Circulations atmosphériques de grande échelle associées aux extrêmes de température (canicules,nuits chaudes et vagues de chaleur) sur l'Algérie

H. Abane[1], F. Abane[1], S. Boucherit[1], L. Bakhti[1]

1. Institut Hydrométéorologique de Formation et de Recherches.

Résumé

Le but de cet article est de répondre au questionnement scientifique suivant : les régimes de circulations à grande échelle constituent-ils une bonne approche pour appréhender l'étude des canicules et vagues de chaleur sur l'Algérie? Autrement dit : nous cherchions à savoir si à un signal de grande échelle spatiale correspondait une réponse à l'échelle locale.

Les situations de grande échelle ont été obtenues à partir des champs de réanalyses ERA intérim fournies par l'European Centre of Medium Range Weather Forecasts (ECMWF). Les données ERA intérim sont accessibles via le site: http://www.ecmwf.int/products/data/archive/descriptions/e4/index.html.

Les données observées des températures maximales proviennent du Centre Climatologique National de l'Office National de la Météorologie (Algérie).

Quatre types de temps définis par des conditions barométriques redondantes ont été identifiés. Les régimes de temps associés aux évènements extrêmes étudiés ont été établis en utilisant une analyse composite. Ces derniers mettent en évidence des interactions entre les extrêmes climatiques et la circulation atmosphérique de grande échelle.

Mots clés : circulations atmosphériques de grande échelle, canicules, vagues de chaleur, nuits chaudes, types de temps.

Large-scale atmospheric circulation associated with extremes of temperature (heat waves, hot nights and heat waves) on Algeria

Abstract

The purpose of this article is to answer the following scientific question: are large-scale circulations a good approach to grasp the heat waves study about Algeria? In other words, we were trying to find out if a large spatial signal corresponded to a local response.

Large scale situations have been obtained from the ERA Interim Reanalysis fields provided by the European Centre of Medium Range Weather Forecasts (ECMWF). The interim ERA data can be accessed via the website: http://www.ecmwf.int/products/data/archive/descriptions/e4/index.html.

The observed maximum temperature data comes from the National Climate Center of the National Office of Meteorology (Algeria).

Four types of time are defined by redundant barometric conditions were identified. The weather patterns associated with the extreme events studied were established using a composite analysis. The latter reveal interactions between climate extremes and large scale atmospheric circulation.

Keywords: *large-scale atmospheric circulation, heat waves, hot nights, types of weatherAbstract*

Auteur correspondant

H. Abane

1. Détermination des régimes de temps:

La matrice de données issue des ré-analyse ERA-intérim qui représente les données de la pression réduite au niveau de la mer s'échelonnant de Juin – Juillet et Aout de 1979 à 2015 soit 3404 jours a été compressée par une analyse en composantes principales ACP (Von stock 1999) en 11 composantes principales permettant de représenter 90% de la variance totale. L'ACP permet de filtrer la variabilité de la fine échelle pouvant influencer la circulation de grande échelle.

Les 11 composantes principales sont à leur tour soumises à la méthode des Nuées dynamiques afin d'en extraire les classes représentant les types de temps. la méthode de nuées dynamiques est très utilisée comme moyen statistique de classification du fait de sa simplicité de mise en œuvre ; elle procède à une distribution des données en un nombre de classes défini par l'utilisateur de telle façon que les objets appartenant à la même classes sont aussi proches que possible entre eux et aussi loin des objets des autres classes .

Dans un premier temps, on examine les changements moyens de pression réduite au niveau de la mer sur la zone Nord-Atlantique (Figure 1.1).

Ensuite, on décrit les conditions synoptiques véhiculées par chaque type de temps, les anomalies associées à chaque type de temps sont également exposées.

Ainsi en été, les changements moyens de PSL sont en général caractérisés par une vaste cellule anticyclonique centrée sur l'Atlantique entre 28 et 42 °N, cette anticyclone se prolonge vers l'Europe dans le sens de diminution de la pression, l'ensemble de l'Europe et le bassin méditerranéen observe des conditions faiblement dépressionnaires générant un flux du Nord-est.

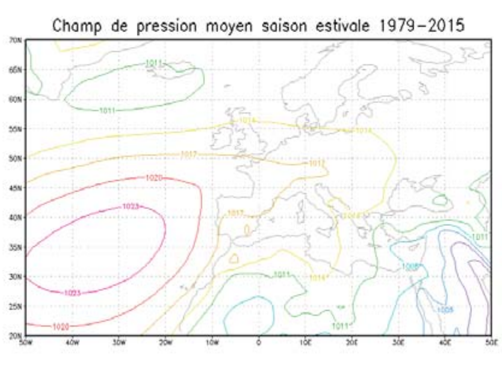


Figure 1.1 : Le champ de pressions moyen

Régime de blocage:

Ce régime est caractérisé par une anomalie positive de pression sur l'Europe continentale, le flux perturbé atlantique étant rejeté sur le bassin atlantique nord-est

Les fortes anomalies positives sur le nord de l'Europe limitent la pénétration de l'air marin véhiculé par le flux d'ouest sur le nord de l'Europe, y est froid et très sec sur l'Europe. Ce type de temps est nommé « Blocage»

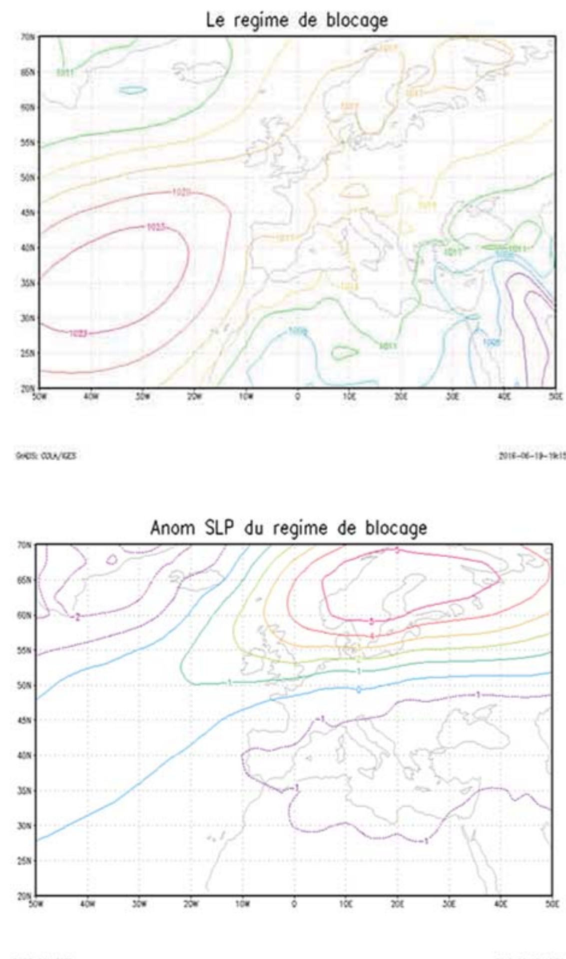


Figure 1.2 : Le champ de pressions moyen correspondant au régime de blocage 24,97%

Régime de NAO-:

Une anomalie négative s'étend des Açores au bassin méditerranéen occidental, tandis qu'une anomalie positive s'étire du Groenland à la mer du Nord.

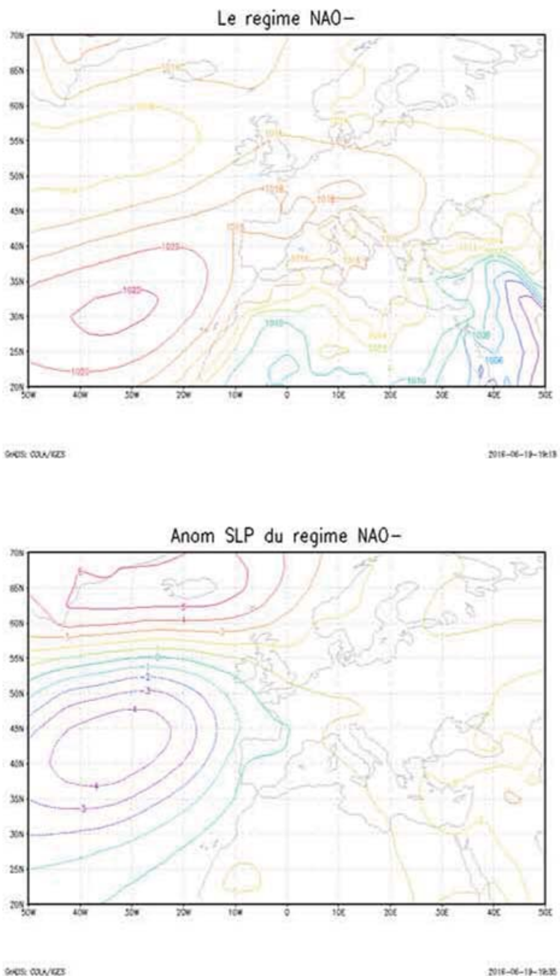


Figure 1.3 : Le champ de pressions moyen correspondant au régime de NAO-24,65%

Régime de dorsale Atlantique AR (Atlantique Ridge)

Le régime de dorsale Atlantique s'identifie par un gonflement de l'Anticyclone des Açores recouvrant tout le bassin Méditerranéen, la zone de haute pression subtropicale est rejetée plus au Nord laissant place à l'air froid cyclonique d'origine polaire qui s'enfonce vers l'Europe centrale.

Cette configuration installe un temps sec sur l'Europe occidentale s'humidifiant en direction de l'Europe centrale.

Les anomalies associées à l'Atlantique Ridge sont

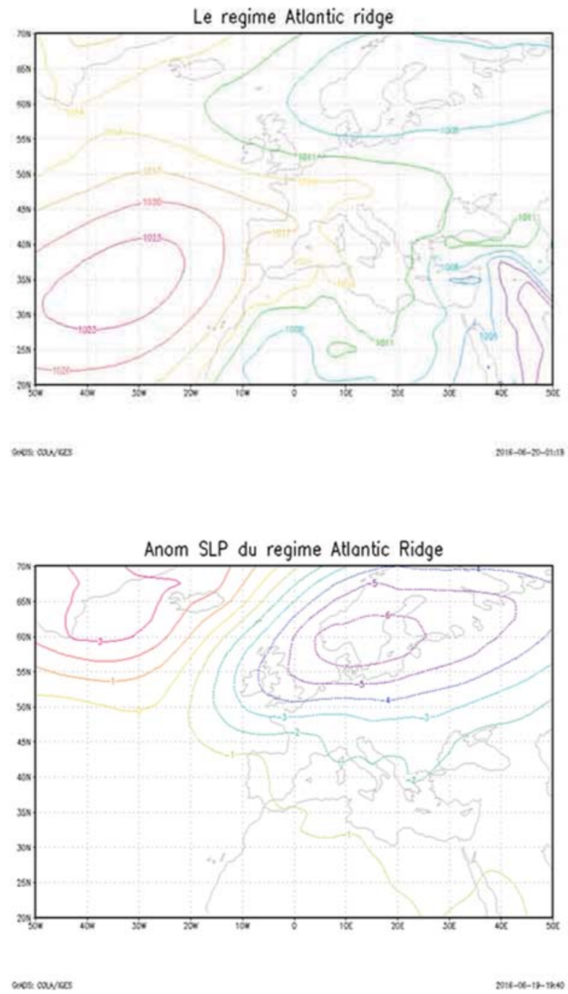


Figure 1.4: Le champ de pressions moyen correspondant à Atlantique Ridge18,98%

humides et relativement chaudes au nord et sèches et relativement froides au sud, en particulier sur la péninsule ibérique.

Régime NAO+

Ce régime de temps se présente par des anomalies positives de pression mer aux latitudes subtropicales s'étendant jusqu'à 45°N ; alors qu'une anomalie négative est repérée sur les parties plus au Nord. Ceci correspond à un renforcement de l'Anticyclone des Açores accompagné d'un flux zonal d'ouest sur le bassin atlantique et l'Europe de l'ouest.

Le type NAO+ est associé à un vaste anticyclone centré sur le proche Atlantique et s'étendant jusqu'à l'Europe centrale favorisant un flux général d'ouest. La dépression d'Islande se trouve décalée très au Nord, les pluies fréquentes sur l'Europe du Nord et un temps sec sur le bassin Méditerranéen sont les

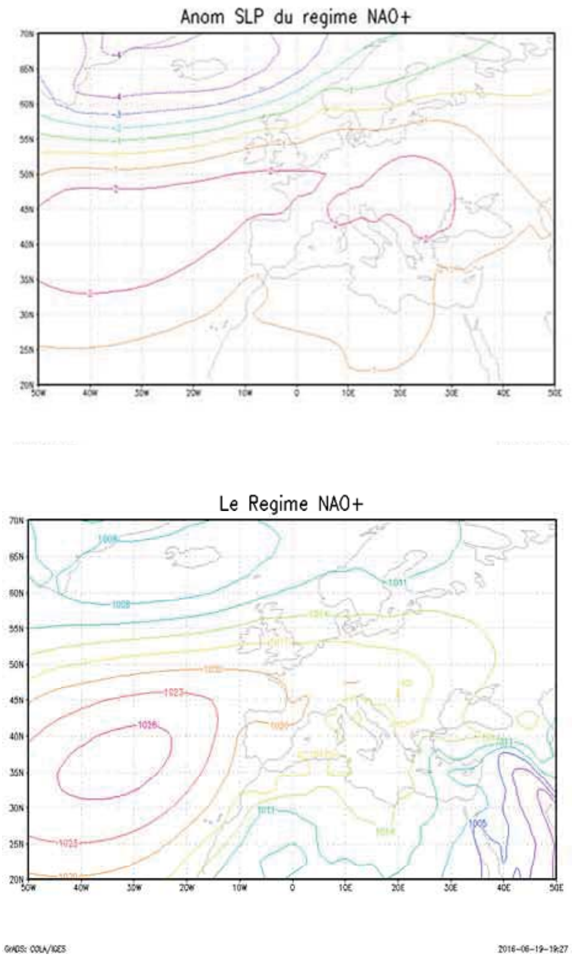


Figure 1.5: Le champ de pressions moyen correspondant à Atlantique Ridge 31,40%

caractéristiques météorologiques connues de ce type de temps témoignant aussi d'un déplacement vers le Nord des routes dépressionnaires.

2. LES EXTREMES DES TEMPERATURES

La méthodologie ci-dessous est généralisée à l'ensemble des stations d'observation disponibles. Les variables analysées comprennent la température journalière maximale, la température journalière minimale. Nous rappelons que seule la saison estivale est considérée dans la discussion des journées chaudes, vagues de chaleur et les nuits chaudes. Les résultats sont présentés sous forme de cartes composites et leurs anomalies.

Cartes composites des situations synoptiques expliquant les évènements extrêmes de température : journées caniculaires

Le percentile 95 a été retenu pour définir les journées caniculaires sur les séries journalières de températures maximales estivales (celles observées au cours de la période juin, juillet et Aout) des stations retenues sur la période de 1979-2010. .

Le tableau suivant donne les valeurs des 95 percentiles des différentes villes considérées

Tableau 2.1 : Percentile 95 de chaque station utilisée dans l'étude. Le percentile est calculé sur les données journalières de tous les jours estivaux de chaque année, entre 1979 et 2010.

Station	Oran	Annaba	Constantine
P 95	36,6	41,6	40,2
Station	DEB	Mascara	Meliana
P 95	37,3	41,13	39,3

a. Le littoral:

Les journées caniculaires sur le littoral Algérien sont donc caractérisées par une situation synoptique définie par une zone anticyclonique sur le proche Atlantique qui voit son influence jusqu'aux côtés ouest portugaises et françaises. Des conditions faiblement dépressionnaires sont observées sur une très bonne partie de l'Europe et le bassin Méditerranéen oriental, Alors que la Méditerranée occidentale se trouve sous l'influence de conditions moyennes normales de pression moyenne proche de 1015 hpa avec un flux de nord-est.

Les cartes des anomalies (Figure 2.1) confirment que les journées caniculaires sur le littoral sont associées à des anomalies faiblement positives sur la Méditerranée occidentale et négative sur l'océan Atlantique et l'Europe du nord. On note un gradient barométrique marqué sur le littoral centre du pays.

On observe également un gradient barométrique moyen accentuée entre le Portugal et l'Italie de telle façon qu'on passe des anomalies négatives aux anomalies positives, ceci semble être en liaison avec l'installation des journées caniculaires sur les régions côtières et proches côtières du pays plus particulièrement les côtes centres, le rôle de l'oscillation OMO n'est donc probablement pas négligeable.

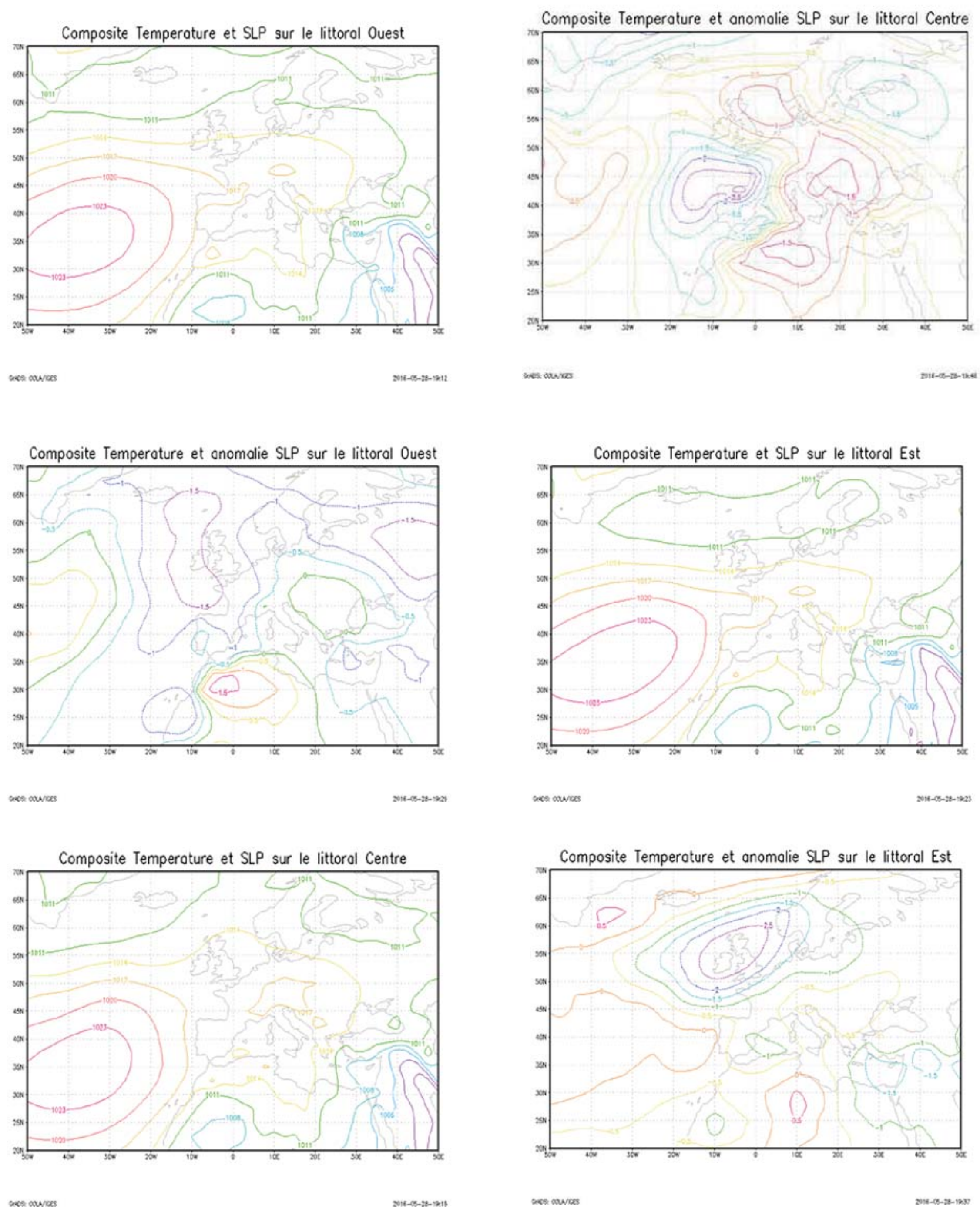
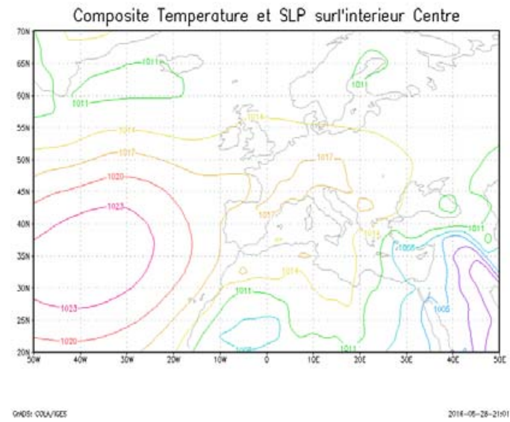


Figure 2.1 : Cartes composites entre SLP et les journées caniculaires sur le littoral

b. Les régions de l’intérieur:

Les caractéristiques météorologiques mises en évidence avec les composites du champ de pression mer et les journées caniculaires sur l’intérieur du pays confirment que les évènements représentant des journées caniculaires sont caractérisés par un flux de nord-est tandis que la situation synoptique moyenne montre toujours une dépression de faible activité sur la Méditerranée occidentale. Ces cartes (figure 2.2) ne montre pas de différences significatives avec celles observées sur le littoral du pays ni sur le champ composite ni sur les anomalies qui restent faiblement positives marquant un gradient barométrique plus accentuée sur le centre et l’ouest qu’à l’est.



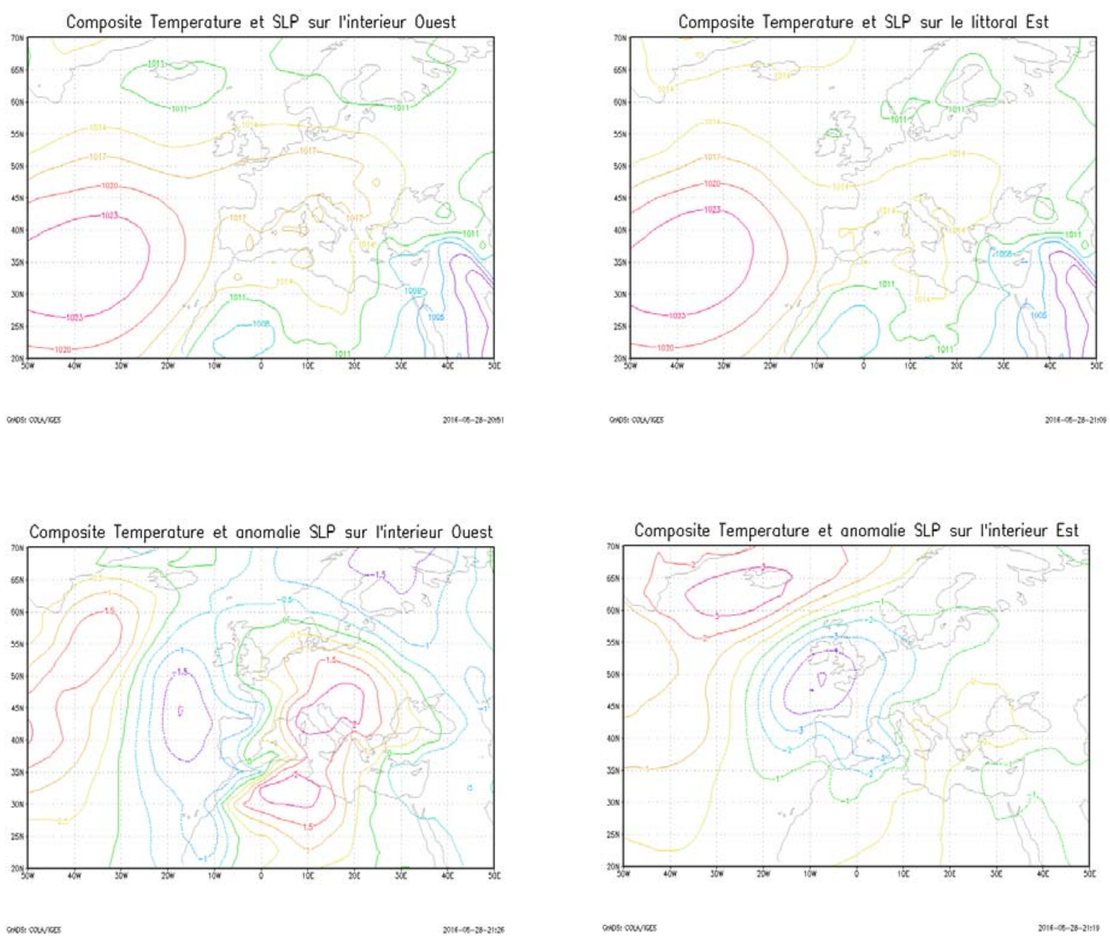


Figure 2.2 : Cartes composites entre SLP et les extrêmes de température : journées caniculaires sur l’intérieur

Relations statistiques entre la circulation de grande échelle et les journées caniculaires sur le nord du pays :

Les types de temps et les situations synoptiques illustrant les journées caniculaires sont maintenant connues, il est nécessaire d'observer d'éventuelles relations entre eux. Pour cela nous allons voir les résultats des relations statistiques dans le tableau ci-après:

Le tableau 2.2 montre les liens entre types de temps en Atlantique Nord et les journées caniculaires avec les valeurs en gras significatives au niveau de signification alpha=0,05.

	Blocage	NAO-	Atlantic Ridge	NAO+
Le littoral ouest	-0.308	0.344	0.256	0.295
Le littoral centre	-0,017	-0.165	-0.180	0.307
Le littoral Est	-0.345	-0.144	0.573	-0.118
L'intérieur ouest	-0.394	-0.116	0.286	0.170
L'intérieur centre	-0.061	-0.080	0.097	0.024
L'intérieur Est	-0.185	0.281	0.580	-0.590

En ne gardant que les valeurs les plus importantes, Trois corrélations ressortent (tableau 2.2). La corrélation entre le type de temps Atlantic Ridge et les journées caniculaires sur les régions Est aussi bien littorales qu'intérieures qui sont corrélés positivement à respectivement 0.573 et 0.580, la corrélation entre le type de temps NAO+ et les journées caniculaires dans les zones intérieures Est du pays est négative à -0.590. Cependant, il est important de souligner que la majorité des types de temps et les journées caniculaires sont corrélées entre eux, mais de façons plus ou moins significatives.

On signale qu'un même type de temps à l'origine des journées caniculaires sur une région donnée, peut ne pas installer un temps caniculaire sur une autre région du pays, c'est le cas par exemple du type NAO+ pouvant donner lieu à des journées caniculaires sur l'ouest du pays alors qu'il favorise un temps doux sur l'Est du pays.

Donc pour les besoins de notre étude, nous ne traiterons que corrélations les plus significatives. Pour ces relations, on constate que plus la situation synoptique se rapproche du type de temps Atlantic Ridge, la probabilité d'observer une journée caniculaire sur l'Est du pays augmente, plus le type de temps est de type NAO+, les températures seront douces sur l'Est, alors que le type de temps NAO- conditionne plutôt des températures douces sur l'ensemble du nord du pays.

Cartes composites des situations synoptiques expliquant les vagues de chaleur:

On définit une vague de chaleur comme le nombre de jours appartenant à une succession d'un minimum de 3jours avec une température maximale dépassant le 90ème percentile

Le tableau 2.3 donne les valeurs des 90 percentiles des différentes stations

Station	Oran	Annaba	Constantine	DEB	Mascara	Meliana
P 90	34.61	40,2	39	35,4	39.8	38.1

On représente ci- après les cartes composites des vagues de chaleur et le champ de pression mer pour les différentes régions du nord du pays représentées par certaines stations comme précisé plus haut, leurs anomalies sont également exposées.

a. Le littoral :

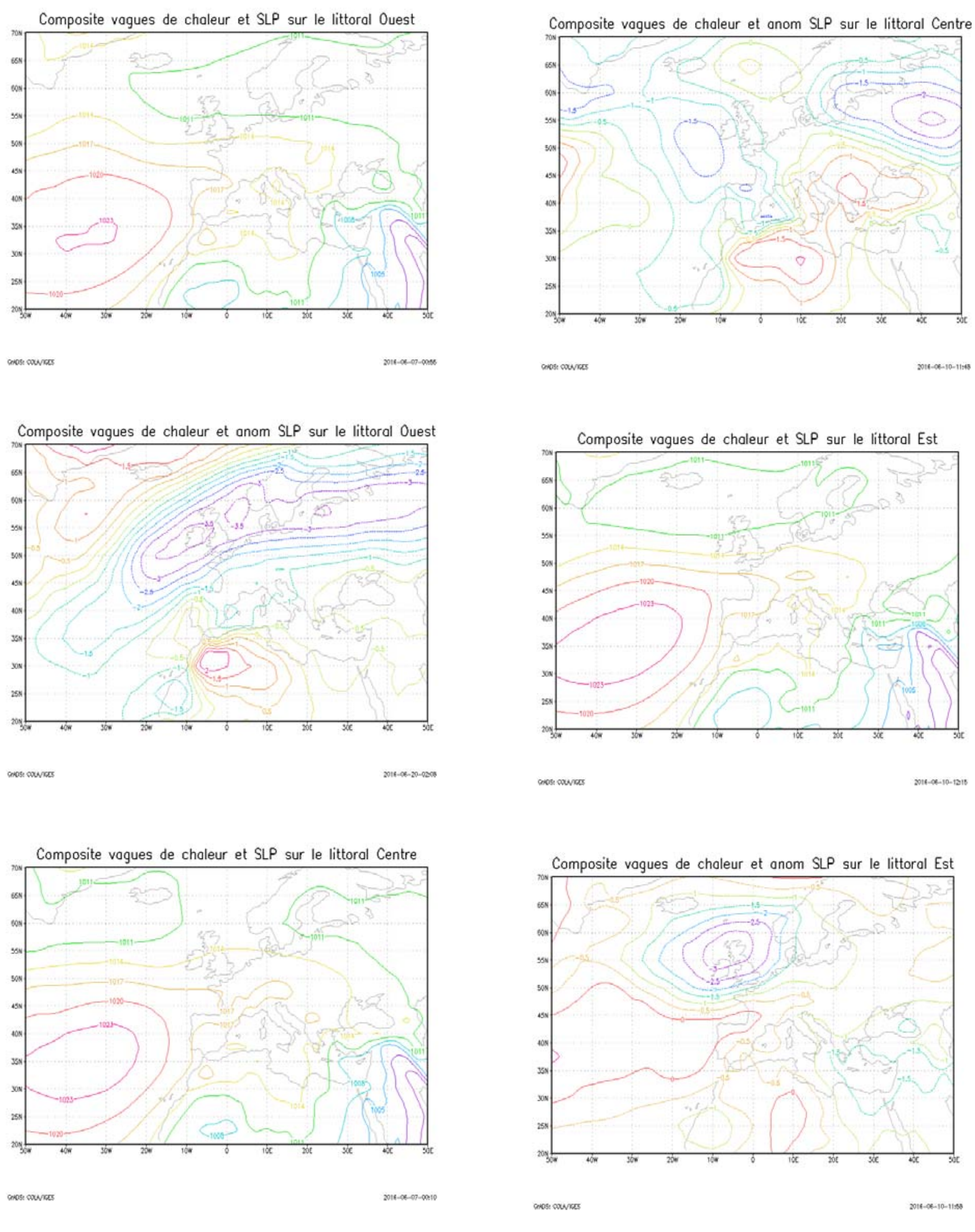


Figure 2.3 : Cartes composites entre SLP et les extrêmes de température : vagues de chaleur sur le littoral

a. L’intérieur:

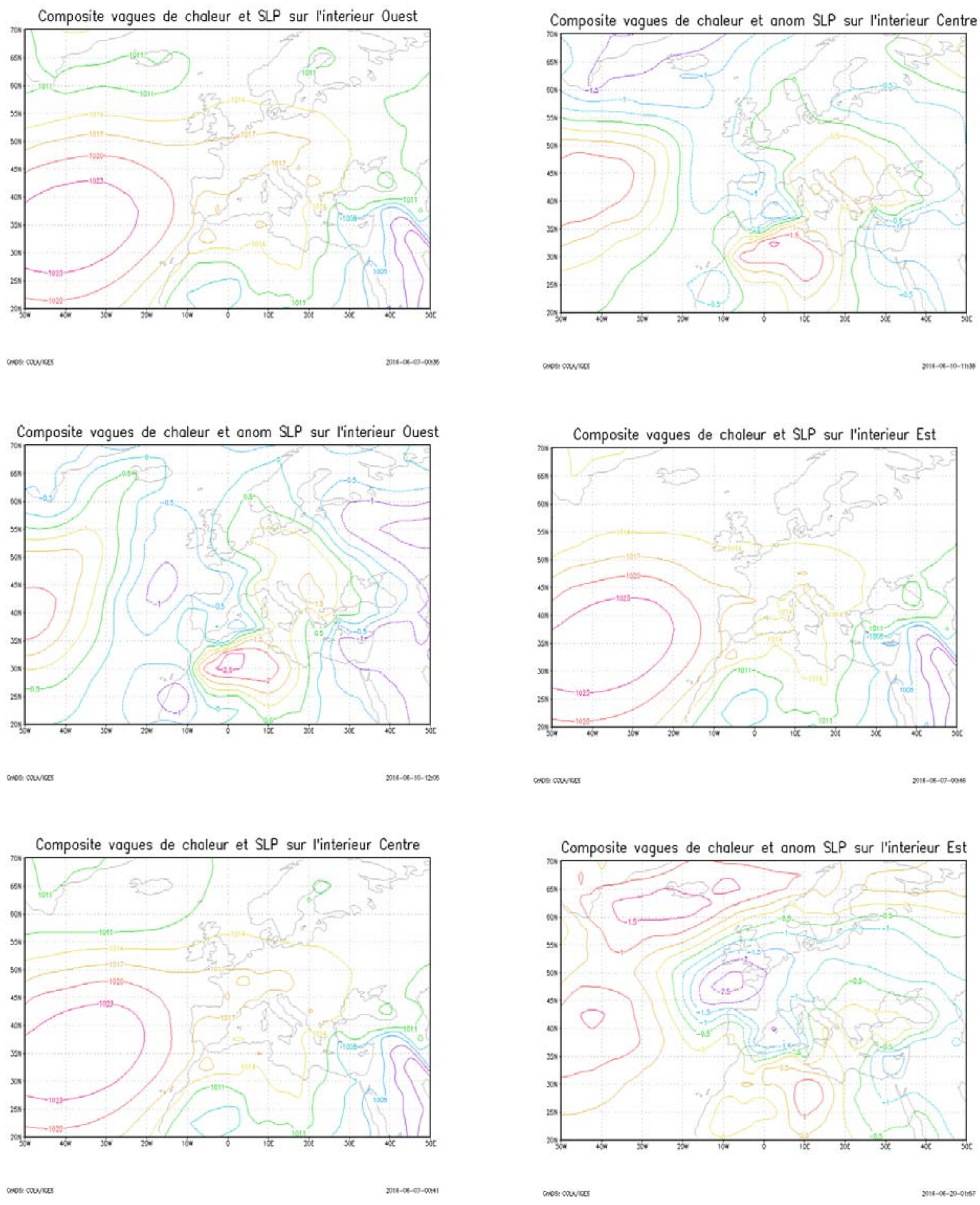


Figure 2.4 : Cartes composites entre SLP et les extrêmes de température : vagues de chaleur sur l’intérieur

En effet, si on regarde les structures synoptiques moyennes représentant les vagues de chaleur sur le Nord du pays (Figure 2.4.), on remarque que les vagues de chaleur se produisent sous l'influence d'une très petite dépression voir des conditions moyennes normales de pression, la valeur de la pression moyenne est comprise entre 1014 et 1017 hPa, le flux ainsi généré est de secteur nord-est. Les anomalies (figure 2.4) de ces évènements mettent en évidence que ces évènements sont associés aux situations marquées par un gradient barométrique très important sur le Nord du pays s'étendant du littoral et voit son influence jusqu'aux régions intérieures. Nous avons également remarqué que, lors des épisodes de vagues de chaleur une transition entre anomalies négatives sur les côtes devenant positive vers l'intérieur.

La comparaison entre les stations examinées révèle une excellente ressemblance et concordance. Il est donc clair que les conditions générant les vagues de chaleur sont reproduites de la même façon sur l'ensemble des régions. Une petite exception est faite sur les anomalies du littoral Est pour les quelles le gradient barométrique est moins accentué avec des valeurs faiblement positives, la zone d'anomalies négatives est rejetée vers l'Europe du Nord.

Relations statistiques entre la circulation de grande échelle et les vagues de chaleur :

Pour rechercher une relation statistique entre les types de temps et les conditions météorologiques favorables à l'installation des vagues de chaleur, il est important d'examiner les relations qui les lient. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 2.4 : Les corrélations, à partir des données d'anomalies, entre les types de tempset les vagues de chaleur ; Les valeurs en gras sont significatives au niveau designification alpha=0,05

	Blocage	NAO-	Atlantic Ridge	NAO+
Le littoral ouest	-0.631	0.294	0.778	-0.391
Le littoral centre	-0.238	-0.150	0.032	0.294
Le littoral Est	-0.166	-0.441	0.329	0.176
L'intérieur ouest	-0.086	-0.352	0.083	0.267
L'intérieur centre	0.104	-0.681	-0.212	0.624
L'intérieur Est	0.053	0.005	0.452	-0.470

La corrélation négative entre le type de temps de blocage et les vagues de chaleur sur le littoral et les régions de l'intérieur ouest montre que ces deux éléments varient de façon opposés (Tableau 2.4).

On peut donc émettre la conclusion suivante : plus la configuration atmosphérique ressemble au type de temps blocage, moins les vagues de chaleur sont présentes, ceci est particulièrement vrai pour le littoral ouest. De même que pour le type de temps 2 (NAO-), plus la configuration atmosphérique est proche du type de temps NAO-, moins les vagues de chaleurs sont observées sur le littoral centre et Est et l'intérieur centre et ouest, avec une augmentation de probabilité pour les régions intérieures centres. A l'opposer, la forte corrélation positive entre le type de temps Atlantic Ridge et les vague de chaleur sur le littoral ouest, démontre le fort lien entre ces deux phénomènes. Plus la configuration atmosphérique est de la forme Atlantic ridge, plus les vagues de chaleurs sont observées sur le littoral ouest, d'une façon mois importante sur l'intérieur Est.

On signale ainsi la forte liaison positive entre le régime NAO+ et les vagues de chaleur sur l'intérieur centre, alors que les températures sont beaucoup plus douces sur le littoral ouest et l'intérieure Est.

On peut donc en conclure que l'installation de vagues de chaleur sur l'ensemble du nord du pays est fortement influencée par les grands types de temps. C'est-à-dire que la configuration des flux d'air venant de l'océan atlantique influence fortement leurs répartitions. Cependant pour certains d'autres, le manque de significativité de leurs relations statistiques avec les grands types de temps démontre que dans ces configurations de vagues de chaleur, les grands types de temps ne sont pas les facteurs principaux. Il y a donc d'autres phénomènes influençant leurs installations.

Cartes composites des situations synoptiques expliquant les nuits chaudes

On définit une nuit chaude comme une nuit dont la température minimale dépasse le 95èmepercentile. Le tableau 5.4 donne les valeurs des 95 percentiles des différentes stations

Tableau (2.5) : Percentile 90 de chaque station utilisée dans l'étude le percentile est réalisé sur les données journalières de tous les jours estivaux de chaque année, entre 1979 et 2010.

Miliana	Mascara	DEB	Constan-tine	Annaba	Oran	Station
27.2	22.93	23.6	22.7	28	23.4	P 95

On représente ci- après les cartes composites des températures minimales dépassant les 95ème percentile et le champ de pression mer pour les différentes régions du nord du pays représentées par certaines stations comme précisé plus haut, leurs anomalies sont également exposées.

a. Le littoral :

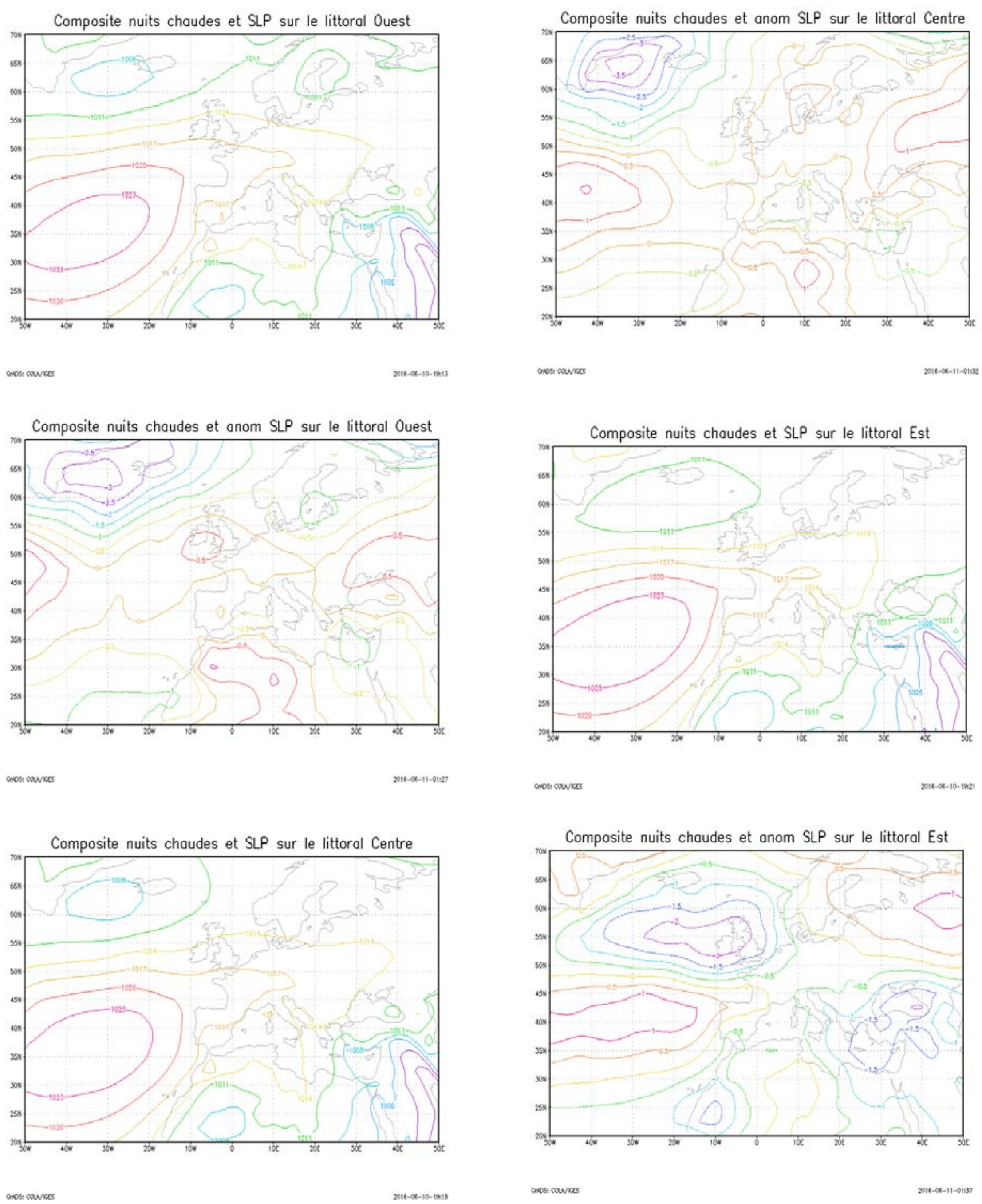


Figure (2.5) : Cartes composites entre SLP et les extrêmes de température : nuits chaudes sur le littoral

b. L'intérieur :

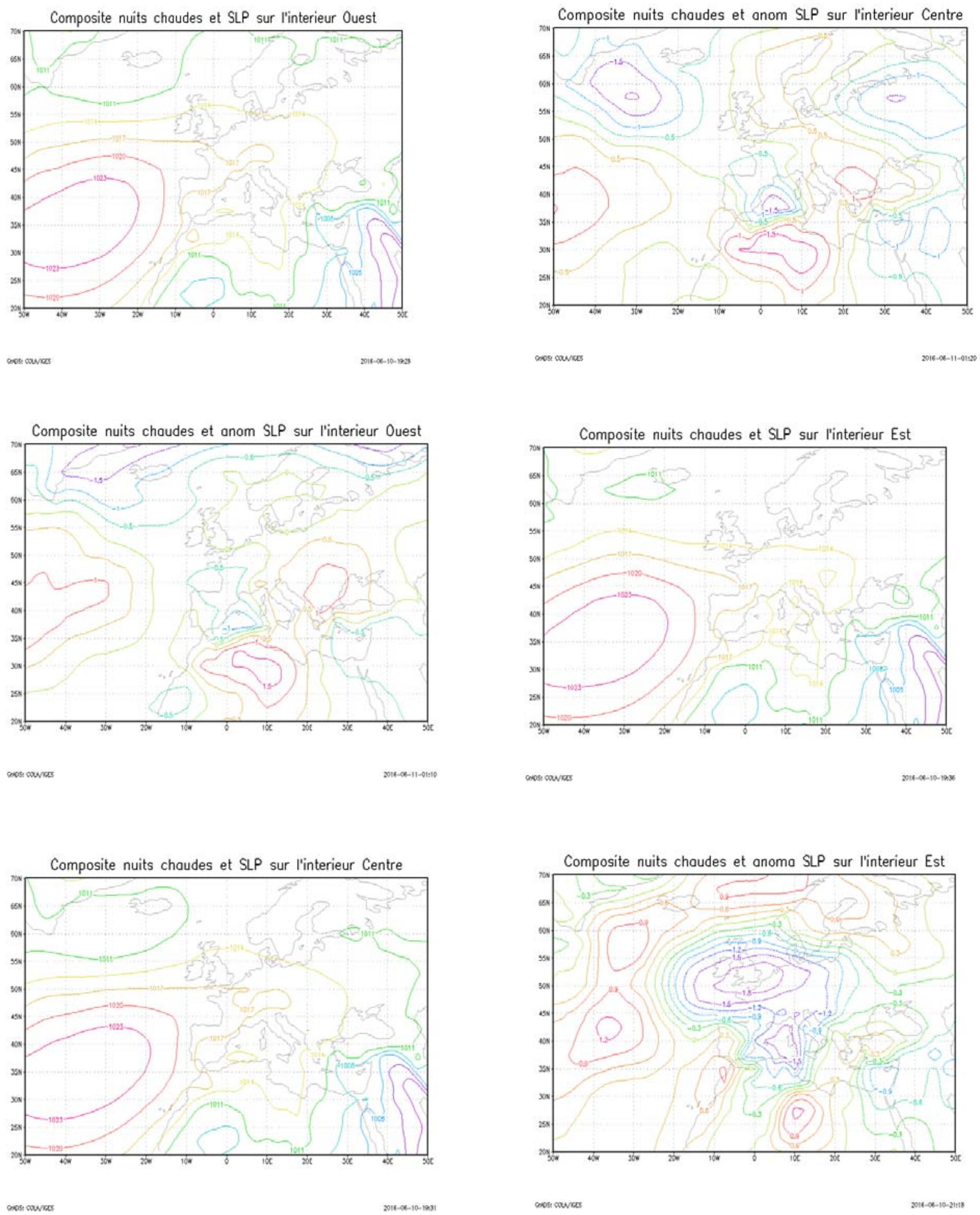


Figure (2.6) : Cartes composites entre SLP et les extrêmes de température : nuits chaudes sur l'intérieurs

La figure (2.6) présente les conditions liées aux évènements de nuits chaudes dans les différentes régions examinées. De même que pour les vagues de chaleur, la situation synoptique moyenne associée aux nuits chaudes indique une petite dépression localisée sur l'ensemble du pourtour méditerranéen avec un anticyclone en plein océan atlantique qui n'a pas changé de position d'une région à une autre.
Cette situation moyenne ainsi observable ne discrimine donc pas une différence synoptique de manifestations des nuits chaudes sur le Nord du pays.
Raisonnant par rapport aux anomalies, il apparait clairement que les nuits chaudes sur l'intérieur ouest et centre du pays sont associées à un gradient barométrique assez serré et fait toujours un passage des anomalies négatives sur le littoral à des anomalies positives en direction de l'intérieur. Pour l'Est du pays, des anomalies négatives de pression générant un gradient barométrique fort semblent être responsables d'installer des nuits chaudes. Alors que les régions du littoral sont plutôt caractérisées par des anomalies faiblement positives avec un gradient barométrique faible sur l'ouest et le centre, plus lâche sur l'Est.
Relations statistiques entre la circulation de grande échelle et les nuits chaudes :
L'objet de cette partie est d'apporter des éléments de réponse quant à la part des régimes de temps dans l'observation des nuits chaudes.
Nous discutons également l'intensité de la relation entre les types de temps et les situations synoptiques favorisant les nuits chaudes.

Tableau (2.6) : Les corrélations, à partir des données d'anomalies, entre les types de temps et les nuits chaudes (Les valeurs en gras sont significatives au niveau de signification alpha=0,05).

	Blocage	NAO-	Atlantic Ridge	NAO+
Le littoral ouest	0.003	-0.595	-0.388	0.811
Le littoral centre	0.275	-0.596	-0.569	0.741
Le littoral Est	0.290	-0.321	-0.089	0.071
L'intérieur ouest	-0.051	-0.590	-0.193	0.673
L'intérieur centre	0.013	-0.482	-0.160	0.451
L'intérieur Est	0.144	-0.166	0.280	-0.261

Il en ressort que les types de temps NAO-, Atlantic Ridge et NAO+ semblent être en liaison avec l'observation des nuits chaudes sur le nord du pays. Cependant, la comparaison de ces trois types de temps montre des différences significatives pour certaines régions, , mettant ainsi en évidence l'existence de liaisons négatives entre les types NAO- et Atlantic Ridge sur la majorité du nord Algérien autrement dit plus que les conditions synoptiques ressembles à ces deux régimes moins les nuits chaudes sont observées.

Les différences significatives observées concernent le type NAO + qui présente une corrélation positive significative très importante sur l'ensemble des régions Nord du pays à l'exception de l'intérieur Est.

Il serait donc intéressant de construire une idée qui attribue l'installation des nuits chaudes au régime NAO +.

Conclusions

Afin de caractériser les extrêmes climatiques par types de temps, une identification des circulations de grande échelle qui règnent sur l'Atlantique Nord en période estivale a été menée. Les configurationssynoptiques correspondantes aux phénomènes extrêmes ont été élaborées. Afin d'évaluer la relation statistique entre les types de temps ainsi identifiés et les situations représentant les extrêmes, le coefficient de corrélation linéaire a été calculé.

L'influence des régimes sur les conditions locales de température peut être résumée comme suit :

- Le régime zonal (NAO+) de la saison estivale est corrélé positivement aux régimes donnant les journées caniculaires à l'exception de la région Est où cette corrélation était négative.

Ce même régime de temps peur favoriser des vagues de chaleur sur le Nord du pays d'une façon plus importante sur l'intérieur centre, alors que le littoral Ouest et l'intérieur Est n'observent pas de vagues de chaleur lorsque le régime de temps s'apparente à du NAO +, les nuits chaudes sont fortement liées dans un sens positif à du NAO + à l'exception de l'intérieur Est.

Le régime zonal favorise l'apparition des phénomènes : vagues de chaleur, nuits chaudes et journées caniculaires, malgré que sa fréquence d'apparition ne dépasse pas 25%.

- L'Anticyclone du Groenland (NAO-) est relativement non responsable au cours de l'été des journées caniculaires et des vagues de chaleur sur le Nord du pays à l'exception des régions intérieures , la plus forte corrélation négative est observée sur le littoral Ouest autrement dit, le régime NAO – favorise des journées plutôt douces. Par contre une relation trop faible est observée entre la NAO – et les nuits chaudes sur l'ensemble du Nord du pays.

- Le Blocage est associé aux événements extrêmes sur toute la zone Nord du pays, il ne favorise pas ni des journées caniculaires, ni vagues de chaleur ni nuits chaudes.

- La Dorsale Atlantique s'est avérée comme le régime le plus favorable à l'installation des journées caniculaire et vagues de chaleur sur le littoral Ouest et Est et l'intérieur Est.

Références bibliographique :

Thèses et mémoires :

[1] FELLAHI Zakaria, Circulations atmosphériques de grande échelle en relations avec les précipitations intenses, IHFR juin 2015

[2] GOUBANOVA Katerina, Une étude des événements climatiques extrêmes sur l'Europe et le bassin Méditerranéen et de leur évolution futur université Paris6 2007

[3] TOMMY Klein., Comparaison des sécheresses estivales de 1976 et 2003 en Europe occidentale à l'aide d'indices climatiques.

[4] Julien BOE, Changement global et cycle hydrologique : Une ´étude de régionalisation sur la France, Paul Sabatier Novembre 2007

[5] QUENTIN DESCHAMPS, Conditions atmosphériques associées aux précipitations intenses du bassin méditerranéen, université de Bourgogne juin2011.

[6] ROUSSILLON FRANCK Lespinas., Impacts du changement climatique sur l'hydrologie des fleuves côtiers en région Languedoc université de perpignan 2008

[7] TAMARA Salameh, Modélisation multi-échelles de la circulation atmosphérique hivernale sur le bassin rôle des interactions d'échelle. Septembre 2008

[8] BOULARD Damien, Modes de variabilité des températures de surface océanique du bassin méditerranéen (1989-2008).Université de la Bourgogne Septembre 2010.

Articles et rapports:

[9] Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à l'évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie bilans des experts FEM/PNUD Projet ALG/97/G31 2003.

[10] Programme GICC Gestion et Impacts du Changement Climatique (GICC) IMFREX, Impact des changements anthropiques sur la fréquence des phénomènes extrêmes de vent de température et de précipitations Rapport de première année.

[11] FRANK ROUX.: Modes de la Variabilité Climatique (cours modélisation climatique université Paul Sabatier).

[12] Extraits du Rapport accepte par le Groupe de travail I du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat mais non approuve dans les détails Questions fréquentes.

[13] Retour sur les projections OMM-N° 1075.