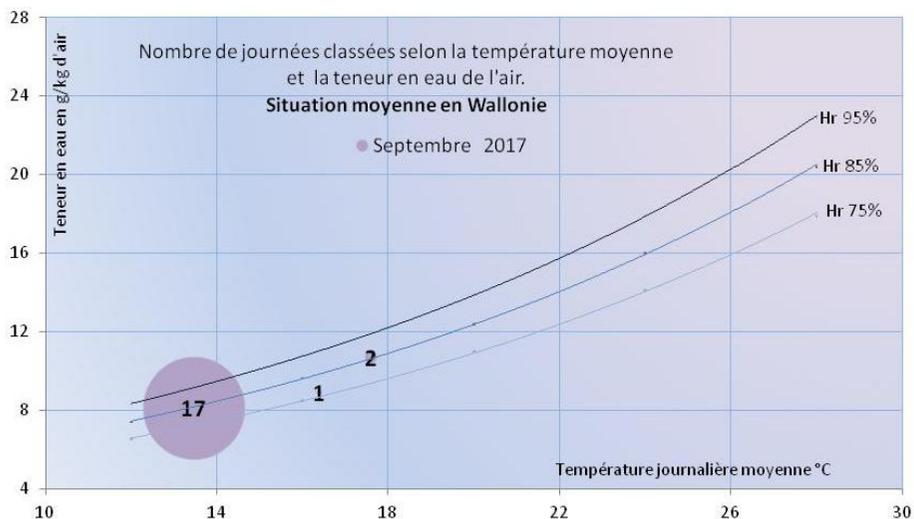


Fig. 2 Nombre de jours correspondant à chaque classe de relation entre la teneur en eau (g de vapeur d'eau/kg d'air) et la température moyenne journalière.

Observations climatiques

Septembre 2017 a été venteux, pluvieux et frais.

Les deux premières décades de septembre ont été anormalement froides et pluvieuses. Les valeurs observées de température durant la deuxième décade sont plus faibles de $-0,8^{\circ}\text{C}$ pour les minima et $-1,9^{\circ}\text{C}$ pour les maxima par rapport la tendance moyenne. Le temps a été anormalement agité et pluvieux durant cette période.

Indicateurs (bio)agro-climatiques

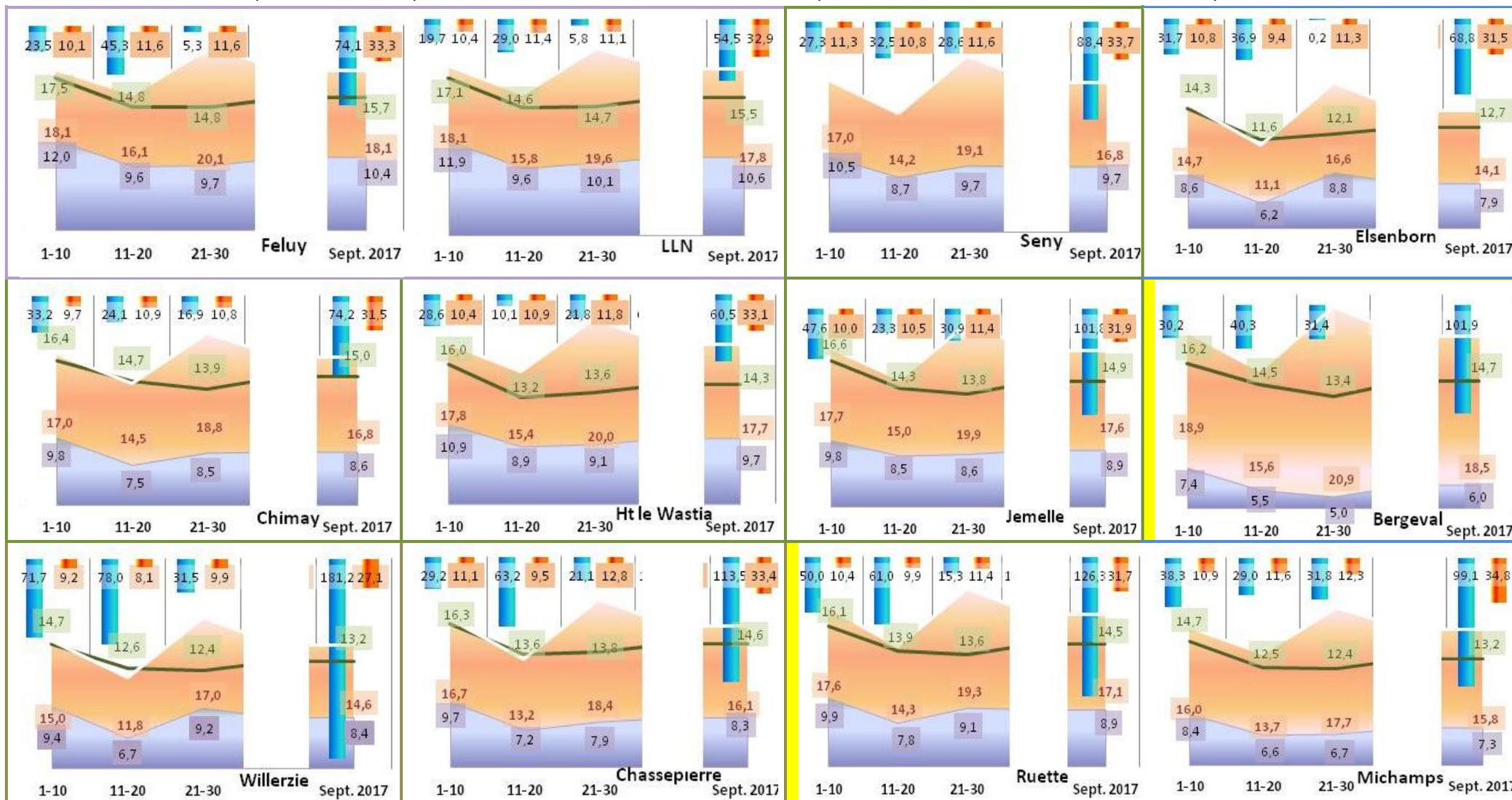
Sous l'alternance de températures basses et hautes et de précipitations élevées, septembre a donné une amorce d'automne. C'est une fin de pleine saison de végétation 2017 assez propice pour prolonger la période d'activités végétales. La luminosité a été bonne durant la dernière décade. Le refroidissement de mi-septembre (11-20/09) a réduit temporairement le déficit de saturation et la chaleur latente de manière prématurée.

Sommaire

Diagrammes climatiques de 12 stations PAMESEB-CRAW	2
Diagrammes éoliens de quatre stations venteuses de Wallonie	3
Analyse des données climatiques	4
Tableaux des indicateurs agro-climatiques en Wallonie	5
Analyse des indicateurs agro-climatiques en Wallonie	6
Rappels méthodologiques	7

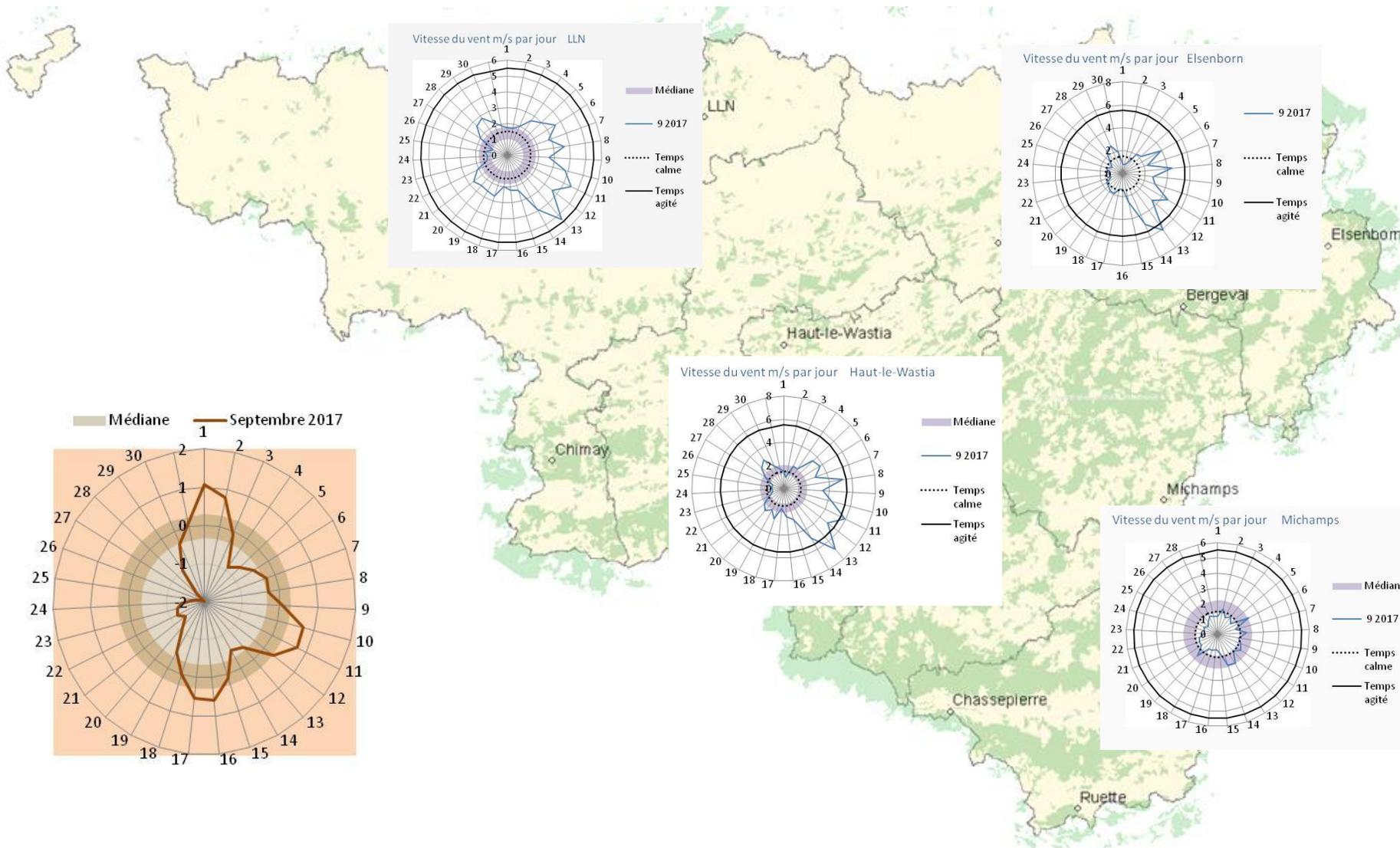
Patrick MERTENS – DGO3/DEMNA – Observatoire wallon de la Santé des Forêts – patrick.mertens@spw.wallonie.be - Tél : +32(0)81 626 448
Damien ROSILLON – CRAW/U11 – Réseau Pameseb CRAW – d.rosillon@cra.wallonie.be - Tél : +32(0)61 23 10 10

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.

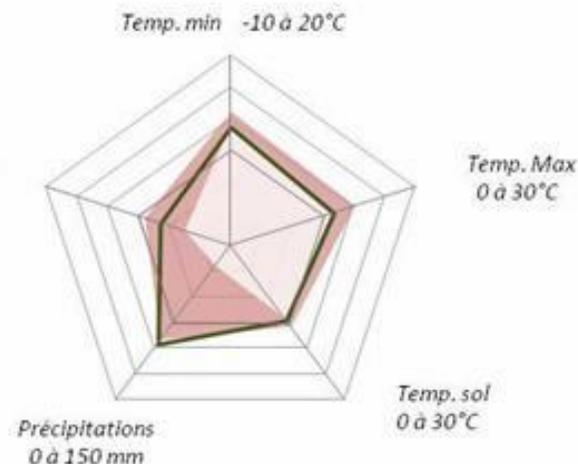


Analyse des observations climatiques en Wallonie – Septembre 2017 :

Tendances thermiques

- En septembre 2017, la moyenne régionale des températures mensuelles maximales (16,7°C) sont normales. Les températures minimales (8,7°C) se situent à la limite inférieure minimale (8,8°C) de la tendance médiane. Les tendances médianes sont supérieures aux valeurs maximales et minimales observées durant les deux premières décades, de -0,8°C pour les minima et de -1,9°C pour les maxima.
- Les températures minimales les plus élevées sont observées à de LLN (9,6°C à 11,6°C). Les minima les plus chauds sont atteints à Feluy (9,6 à 12,0°C). Les minima les plus faibles sont atteints à Bergeval (5,0 à 7,4°C) et les maxima les plus bas (11,1 à 16,6°C) à Elsenborn.
- La différence entre les maxima et minima mensuels varie en moyenne de 6,5 à 10,4°C. À Elsenborn, l'amplitude mensuelle est la plus basse (5,0 à 7,8°C). C'est à Bergeval que ces amplitudes (10,1 à 16,0°C) sont les plus prononcées.
- Les nuits de gelée sont absentes. (Ces valeurs se lisent dans le Tableau A-Col.2).
- Aucun jour n'a été très chauds « caniculaires », avec au moins 17°C pendant la nuit (Temp. min >17°C). (Ces valeurs se lisent dans le Tableau A à la Col. 3.)
- En septembre 2017, la température à 20 cm de profondeur dans le sol est en moyenne de 14,5°C. Cela correspond à un refroidissement moyen de 2,2°C en un mois. La température dans le sol se situe hors de la tendance médiane durant la deuxième décade (-0,6°C).
- A Feluy, les moyennes de la température dans le sol sont régionalement les plus élevées (14,8 à 17,5°C). A Elsenborn, la température du sol est la plus basse (11,6 à 14,3°C).
- Le rayonnement visible de septembre 2017 (30,6 kJ/cm²) est normal durant tout le mois.

Situation climatique en Wallonie



Tendances pluviales

- La moyenne régionale des précipitations cumulées de septembre 2017 est de 95,4 mm et se situe à la limite supérieure de la tendance médiane pour ce mois (35 à 92 mm) ; elles sont tombées moins fréquemment durant la dernière décade (21-30/09). Les différences en faveur de l'Ardenne se sont manifestées les 29 et 30 septembre 2017. Les journées des 8 et 14/09 ont été pluvieuses dans toute la Wallonie. Les 3, 20-28/09 ont été les plus sèches (<2,0 mm)

- La valeur la plus haute s'observe à Willerzie (181,2 mm, dont 125,7 mm en quatre jours, 8, 9, 13, 30/09). A LLN, les précipitations sont les plus basses (54,5 mm). Ailleurs, les précipitations sont intermédiaires, entre 65 et 130 mm.

Tendances éoliennes

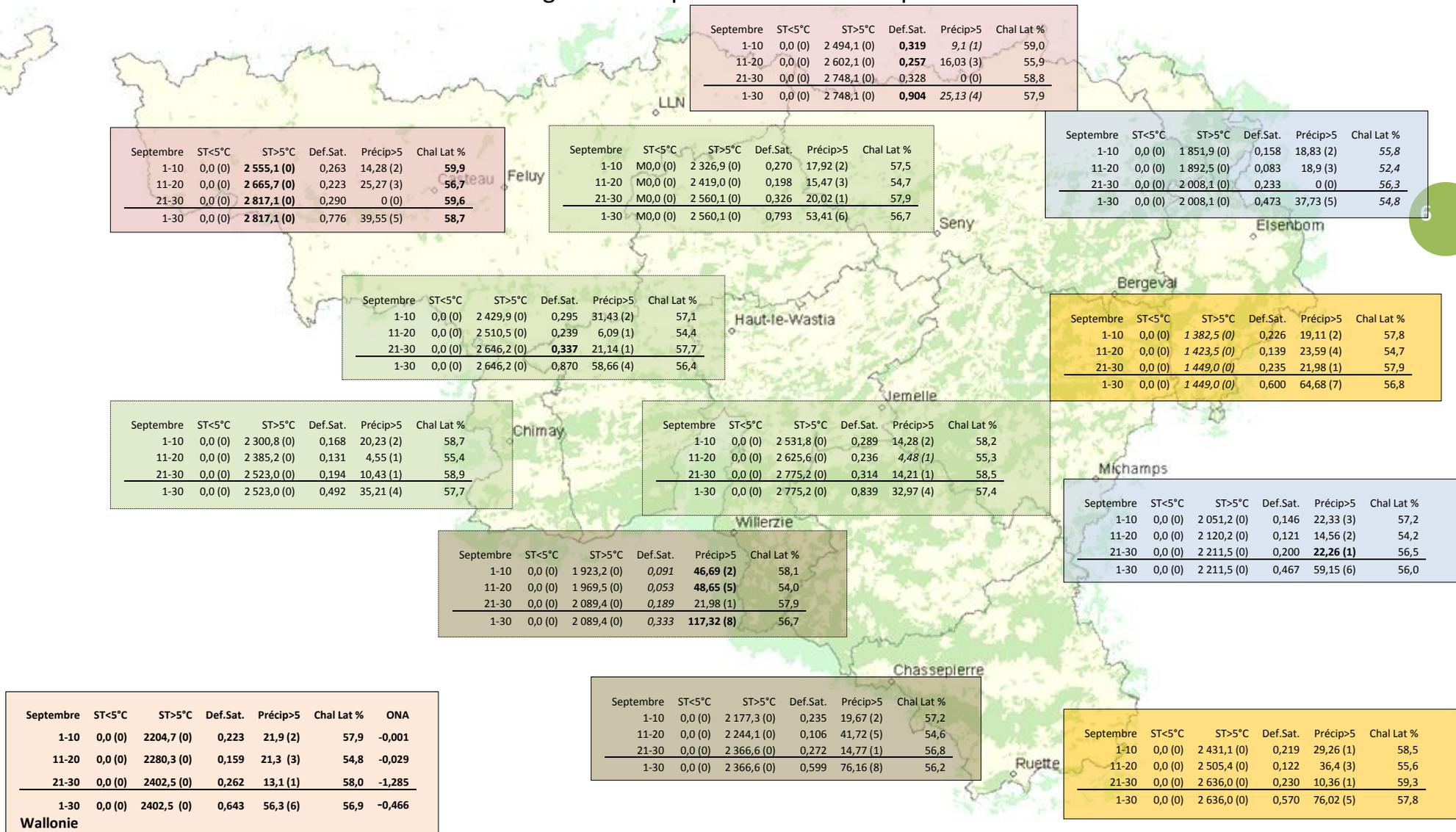
- La vitesse du vent (1,64 m/s) suit la tendance médiane. La deuxième décade (11-14/09/17) a été anormalement très venteuse (2,12 m/s).
- La station la plus venteuse est Haute-Wastia (2,78 m/s). A Bergeval, la vitesse du vent a été moindre (0,67 m/s).
- Les diagrammes en étoile de la p. 3 rassemblent les valeurs journalières observées dans les stations « ouvertes » du réseau PAMESEB-CRAW. Ces données mettent en évidence les journées « assez agitées » des 11-13/09, particulièrement à Haute-Wastia.
- Ces diagrammes indiquent aussi la période calme du 23-25/09/2017.

Tendances historiques

La Figure centrale en « Toile » de cette page 4 illustre une situation mensuelle « normale » pour septembre 2017, même si la situation est à la limite inférieure pour les températures et à la limite supérieure pour les précipitations. Au niveau décadaire, les deux premières décades ont été anormalement fraîches et les précipitations de la deuxième décade sont élevées.

Tableaux A : Indicateurs agro-climatiques en Wallonie –Septembre 2017

Observatoire Wallon de la Santé des Forêts

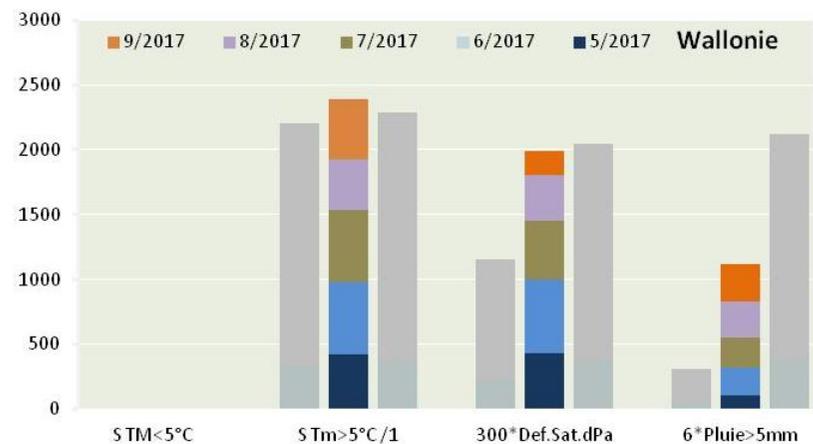


Tableaux B par décades (Col. 1) pour douze stations agro-météorologiques du réseau Pameseb CRAW : Somme des degré-jour par décade de températures <5°C (Col. 2) et >5°C (Col. 3), du déficit de saturation en kPa (Col. 4) et des précipitations journalières >5 mm (ou l/m²) (Col. 5) et de % moyen de la chaleur 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.

Analyse des indicateurs (bio)agro-climatiques en Wallonie – Septembre 2017 (Tableaux A) :

Dès septembre, la pleine saison de croissance touche à sa fin, par une induction à l'état de dormance des végétaux. Tout maintien de la surface foliaire en septembre et octobre accroît la mise en réserve de substances élaborées qui seront métabolisées au printemps suivant. La longueur du cycle foliaire sera influencée par l'occurrence de sécheresses ou de gelées précoces. La durée du jour se réduit rapidement, à 11h40' en fin septembre à 9h45' en fin octobre.

Les températures atmosphériques baissent rapidement, avec une décroissance plus lente dans le sol. Le sol émet un rayonnement terrestre qui freine le refroidissement atmosphérique automnal. Les précipitations durant cette fin de saison sont fréquemment faibles. Un cumul de sécheresses estivale et automnale peut provoquer des pertes précoces de la surface foliaire.



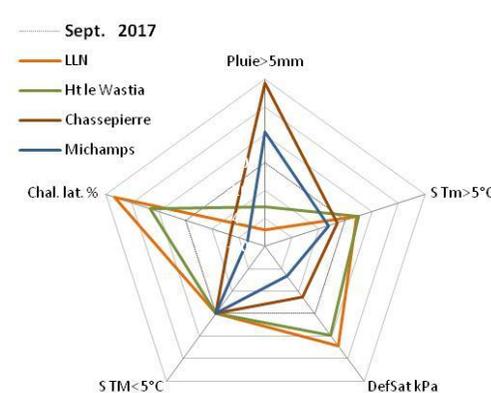
Compte tenu de ce qui est attendu pour cette période de l'année, l'analyse qui suit permet d'apprécier la situation de septembre 2017.

La Fig. 2(p. 1) indique la relation moyenne journalière et régionale entre la teneur absolue en vapeur d'eau de l'air et la température moyenne pour septembre 2017. En situation moyenne pour la Wallonie, aucune journée n'a présenté une température moyenne de plus de 18°C. Dans cette fraîcheur, la teneur en vapeur d'eau a varié de 8 à 12 g/kg d'air. Dix-sept jours ont une température moyenne qui se rapproche de 14°C. Les dix jours restants ont eu une température moyenne de moins de 12°C.

Tendances agro-thermiques

- Le **refroidissement cumulé (S TM<5°C)** n'est plus un paramètre à considérer de mai à septembre. Les nuits présentent un minimum supérieur à 5°C. Le minimum décadaire des 12 stations est de 7,7°C et de 5,0°C à Bergeval, dans une vallée ardennaise.

- Le **réchauffement cumulé (S Tm>5°C)** en septembre 2017 est de 2 402°C. Le réchauffement a été plus important durant la troisième décennie. Le gain mensuel est de +312,5°C. Le cumul maximum est de 2 817°C à Feluy ; il est minimum à Bergeval avec 1 449°C.
- Le réchauffement mensuel est maximum à Feluy (+393°C) et minimum à Michamps (+258°C). Une faible différenciation se marque en faveur des zones non ardennaises. (Toile ci-dessous)
- La moyenne de la chaleur latente de septembre 2017 varie de 52,4 à 59,9 % au niveau décadaire. Cette valeur minimale indique le ralentissement de l'activité biologique. La moyenne mensuelle régionale est de 56,9 %. Elle était encore à 61,7% en août 2017.



Tendances agro-hydriques

- La moyenne régionale mensuelle du **déficit de saturation hydrique (DefSat)** de septembre 2017 est de 0,643 kPa. Cette valeur est normale pour ce mois (0,52 – 0,94 kPa). Les valeurs de la deuxième décennie sont anormalement basses et de la dernière décennie anormalement hautes.
- L'écart entre zones ardennaises et non ardennaises est marqué (graphique en toile ci-à-côté).
- Le cumul de déficit de saturation ne dépasse plus le seuil maximum de la tendance médiane comme régulièrement observé depuis avril 2017.
- Le déficit de saturation mensuel est le plus élevé à LLN (1,599 kPa) et le plus bas à Willerzie (0,644 kPa) (Tableau A).
- L'estimation des **précipitations arrivant au sol en milieu forestier (Pluie>5mm)** de 56,3 mm en six jours en moyenne sont légèrement supérieures à la tendance médiane (4-52 mm). Ces précipitations ont été anormalement importantes durant les deux premières décades (1-20/09) avec un maximum de 5 jours à Chassepierre et Willerzie.
- Willerzie avec 117,3 mm et LLN avec 25,1 mm (voir Tableau A) sont les stations les plus extrêmes. Au nord du sillon Sambre-et-Meuse les précipitations effectives sont inférieures à 39 mm. Cette différence est due à des averses plus importantes à l'ouest de la Wallonie.

- Cette variable de précipitation effective sous sa forme cumulée depuis mai 2017 indique un apport régulier de précipitations effectives de juin à septembre compris.

L'indice atmosphérique ONA (Figure en bas à gauche de la page 3)

L'indice ONA est très variable durant septembre 2017, avec trois passages du hautes à basses valeurs. Le temps venteux des 11 au 13 septembre s'est terminé le 14/09/17 par deux journées pluvieuses, les 14 et 15/09. Il correspond au passage de hautes vers de basses valeurs d'ONA. La période du 21 au 28 septembre est marquée par une situation atmosphérique de forte influence continentale (valeurs <-1) pendant laquelle les précipitations sont quasi nulles, le temps a été peu agité et le ciel a été fréquemment fort dégagé.

Sous l'alternance de températures basses et hautes et de précipitations élevées, septembre a donné une amorce d'automne. C'est une fin de pleine saison de végétation 2017 assez propice pour prolonger la période d'activités végétales. La luminosité a été bonne durant la dernière décade. Le refroidissement de mi-septembre (11-20/09) a réduit le déficit de saturation et la chaleur latente de manière prématurée, mais temporairement.

Rappel méthodologique

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

Réseau d'observations climatiques 2017

L'ensemble des observations climatiques 2017 provient de 12 stations du réseau agrométéorologique 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, d'une part des conditions de climat de fonds de vallée à Bergeval et d'autre part des côtes chaudes de Gaume, à Ruelle (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.

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 décade 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 5 l/m^2 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 g/kg , en cinq classes d'intervalle de 4 g/kg d'air. Les lignes horizontales du graphique ci-après indiquent les moyennes par classes (8 , 10 , 16 , 20 , 24 g/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 5 l/m^2 . 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 décade, compte tenu du fait qu'ils sont déjà pris en comptes indirectement dans les mesures physiques d'humidité relative moyenne et de températures et qu'entre-décades 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 décadaires 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 décadaires sont ensuite cumulées au niveau du mois.