

Document public

# Analyse du régime météorologique de la Côte Basque

Rapport final

**BRGM/RP-52955-FR**  
janvier 2004

Étude réalisée dans le cadre des opérations  
de Service public du BRGM 03LITA05  
« Observatoire de la Côte Aquitaine » Volet Côte Basque

**N. Durand, C. Mallet**



**Mots clés :** Aquitaine, littoral, Pays-Basque, Observatoire de la Côte Aquitaine, météorologie, climatologie, humidité, évapo-transpiration, précipitation, température, pression atmosphérique, vent

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :  
Durand N. et Mallet C. (2004) – Analyse du régime météorologique de la Côte Basque. BRGM/RP52955-FR, 57 p, 31 fig, 8 tab.

© BRGM, 2004, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

Dans le cadre des missions de service public qui lui ont été confiées, le Service Géologique Régional Aquitaine du BRGM réalise une étude sur l'érosion de la Côte Basque qui s'intègre dans le Contrat de Plan Etat-Région 2001-2006 et fait partie des travaux menés par l'Observatoire de la Côte Aquitaine. Ce programme est cofinancé par l'Etat, le Conseil Régional d'Aquitaine, le Conseil Général des Pyrénées-Atlantiques et le BRGM. La première phase de l'étude de l'érosion de la côte rocheuse basque, qui se déroule de 2001 à 2004, a pour objectifs principaux de caractériser les instabilités de la côte du point de vue géologique et géotechnique. L'objectif final de l'étude de l'érosion de la Côte Basque est de mettre à disposition des acteurs de ce littoral, un outil d'aide à la décision et à la gestion de ce milieu face à son évolution géomorphologique constante. Pour cela, l'ensemble des données acquises est assemblé dans des bases de données ainsi que dans un Système d'Informations Géographiques.

L'analyse de données météorologiques décennales acquises entre 1983 et 2002 sur la Côte Basque est réalisée ; ces données ont été obtenues auprès de Météo-France. L'objectif de cette analyse est :

- dans un premier temps, de définir la climatologie locale à partir des données enregistrées sur une période de 20 ans (pour les paramètres disposant de séries de données complètes) en deux stations de mesure (Biarritz et Socoa sur la commune d'Urrugne) ;
- dans un deuxième temps, de mettre en lumière des années spécifiques du point de vue des conditions météorologiques rencontrées.

Dans la première partie de l'étude, les données analysées sont : l'humidité de l'air, l'évapo-transpiration, les précipitations, la température de l'air, la pression atmosphérique et l'intensité du vent. Un traitement statistique de ces données permet de définir le régime climatologique moyen de la Côte Basque. On retrouve les principales caractéristiques d'un climat océanique tempéré ; certaines observations nous permettent de différencier Biarritz et Socoa, situé plus au sud et où le caractère océanique et tempéré est légèrement plus marqué. Une étude plus poussée, si l'on souhaite par exemple s'intéresser à une période donnée, nécessitera de travailler à partir de données quotidiennes (voire tri-horaires, notamment pour le vent) ; pour certains de ces paramètres, il est important que ces données quotidiennes soient des moyennes journalières synoptiques (c'est-à-dire calculées à partir de 8 observations quotidiennes).

Au cours de la seconde étape, des années caractéristiques ont été mises en lumière pour chacun des paramètres météorologiques analysés ; il s'agit d'années ou de périodes qui présentent des écarts significatifs (pour un ou plusieurs paramètres) avec le régime moyen défini dans la première partie de l'étude. Cette analyse met en évidence le caractère particulièrement variable à l'échelle pluriannuelle de certains paramètres tels que les précipitations ou le vent, tandis que le taux d'humidité de l'air ou la température moyenne présentent une stabilité beaucoup plus forte. Par ailleurs, c'est principalement en hiver et en automne que le climat est susceptible de s'écarter du régime moyen tandis que les conditions exceptionnelles sont beaucoup plus rares en été et au printemps. Le croisement ultérieur de ces observations avec les instabilités recensées par ailleurs sur la Côte Basque permettra d'établir d'éventuelles corrélations entre phénomènes.



## Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Régime météorologique caractéristique de la Côte Basque .....</b>	<b>10</b>
2.1. Données disponibles et traitement des données .....	10
2.1.1. Données disponibles .....	10
2.1.2. Démarche utilisée pour le traitement des données .....	13
2.2. Humidité .....	15
2.2.1. Humidité moyenne .....	15
2.2.2. Humidité minimale .....	17
2.3. Evapo-Transpiration (ETP) .....	19
2.4. Précipitations .....	19
2.5. Température .....	22
2.6. Pression atmosphérique .....	25
2.7. Intensité du vent.....	27
2.7.1. Vent moyen .....	27
2.7.2. Vent maximum .....	29
2.8. Conclusion .....	31
<b>3. Etude de la variabilité interannuelle du régime météorologique de la Côte Basque entre 1983 et 2002 .....</b>	<b>34</b>
3.1. Humidité.....	34
3.2. Evapo-Transpiration (ETP) .....	36
3.3. Précipitations .....	38
3.4. Température .....	41
3.5. Pression atmosphérique .....	45
3.6. Intensité du vent.....	48
3.6.1. Vent moyen .....	48
3.6.2. Vent maximum .....	52
3.7. Conclusion .....	53
<b>4. Conclusion .....</b>	<b>57</b>

## Liste des figures

Fig. 1 – Localisation des sites d'enregistrement des données météorologiques.....	10
Fig. 2 – Données brutes d'humidité moyenne, ETP, précipitations, température moyenne, pression atmosphérique et vent moyen enregistrées à Biarritz entre 1983 et 2002. ....	14
Fig. 3 – Caractéristiques du régime d'humidité moyenne à Biarritz établi d'après les données décennales enregistrées entre 1994 et 2002.....	16
Fig. 4 – Histogrammes saisonniers du taux d'humidité moyen à Biarritz établis d'après les données décennales enregistrées entre 1994 et 2002. ....	16
Fig. 5 – Caractéristiques du régime d'humidité minimum à Biarritz et Socoa établi d'après les données décennales enregistrées entre 1992 et 2002. ....	18
Fig. 6 – Histogrammes saisonniers du taux d'humidité minimum à Biarritz et Socoa établis d'après les données décennales enregistrées entre 1992 et 2002. ....	18
Fig. 7 – Caractéristiques du régime d'ETP à Biarritz établi d'après les données décennales enregistrées entre 1990 et 2002. ....	20
Fig. 8 – Histogrammes saisonniers de l'ETP à Biarritz établis d'après les données décennales enregistrées entre 1990 et 2002. ....	20
Fig. 9 – Caractéristiques du régime de précipitations à Biarritz et Socoa établi d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002. ....	21
Fig. 10 – Histogrammes saisonniers des précipitations à Biarritz et Socoa établis d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002. ....	21
Fig. 11 – Caractéristiques du régime de température moyenne à Biarritz et Socoa établi d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002.....	23
Fig. 12 – Histogrammes saisonniers de la température moyenne à Biarritz et Socoa établis d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002. ....	23
Fig. 13 – Caractéristiques du régime de température minimale et maximale à Biarritz et Socoa établi d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002.	24
Fig. 14 – Caractéristiques du régime de pression atmosphérique à Biarritz et Socoa établi d'après les données décennales enregistrées entre 1990 (1992 pour Socoa) et 2002.....	26
Fig. 15 – Histogrammes saisonniers de la pression atmosphérique à Biarritz et Socoa établis d'après les données décennales enregistrées entre 1990 (1992 pour Socoa) et 2002.....	26
Fig. 16 – Caractéristiques du régime de vent moyen à Biarritz et Socoa établi d'après les données décennales enregistrées entre 1986 (1991 pour Socoa) et 2002.	28
Fig. 17 – Histogrammes saisonniers du vent moyen à Biarritz et Socoa établis d'après les données décennales enregistrées entre 1986 (1991 pour Socoa) et 2002.	28
Fig. 18 – Caractéristiques du régime de vent maximum à Biarritz et Socoa établi d'après les données décennales enregistrées entre 1983 (1986 pour Socoa) et 2002. ....	30

Fig. 19 – Histogrammes saisonniers du vent maximum à Biarritz et Socoa établis d'après les données décennales enregistrées entre 1983 (1986 pour Socoa) et 2002. ....	30
Fig. 20 – Comparaison des caractéristiques de l'humidité moyenne à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1994 et 2002. ....	35
Fig. 21 – Comparaison des caractéristiques de l'ETP à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1990 et 2002. ....	37
Fig. 22 – Comparaison des caractéristiques des précipitations à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002. ....	39
Fig. 23 – Comparaison des caractéristiques des précipitations à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Socoa d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002. ....	40
Fig. 24 – Comparaison des caractéristiques de la température moyenne à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002. ....	43
Fig. 25 – Comparaison des caractéristiques de la température moyenne à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Socoa d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002. ....	44
Fig. 26 – Comparaison des caractéristiques de la pression atmosphérique à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1990 et 2002. ....	46
Fig. 27 – Comparaison des caractéristiques de la pression atmosphérique à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Socoa d'après les données décennales enregistrées entre 1992 et 2002. ....	47
Fig. 28 – Comparaison des caractéristiques du vent moyen à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1986 et 2002. ....	50
Fig. 29 – Comparaison des caractéristiques du vent moyen à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Socoa d'après les données décennales enregistrées entre 1991 et 2002. ....	51
Fig. 30 – Comparaison des caractéristiques du vent maximum à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002. ....	54
Fig. 31 – Comparaison des caractéristiques du vent maximum à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Socoa d'après les données décennales enregistrées entre 1986 et 2002. ....	55

## Liste des tables

Tab. 1 – Données météorologiques disponibles (la période sur laquelle est réalisée l'analyse des données est indiquée en gras).....	11
Tab. 2 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) du taux d'humidité moyen et le régime pluriannuel (1994 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs).....	36
Tab. 3 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) d'ETP et le régime pluriannuel (1990 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs).....	38
Tab. 4 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) des précipitations et le régime pluriannuel (1983 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs).....	41
Tab. 5 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) de la température moyenne et le régime pluriannuel (1983 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs ; S ou B indiquent des phénomènes surtout observés sur l'un des sites de Socoa ou Biarritz).....	45
Tab. 6 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) de la pression atmosphérique et le régime pluriannuel (1990 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs).....	48
Tab. 7 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) du vent moyen et le régime pluriannuel (1986 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs ; S ou B indiquent des phénomènes surtout observés sur l'un des sites de Socoa ou Biarritz).....	52
Tab. 8 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) du vent maximum et le régime pluriannuel (1983 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs ; S ou B indiquent des phénomènes surtout observés sur l'un des sites de Socoa ou Biarritz).....	56

## **1. Introduction**

Dans le cadre des missions de service public qui lui ont été confiées, le Service Géologique Régional Aquitaine du BRGM réalise une étude sur l'érosion de la Côte Basque qui s'intègre dans le Contrat de Plan Etat-Région 2001-2006 et fait partie des travaux menés par l'Observatoire de la Côte Aquitaine.

Ce programme est cofinancé par l'Etat, le Conseil Régional d'Aquitaine, le Conseil Général des Pyrénées-Atlantiques et le BRGM.

La première phase de l'étude de l'érosion de la côte rocheuse basque, qui se déroule de 2001 à 2004, a pour objectifs principaux de caractériser les instabilités de la côte du point de vue géologique et géotechnique.

L'objectif final de l'étude de l'érosion de la Côte Basque est de mettre à disposition des acteurs de ce littoral, un outil d'aide à la décision et à la gestion de ce milieu face à son évolution géomorphologique constante. Pour cela, l'ensemble des données acquises est assemblé dans des bases de données ainsi que dans un Système d'Informations Géographiques.

Dans un premier temps, le régime climatologique moyen caractérisant la Côte Basque est décrit. Ce régime est défini par l'analyse statistique de données enregistrées par Météo-France en deux stations de mesure, Biarritz et Socoa (sur la commune d'Urrugne) au cours de la période 1983 –2002. Les données traitées sont l'humidité, l'évapo-transpiration, les précipitations, la température de l'air, la pression atmosphérique et l'intensité du vent et il s'agit de données décennales.

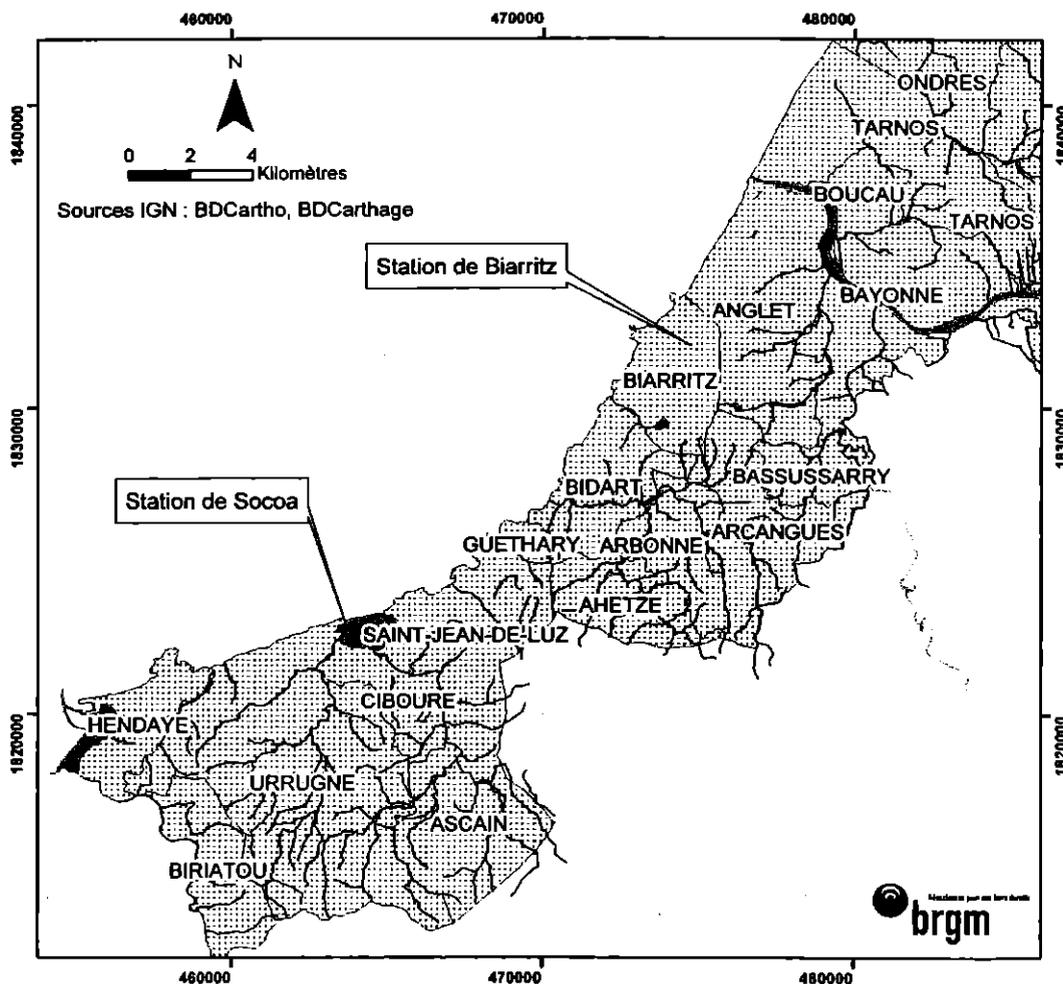
A partir du régime moyen ainsi décrit, une analyse complémentaire s'attache à mettre en évidence les « événements météorologiques » c'est-à-dire les années ou les périodes présentant des singularités par rapport au régime caractéristique de la Côte Basque. Pour cela, la climatologie moyenne, annuelle et saisonnière, est calculée pour chacune des années de la période d'étude. Les caractéristiques de chaque année sont ensuite comparées au régime moyen établi à partir de données pluriannuelles (sur une période de 20 ans pour les paramètres disposant de séries temporelles complètes).

## 2. Régime météorologique caractéristique de la Côte Basque

### 2.1. DONNEES DISPONIBLES ET TRAITEMENT DES DONNEES

#### 2.1.1. Données disponibles

Cette étude bénéficie de données décadaires recueillies par Météo-France en deux stations météorologiques : Biarritz et Socoa (fig. 1). Les données les plus anciennes datent de 1983 et les séries de mesures sont disponibles jusqu'à 2002. Dans la première phase de l'étude, la totalité des données météorologiques disponibles a été analysée afin de définir un régime climatologique local caractéristique.



**Fig. 1 – Localisation des sites d'enregistrement des données météorologiques.**

En fonction des paramètres et des sites, le suivi systématique effectué par Météo-France a débuté à des époques différentes. Pour certains paramètres, les séries temporelles présentent par ailleurs de trop nombreuses données manquantes ; la période sur laquelle est réalisée l'analyse statistique des données est adaptée en

conséquence. Le tableau 1 présente, pour chaque paramètre fourni par Météo-France, les périodes de suivi correspondantes ; la fenêtre temporelle indiquée en gras est celle finalement retenue pour le traitement des données.

	BIARRITZ	SOCOA
Durée d'insolation	1991 et 1993 – 2002 mais avec de très nombreuses données manquantes	X
Humidité minimale	<b>1983 – 1984 et 1988 – 2002</b>	<b>1992 – 2002</b>
Humidité moyenne	1991 et 1993 mais avec de très nombreuses données manquantes <b>1994 – 2002</b>	X
Humidité maximale	1983 – 1984 et 1988 – 2002	1992 – 2002
Evapo-Transpiration (ETP)	1988 – 1989 mais avec de très nombreuses données manquantes <b>1990 – 2002</b> à l'exception de 1 décade en 1990, 1994, 1997, 1999 et 2001	X
Précipitations	<b>1983 – 2002</b>	<b>1983 – 2002</b>
Température minimum	<b>1983 – 2002</b>	<b>1983 – 2002</b>
Température maximum	<b>1983 – 2002</b>	<b>1983 – 2002</b>
Température moyenne	<b>1983 – 2002</b>	<b>1983 – 2002</b>
Pression atmosphérique	septembre 1988 à janvier 1989 <b>1990 – 2002</b>	<b>1992 – 2002</b> à l'exception d'1 décade en 1998
Vent maximum	<b>1983 – 2002</b> à l'exception de 1 décade en 1999	<b>1986 – 2002</b> à l'exception de 5 décades en 1998, 1 décade en 2001 et en 2002
Vent moyen	<b>1986 – 2002</b>	<b>1991 – 2002</b> à l'exception de 4 décades en 1998 et 1 décade en 2001

**Tab. 1 – Données météorologiques disponibles (la période sur laquelle est réalisée l'analyse des données est indiquée en gras).**

➤ Durée d'insolation – Il s'agit de la durée cumulée d'insolation durant la décade (exprimée en heures et minutes) ; elle est mesurée avec un héligraphe à fibre optique. Trois sous-paramètres sont fournis en fonction de la période d'insolation considérée : matin, après-midi, totale (cumul matin et après-midi). Ce paramètre n'est pas disponible à Socoa ; il a été recueilli épisodiquement à Biarritz depuis 1991 mais les données manquantes sont trop nombreuses pour effectuer un traitement statistique. La durée d'insolation n'a donc pas été traitée ici ; ce paramètre, dont l'importance est capitale pour les problématiques en lien avec la production primaire, ne revêt qu'une importance secondaire pour les problématiques en lien avec le milieu physique.

➤ Humidité – L'humidité de l'air est mesurée à l'aide de sondes VAISALA placées sous abri. Pour ce paramètre, exprimé en taux d'humidité (%), 3 données sont fournies par Météo-France :

- *humidité minimale* : il s'agit de la moyenne décadaire de l'humidité minimale journalière ;
- *humidité moyenne* : il s'agit de la moyenne décadaire des moyennes journalières calculées à partir de 8 observations synoptiques instantanées quotidiennes (à 0-3-6-9-12-15-18-21 heures) ;
- *humidité maximale* : il s'agit de la moyenne décadaire de l'humidité maximale journalière.

L'humidité maximale atteint systématiquement des valeurs proches de la saturation et son analyse n'a donc pas de sens pour la présente étude.

L'humidité moyenne est probablement le paramètre qui présente le plus d'intérêt : son acquisition débute à Biarritz en 1991 mais jusqu'en 1994, les séries temporelles sont trop incomplètes pour permettre une analyse. Les données ont donc été traitées sur une période de 9 ans comprise entre 1994 et 2002. La mesure de ce paramètre n'est pas effectuée à Socoa.

L'humidité minimale est disponible à Biarritz, pour les périodes 1983-1984 et 1988-2002, et à Socoa durant 11 ans (1992 – 2002). Ne disposant pas de données d'humidité moyenne à Socoa, l'humidité minimale a été traitée en complément à Biarritz et à Socoa.

➤ Evapo-transpiration (ETP) – Ce paramètre, mesuré en mm, correspond à la quantité d'eau évaporée ou transpirée à partir du sol ou par l'intermédiaire des végétaux durant une décade (à distinguer de l'évaporation à partir des étendues d'eau : lacs, cours d'eau ...). Les données d'ETP sont disponibles uniquement pour la station de Biarritz ; avant 1990, le suivi n'est pas suffisamment régulier pour effectuer des statistiques.

➤ Précipitations – Ce paramètre, défini comme la quantité totale (en mm de hauteur) de précipitations cumulées sur une décade, a été traité sur 20 ans (1983 – 2002) pour les deux sites d'étude. Il est mesuré avec un pluviomètre enregistreur et validé par l'observateur.

➤ Température – La température (exprimée en °C) est mesurée avec une sonde (fil de platine) sous abri. On dispose des températures décadaires minimale et maximale ainsi que de la température décadaire moyenne. Cette dernière est la moyenne sur 10 jours de la température moyenne quotidienne, calculée à partir des températures minimale et maximale quotidiennes et non de manière synoptique. L'évolution de la température moyenne intègre donc l'évolution des températures extrêmes et elle sera traitée en priorité ; elle est disponible sur 20

années (1983 – 2002) pour les deux sites. Les températures minimale et maximale durant la décade sont également disponibles pour les 20 ans d'étude ; elles ont été traitées de manière très succincte afin d'apporter un complément d'information à l'analyse des températures moyennes. L'étude de ces extremums pourra se faire ultérieurement en fonction de besoins précis et probablement sur des périodes ciblées.

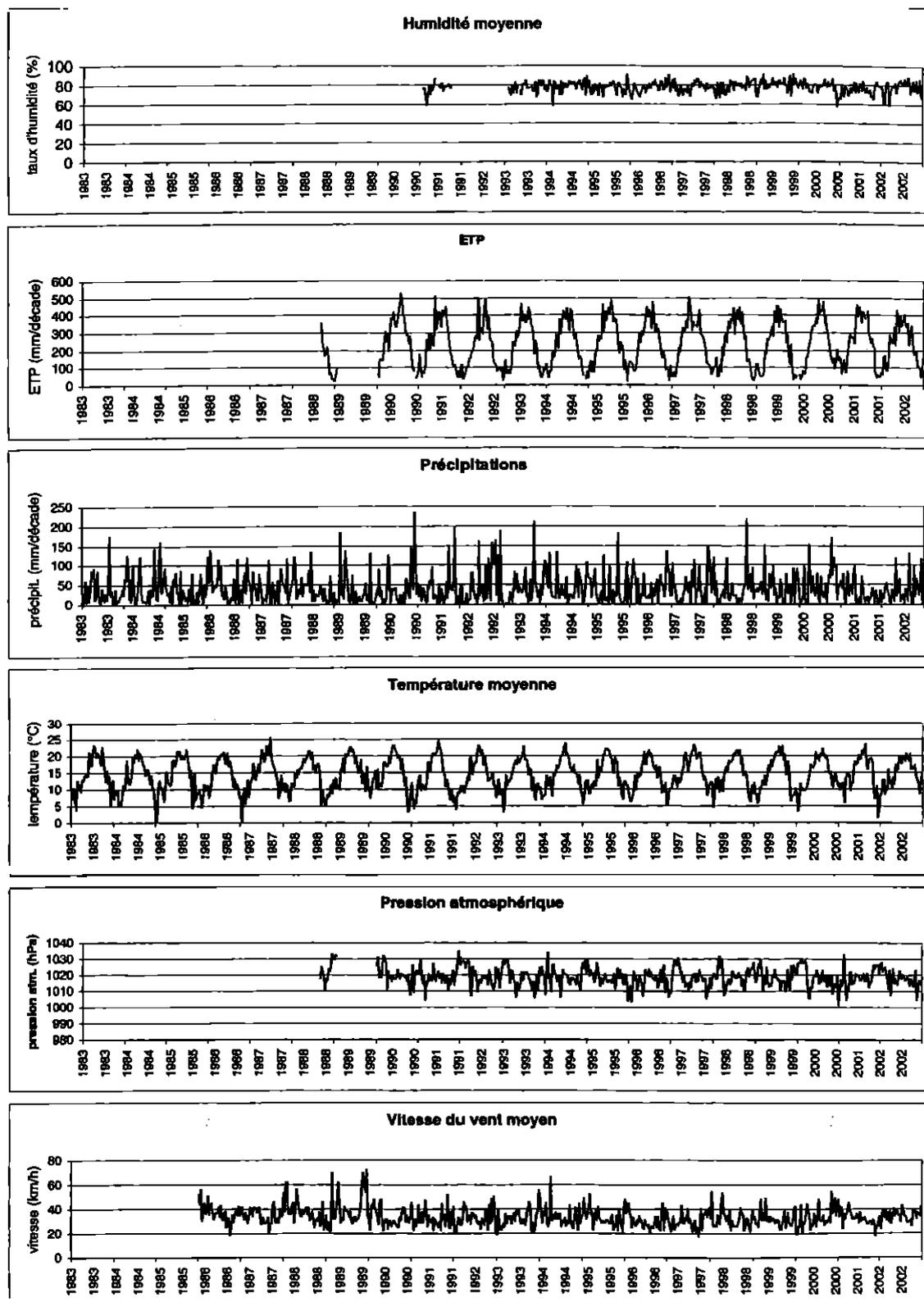
- **Pression atmosphérique** – Les données de pression atmosphérique ramenée au niveau de la mer (exprimée en hPa) sont disponibles de manière quasi-complète à partir de 1990 à Biarritz et de 1992 à Socoa. Les mesures sont réalisées à l'aide d'un baromètre électronique à fil vibrant. Les données décadaires sont les moyennes sur 10 jours des moyennes journalières calculées à partir de 8 observations synoptiques.
- **Vent** – A l'échelle de la décade, seules des informations relatives à l'intensité du vent (exprimée en km/h) sont significatives ; une information sur la direction du vent n'aurait pas de sens à cette échelle. Météo-France a fourni 4 paramètres dont certains ont un intérêt limité, du moins pour la définition d'un régime caractéristique (vent minimum moyen, vent maximum moyen) ; deux paramètres ont donc été retenus pour l'étude :
  - *vent maximum* : il s'agit de l'intensité maximum de vent enregistrée durant la décade (maximum absolu sur 10 jours) qui nous permet de caractériser les sites du point de vue des conditions de vent extrêmes rencontrées ;
  - *vent moyen* : il s'agit de la moyenne sur 10 jours de la moyenne quotidienne ; cette dernière est calculée à partir de 8 observations synoptiques (à 0-3-6-9-12-15-18-21 heures) au cours desquelles est mesuré le vent moyen sur 10 minutes.

A titre illustratif, la figure 2 présente quelques séries temporelles de données brutes fournies par Météo-France à Biarritz pour la période 1983 – 2002.

### 2.1.2. Démarche utilisée pour le traitement des données

A partir des données brutes fournies par Météo-France (fig.2), la démarche a été la suivante (on considère un paramètre dont l'acquisition décadaire a été réalisée durant la période 1983 – 2002) :

- établir un régime moyen pluriannuel :
  - *moyenne pluriannuelle* : c'est la moyenne de toutes les données disponibles et cela donne la valeur moyenne du paramètre entre 1983 – 2002 ;
  - *moyennes saisonnières pluriannuelles* : pour une saison donnée, il s'agit de la moyenne de toutes les données décadaires enregistrées durant cette saison entre 1983 et 2002 et donne donc une valeur moyenne du paramètre au cours de la saison considérée ;
  - *moyennes mensuelles pluriannuelles* : pour un mois donné, il s'agit de la moyenne de toutes les données décadaires enregistrées durant ce mois entre 1983 et 2002 et donne donc une valeur moyenne du paramètre au cours du mois considéré ;
  - *histogrammes saisonniers* : pour une saison donnée, toutes les données décadaires disponibles pour la période 1983 – 2002 sont réparties en « classes d'événements » (intervalles de valeur) et la fréquence à laquelle se produit chaque « classe d'événements » à l'échelle saisonnière est ensuite calculée.



**Fig. 2 – Données brutes d'humidité moyenne, ETP, précipitations, température moyenne, pression atmosphérique et vent moyen enregistrées à Biarritz entre 1983 et 2002.**

➤ établir des régimes moyens annuels :

- *moyennes annuelles et saisonnières* : pour chacune des années comprises entre 1983 et 2002, les moyennes au cours de l'année (moyenne globale et moyennes saisonnières) du paramètre considéré sont calculées et comparées au régime moyen pluriannuel établi précédemment ; on peut ainsi déterminer si l'année en question est proche de la « moyenne » et donc représentative du site ou si elle présente des spécificités et est donc « singulière ».

Les données ainsi obtenues sont utilisées dans la deuxième partie de l'étude (cf. chapitre 3).

## 2.2. HUMIDITE

### 2.2.1. Humidité moyenne

L'analyse de l'humidité moyenne a été réalisée pour le site de Biarritz sur une période de 9 ans comprise entre 1994 et 2002 à partir des données décennales. Ce paramètre est indisponible à Socoa.

Le taux d'humidité moyen à Biarritz est de 78 % (fig. 3). **L'humidité moyenne est à un niveau relativement stable au cours de l'année** puisque les moyennes mensuelles, calculées sur une période de 9 ans, varient entre 75 % en janvier et mars et 81 % en juillet et août ; on retrouve ainsi l'influence océanique, avec un **taux d'humidité de l'air relativement élevé** tout au long de l'année.

Bien que l'amplitude des variations du taux d'humidité moyen au cours de l'année soit peu importante, des caractéristiques saisonnières sont toutefois relevées (fig. 3) :

- **L'hiver et le printemps sont les saisons durant lesquelles l'air est le plus sec**, avec un taux d'humidité moyen qui est à son niveau minimal en hiver (76 %). A l'échelle pluriannuelle, **février apparaît comme un mois singulier** au sein du régime hivernal puisqu'il est caractérisé par une augmentation ponctuelle du taux d'humidité qui atteint un niveau proche de la moyenne annuelle alors qu'il reste à son niveau le plus bas en janvier et mars. Au printemps se met en place un régime de transition, avec une augmentation progressive du taux d'humidité entre avril et mai.
- **L'été est la saison où l'humidité de l'air est la plus importante (80 %)** ; alors que le taux d'humidité reste élevé en juillet et août (81 %), le mois de septembre présente déjà les caractéristiques du régime d'automne (78 %).
- **L'automne correspond à un régime proche de la moyenne annuelle** et amorce une transition vers le régime d'hiver.

**La variabilité intra-saisonnière est plus marquée en hiver et en automne qu'au printemps et en été** : les histogrammes font apparaître un taux d'humidité réparti suivant 5 classes d'événements en hiver et en automne tandis qu'il n'est réparti que suivant 3 classes d'événements au printemps (avec une classe nettement dominante : 65 % d'occurrence) et 2 classes dominantes en été (fig. 4). Cela signifie que les caractéristiques saisonnières établies précédemment sont très représentatives au printemps et en été tandis que le régime est plus instable en hiver et en automne.

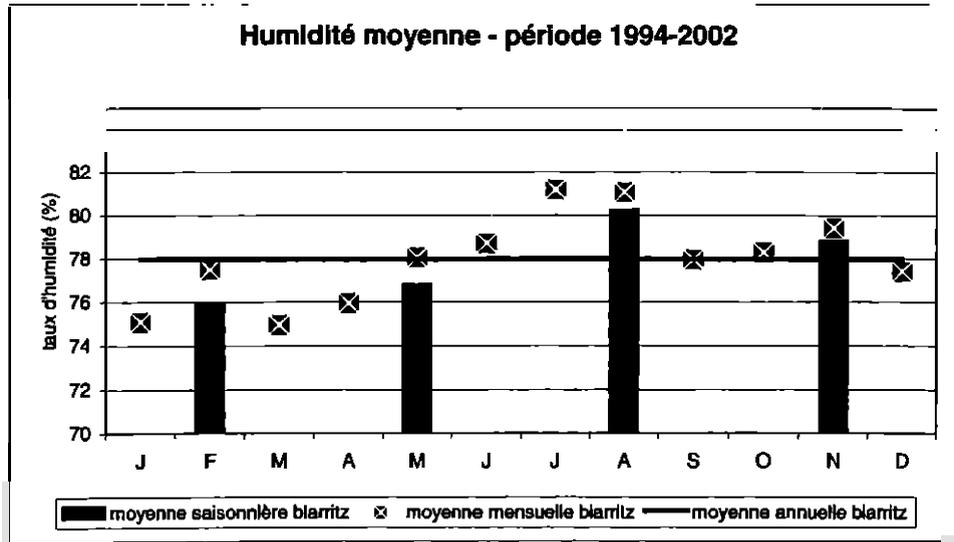


Fig. 3 – Caractéristiques du régime d'humidité moyenne à Biarritz établi d'après les données décennales enregistrées entre 1994 et 2002.

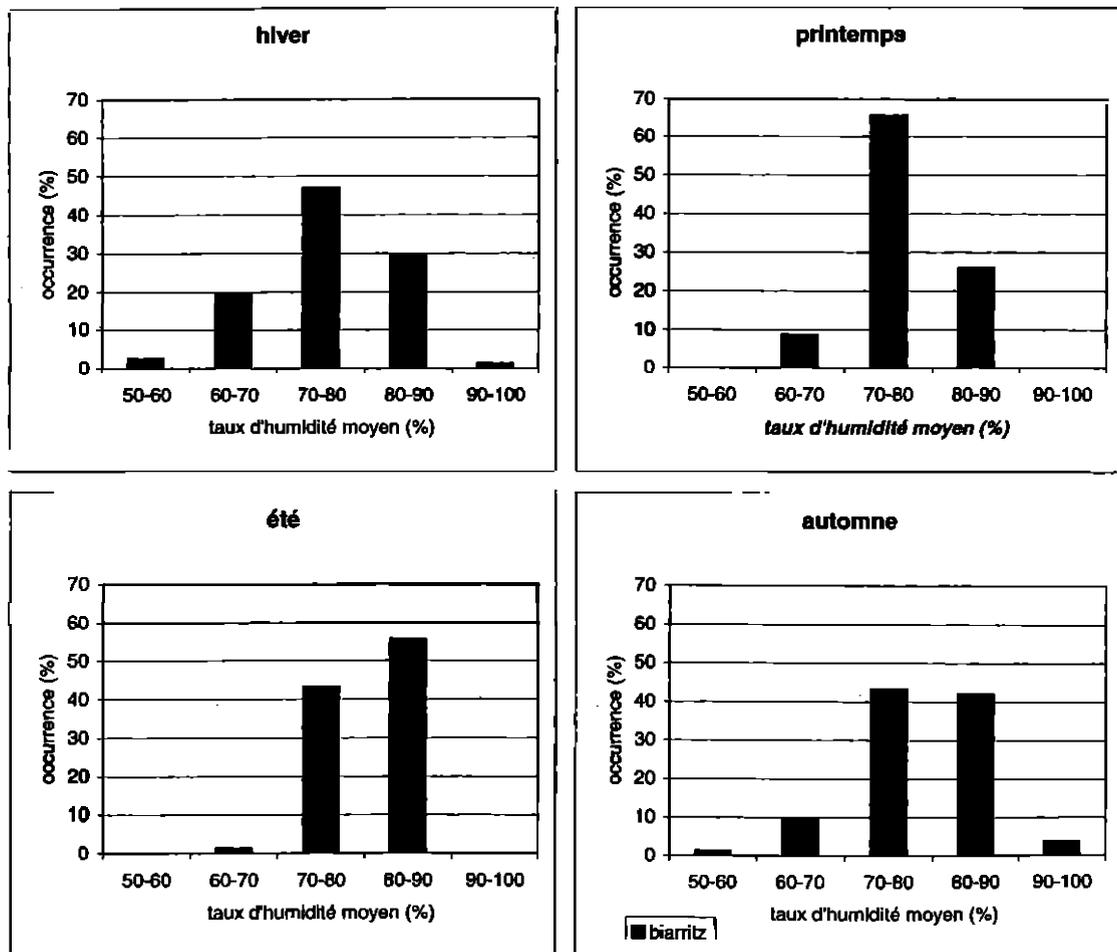


Fig. 4 – Histogrammes saisonniers du taux d'humidité moyen à Biarritz établis d'après les données décennales enregistrées entre 1994 et 2002.

### 2.2.2. Humidité minimale

En l'absence de données d'humidité moyenne pour le site de Socoa, les données d'humidité minimum ont été analysées de manière succincte. Ce paramètre n'apporte qu'une information partielle qu'il est difficile d'interpréter ; toutefois, il permet d'établir quelques éléments de comparaison entre les sites de Biarritz et de Socoa. Les données d'humidité minimale sont disponibles à Socoa pour la période 1992 – 2002. Afin d'analyser des données comparables, le régime d'humidité minimale est également calculé à Biarritz pour cette même période bien que des données antérieures soient disponibles.

A l'échelle annuelle, l'humidité minimale évolue d'un point de vue qualitatif de manière assez similaire à l'humidité moyenne et les principales remarques faites dans l'analyse précédente restent encore valables (fig. 5). L'information nouvelle qu'apporte l'étude de l'humidité minimale est l'existence d'écarts importants durant l'été entre les sites de Biarritz et de Socoa. **Socoa présente durant la saison estivale un caractère océanique plus marqué** avec un taux d'humidité minimale moyen de 46 % contre 41 % à Biarritz. En dehors des mois de juin, juillet et août durant lesquels le taux d'humidité minimum est supérieur à Socoa, les deux sites sont très proches.

A l'échelle saisonnière, les histogrammes réalisés pour Biarritz et Socoa présentent des allures très similaires en hiver et en automne (fig. 6). Quelques différences sont mises en évidence durant le printemps et l'été.

- au printemps : l'humidité minimum présente une plus forte variabilité à Socoa (distribution en « cloche ») qu'à Biarritz où l'on observe un pic de fréquence centré sur des taux d'humidité allant de 20 à 50 % ; cela traduit un **printemps plus contrasté à Socoa qu'à Biarritz où le taux d'humidité est plutôt stable** au printemps comme l'a montré l'étude de l'humidité moyenne.
- en été : la distribution des données décadaires à Socoa est très nettement décalée vers les classes élevées (courbe en mauve) en comparaison de la distribution obtenue pour les données de Biarritz (courbe en bleu) (fig. 6) ; cela traduit un niveau d'humidité supérieur à Socoa durant la période estivale comme l'ont montré les moyennes saisonnières (fig. 5).

Les données d'humidité minimale étant difficiles à interpréter, leur étude n'est pas menée plus loin. Leur traitement statistique a toutefois été réalisé (1983-1984 et 1988-2002 pour Biarritz ; 1992-2002 pour Socoa) ; les résultats obtenus sont disponibles et pourront donner lieu à des analyses spécifiques en fonction d'éventuels besoins ultérieurs.

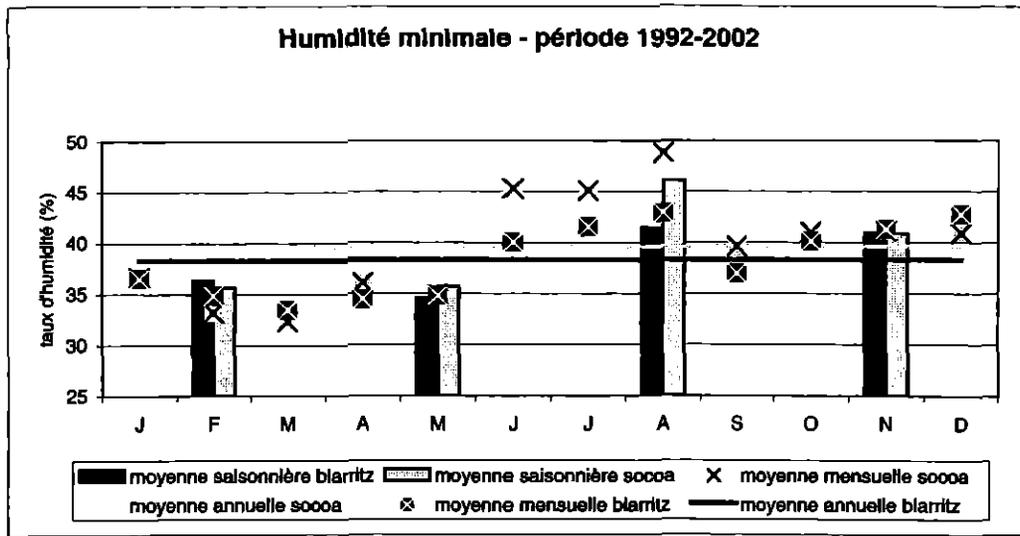


Fig. 5 – Caractéristiques du régime d'humidité minimum à Biarritz et Socoa établi d'après les données décennales enregistrées entre 1992 et 2002.

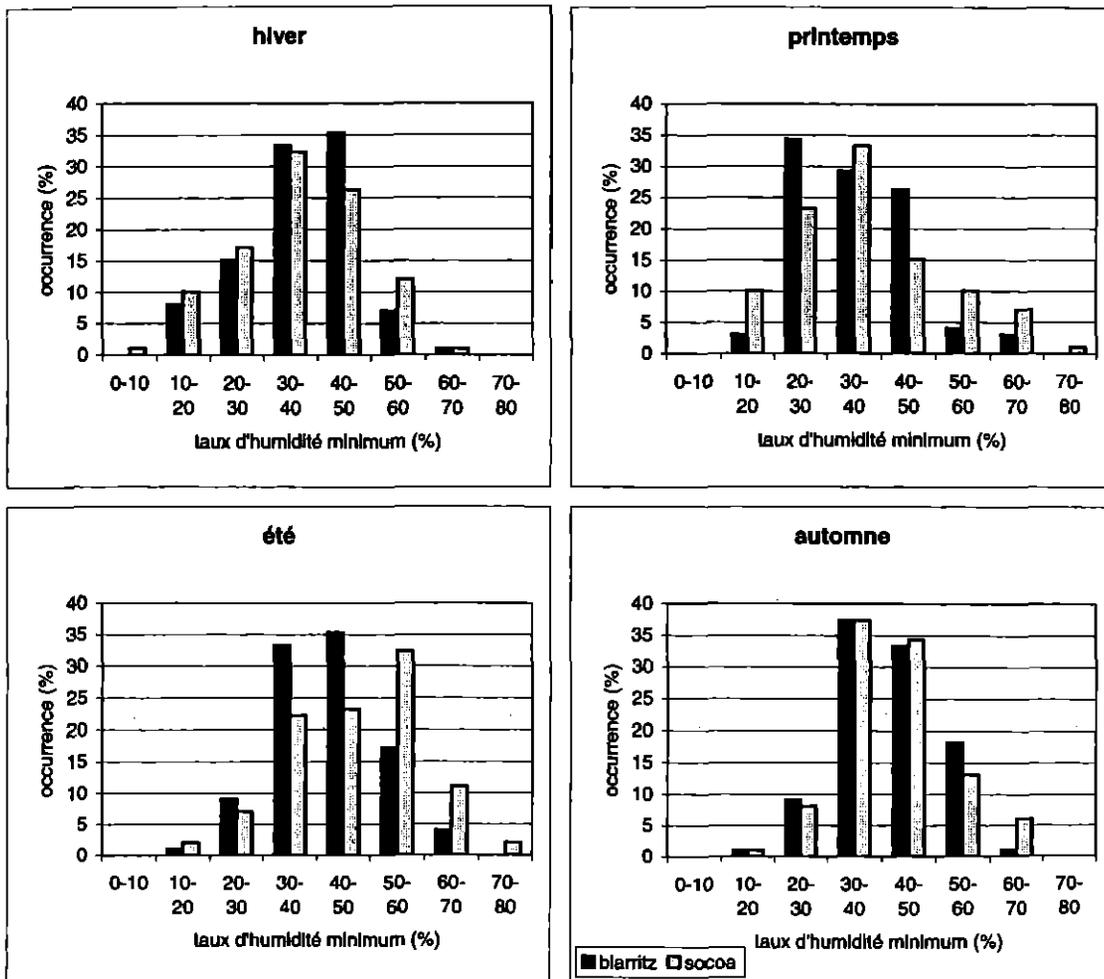


Fig. 6 – Histogrammes saisonniers du taux d'humidité minimum à Biarritz et Socoa établis d'après les données décennales enregistrées entre 1992 et 2002.

### 2.3. EVAPO-TRANSPIRATION (ETP)

Les données d'ETP n'ont pas été enregistrées sur le site de Socoa. Ce paramètre est mesuré à Biarritz depuis 1988 mais de nombreuses données manquantes ne nous permettent pas d'inclure les deux premières années de suivi (1988 et 1989) à l'analyse. Le régime caractéristique du site de Biarritz est donc calculé à partir de données décennales obtenues durant 13 ans, entre 1990 et 2002.

A Biarritz, l'ETP moyenne est de 236 mm par période de 10 jours (fig. 7). L'intensité de l'Evapo-Transpiration est en partie liée à l'insolation et il est donc normal que ce paramètre ait une **amplitude de variation importante** : il est relativement **faible en hiver et en automne** (respectivement 114 et 134 mm/décade) tandis qu'il **augmente au printemps** (327 mm/décade) et **surtout en été** (369 mm/décade) (fig. 7). La courbe d'ETP mensuelle moyenne montre bien une **évolution régulière au cours de l'année** : augmentation progressive entre décembre (77 mm/décade) et juillet (405 mm/décade) puis diminution régulière en fin d'été et à l'automne. Les histogrammes saisonniers mettent clairement en évidence cette variabilité saisonnière avec un « pic de fréquence » qui oscille entre les faibles valeurs d'ETP en hiver et les hautes valeurs d'ETP en été (fig. 8). **A l'échelle saisonnière, l'ETP est un paramètre qui présente une stabilité importante** comme le montre la faible dispersion des histogrammes sur lesquels les événements sont généralement concentrés autour de 2 classes d'événements nettement dominantes (fig. 8).

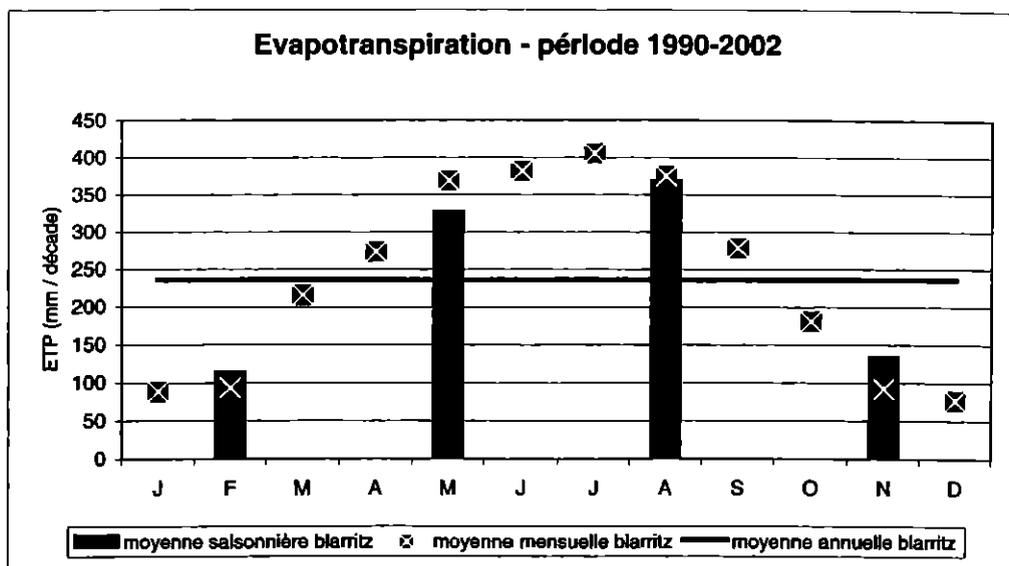
### 2.4. PRECIPITATIONS

Le niveau de précipitations a été mesuré à Biarritz et à Socoa pour l'intégralité de la période 1983 – 2002. Les données décennales fournies par Météo-France ont donc été traitées afin d'obtenir des données moyennes sur 20 ans.

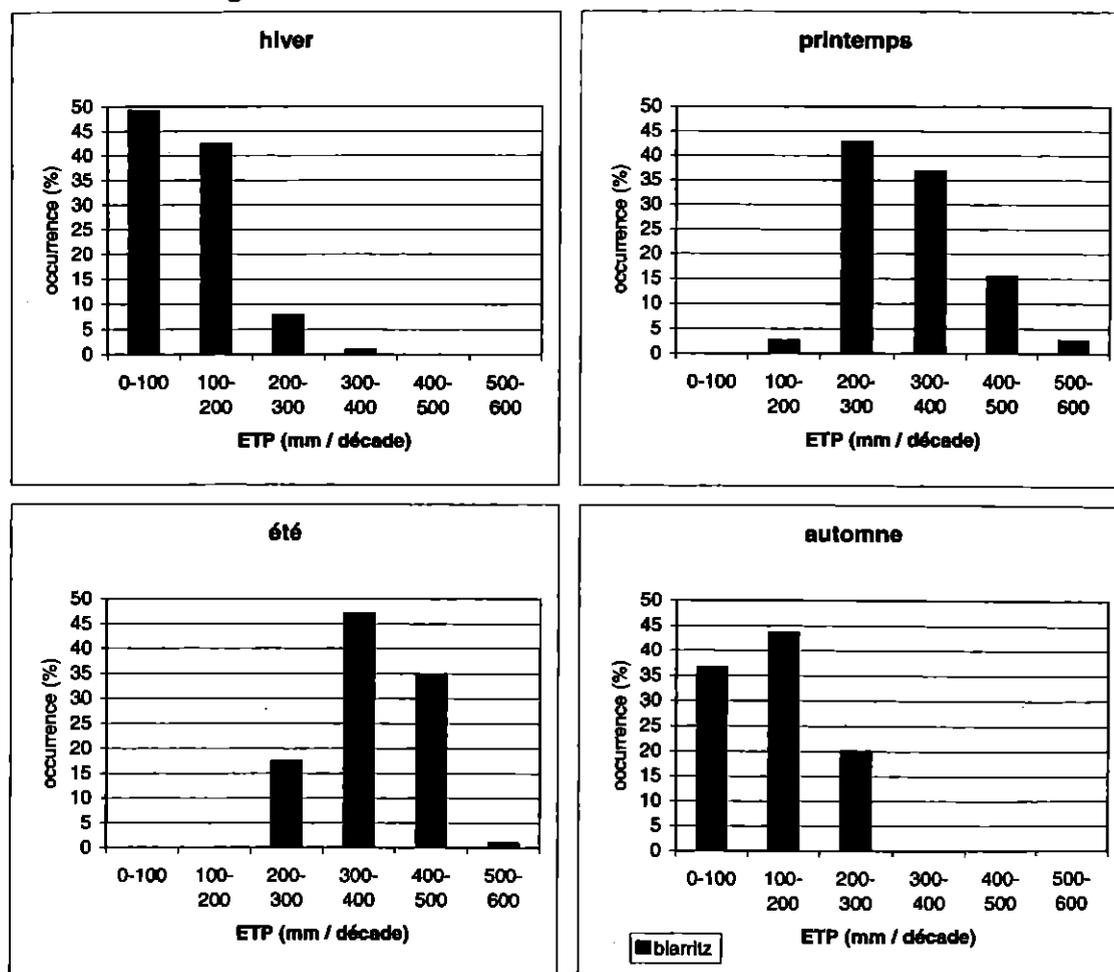
Les précipitations représentent en moyenne 40 mm de pluie par décade à Biarritz et 42 mm/décade à Socoa ; cela revient à une pluviométrie annuelle de l'ordre de 1454 mm à Biarritz et 1494 mm à Socoa. On constate que **la pluviométrie est assez importante ; l'automne est la saison la plus pluvieuse** (moyenne de 52 mm/décade, soit 156 mm/mois) et **l'été est la saison la plus sèche** (moyenne de 28-29 mm/décade, soit 84-87 mm/mois) (fig. 9). L'hiver et le printemps présentent une pluviométrie assez semblable (respectivement 39 et 43 mm/décade à Biarritz et 41 et 43 mm/décade à Socoa), bien que les précipitations soient en moyenne un peu plus importantes au printemps. **Novembre et avril sont les mois les plus pluvieux. Le mois d'avril semble assez singulier** puisqu'il ressort, sur des statistiques réalisées sur 20 ans, comme très pluvieux (2<sup>ème</sup> mois le plus pluvieux de l'année) alors qu'il se trouve au sein d'une période (janvier à mai) où la pluviométrie reste modérée (50 à 51 mm de pluie / décade en moyenne en avril alors que la moyenne au printemps est de 43 mm/décade).

**A Socoa, les précipitations sont en moyenne légèrement plus importantes qu'à Biarritz ; cet écart est surtout sensible pendant les 3 mois d'hiver** (fig. 9 et 10).

Alors que **l'été est la saison qui présente le moins de variabilité**, avec un niveau de précipitations qui demeure bas (82 % des décades sont caractérisées par une pluviométrie inférieure à 50 mm), **l'automne est la saison où la pluviométrie est la plus variable** avec des événements mieux répartis sur l'histogramme saisonnier (fig. 10).



**Fig. 7 – Caractéristiques du régime d'ETP à Biarritz établi d'après les données décennales enregistrées entre 1990 et 2002.**



**Fig. 8 – Histogrammes saisonniers de l'ETP à Biarritz établis d'après les données décennales enregistrées entre 1990 et 2002.**

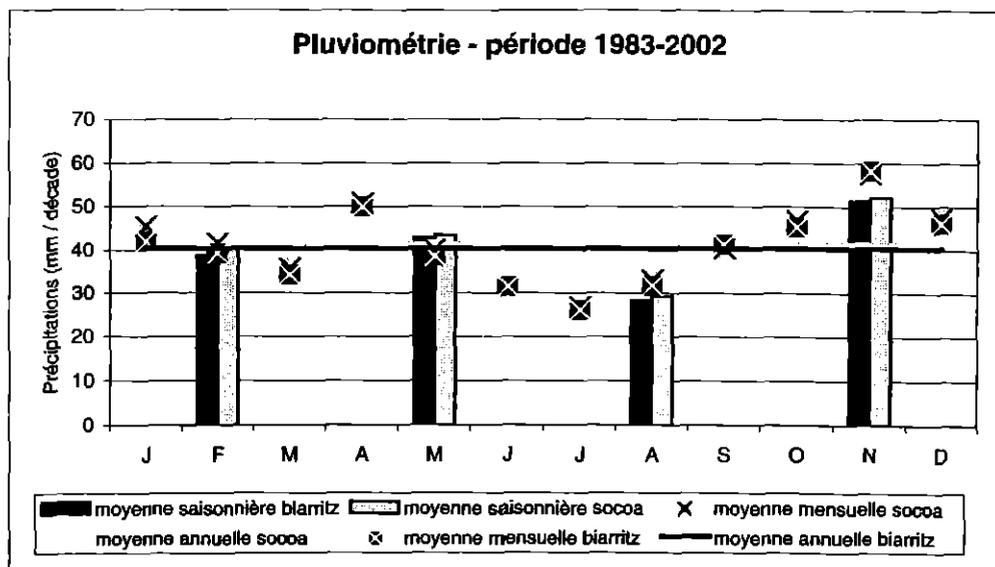


Fig. 9 – Caractéristiques du régime de précipitations à Biarritz et Socoa établi d'après les données décadaires enregistrées entre 1983 et 2002.

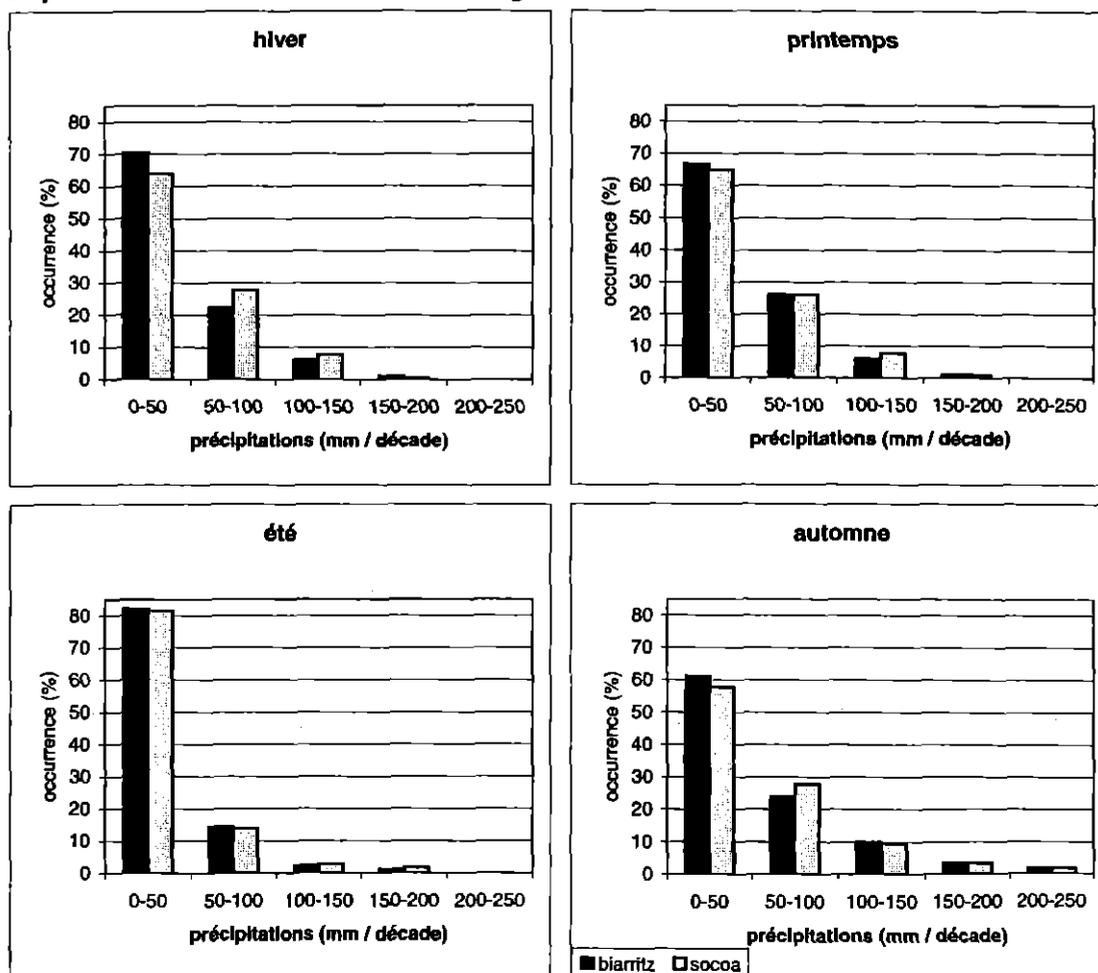


Fig. 10 – Histogrammes saisonniers des précipitations à Biarritz et Socoa établis d'après les données décadaires enregistrées entre 1983 et 2002.

Durant la période d'étude, la pluviométrie extrême a été enregistrée :

- du 20 au 30 novembre 1990 à Biarritz (234.1 mm durant la décade, soit en moyenne 23.4 mm / jour c'est-à-dire presque 6 fois la pluviométrie moyenne ; 165 mm/décade à Socoa à la même période) ;
- du 1<sup>er</sup> au 10 octobre 1998 à Socoa (244.4 mm durant la décade, soit en moyenne 24.4 mm/jour c'est-à-dire presque 6 fois la pluviométrie moyenne ; 218 mm/décade à Biarritz à la même période).

Il faut garder en mémoire qu'il s'agit de données décadaires ; les forts épisodes de pluie étant souvent épisodiques, la pluviométrie quotidienne déduite des données décadaires pour ces épisodes extrêmes est très certainement sous-estimée.

## 2.5. TEMPERATURE

On dispose de séries de mesures décadaires enregistrées à Biarritz et à Socoa durant toute la période comprise entre 1983 et 2002. L'étude du régime moyen est donc effectuée pour les deux sites et sur une période de 20 ans à partir des températures moyennes (moyennes décadaires des moyennes journalières calculées à partir des températures maximale et minimale). L'analyse des données de température minimale et maximale permet d'apporter un complément d'information.

On retrouve sur les deux sites les caractéristiques d'une région océanique tempérée (fig. 11) :

- un **climat peu rigoureux**, avec en particulier un hiver doux : les moyennes saisonnières varient ainsi entre 9-10°C en hiver et 20°C en été ; il en résulte une température moyenne annuelle relativement élevée (comprise entre 14 et 15°C) ;
- une **amplitude thermique annuelle modérée** : en moyenne mensuelle, un écart de 12.5°C à Biarritz et 11.7°C à Socoa est observé entre les températures des mois de janvier (mois le plus froid) et d'août (mois le plus chaud).

A l'échelle des 20 années de données, le caractère modéré du climat régional apparaît clairement. On voit en effet peu d'épisodes extrêmes et lorsqu'ils se produisent, leur intensité reste modérée : les températures extrêmes enregistrées en moyenne décadaire (données de température minimale et maximale) sont de -12.7 et -10.8°C pour la période du 10 au 20 janvier 1985 (respectivement à Biarritz et à Socoa) et de 37 et 37.4°C du 10 au 20 juin 1998. Il faut noter que le minimum décadaire enregistré en 1985 apparaît comme très exceptionnel. A l'inverse, les maxima décadaires de l'ordre de 37°C (comme celui enregistré en 1998) sont observés à plusieurs reprises au cours de la période 1983 – 2002, même s'ils restent peu fréquents ; la singularité de l'épisode de chaleur de 1998 tient donc surtout au fait qu'il se déroule à la fin du printemps.

Entre des **hivers doux** (globalement 5 à 15°C) et des **étés chauds mais non caniculaires** (globalement 15 à 25°C), **l'automne et le printemps jouent complètement leur rôle de périodes de transition** (fig. 11). Ces deux saisons présentent, du point de vue des températures, peu de différences : respectivement 14.38 et 13.33°C en moyenne à Biarritz et 14.48 et 14.04°C à Socoa.

Une fois encore, la répartition des épisodes décadaires sur les histogrammes saisonniers montre que **l'automne est la saison où la variabilité climatique est la plus importante** alors que les 3 autres saisons présentent des caractéristiques plus stables (au moins 50 % d'occurrence pour la classe d'événements dominante) (fig. 12).

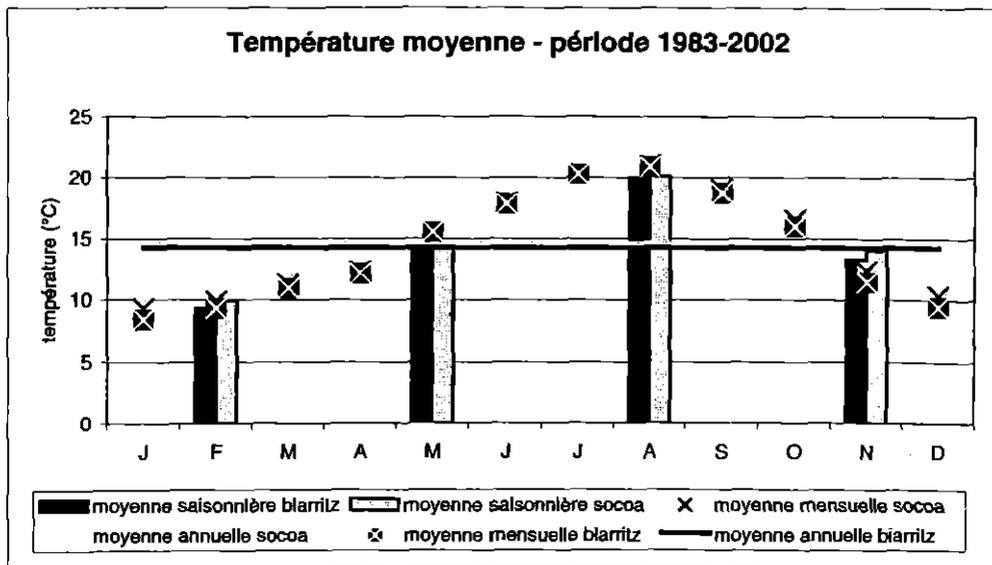


Fig. 11 - Caractéristiques du régime de température moyenne à Biarritz et Socoa établi d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002.

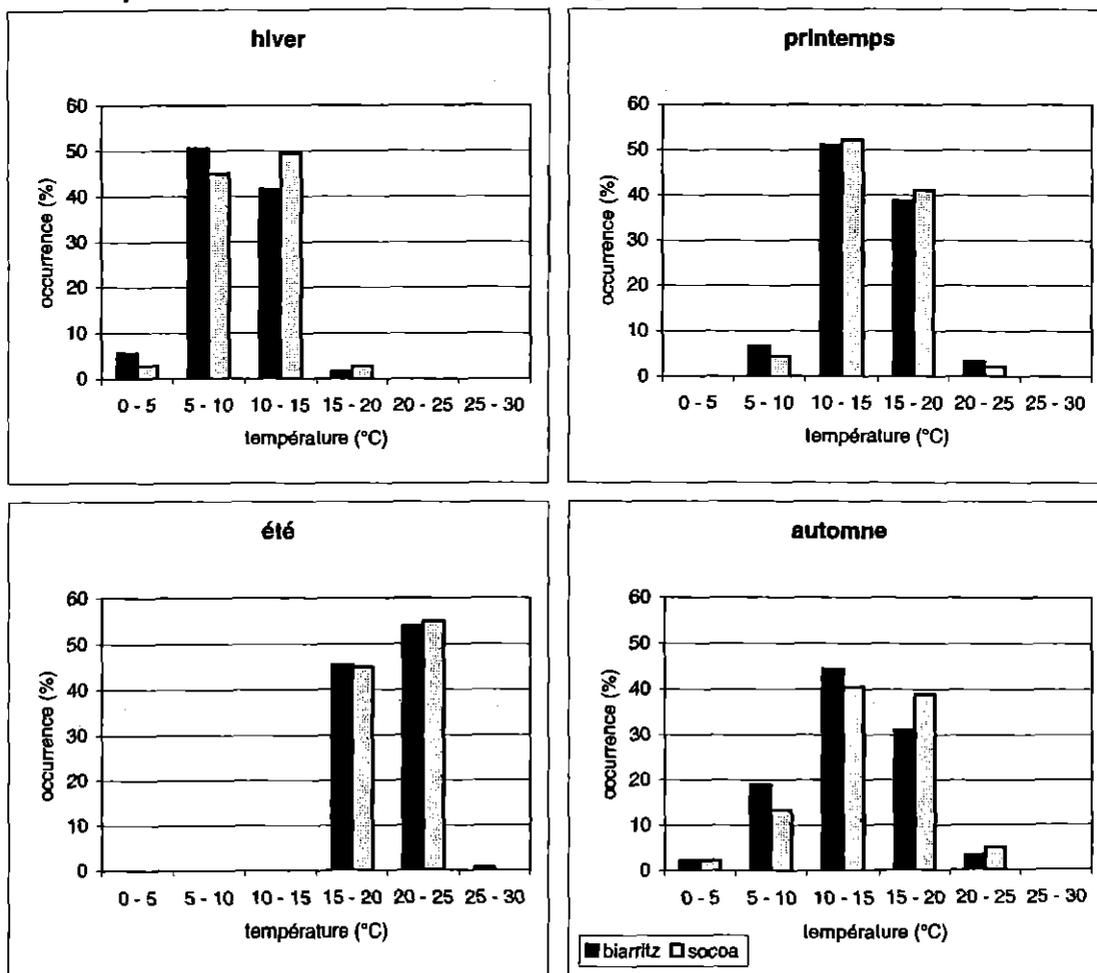


Fig. 12 - Histogrammes saisonniers de la température moyenne à Biarritz et Socoa établis d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002.

Les deux sites d'étude présentent des caractéristiques semblables ; on note toutefois qu'à Socoa, les températures sont globalement plus élevées qu'à Biarritz en hiver et en automne (écart entre les deux sites de 0.7°C environ pour la température décadaire moyenne) (fig. 11 et 12). Pour l'essentiel, ce sont les températures minimales qui sont à l'origine de ces écarts. En effet, les minima hivernaux et automnaux sont plus faibles à Biarritz qu'à Socoa ; c'est également vrai pour les températures maximales qui sont moins élevées à Biarritz de novembre à février mais les différences sont moins prononcées (fig. 13). En été, les minima enregistrés dans les deux stations sont du même ordre mais à l'inverse de la situation hivernale, Biarritz enregistre des températures maximales plus élevées que Socoa.

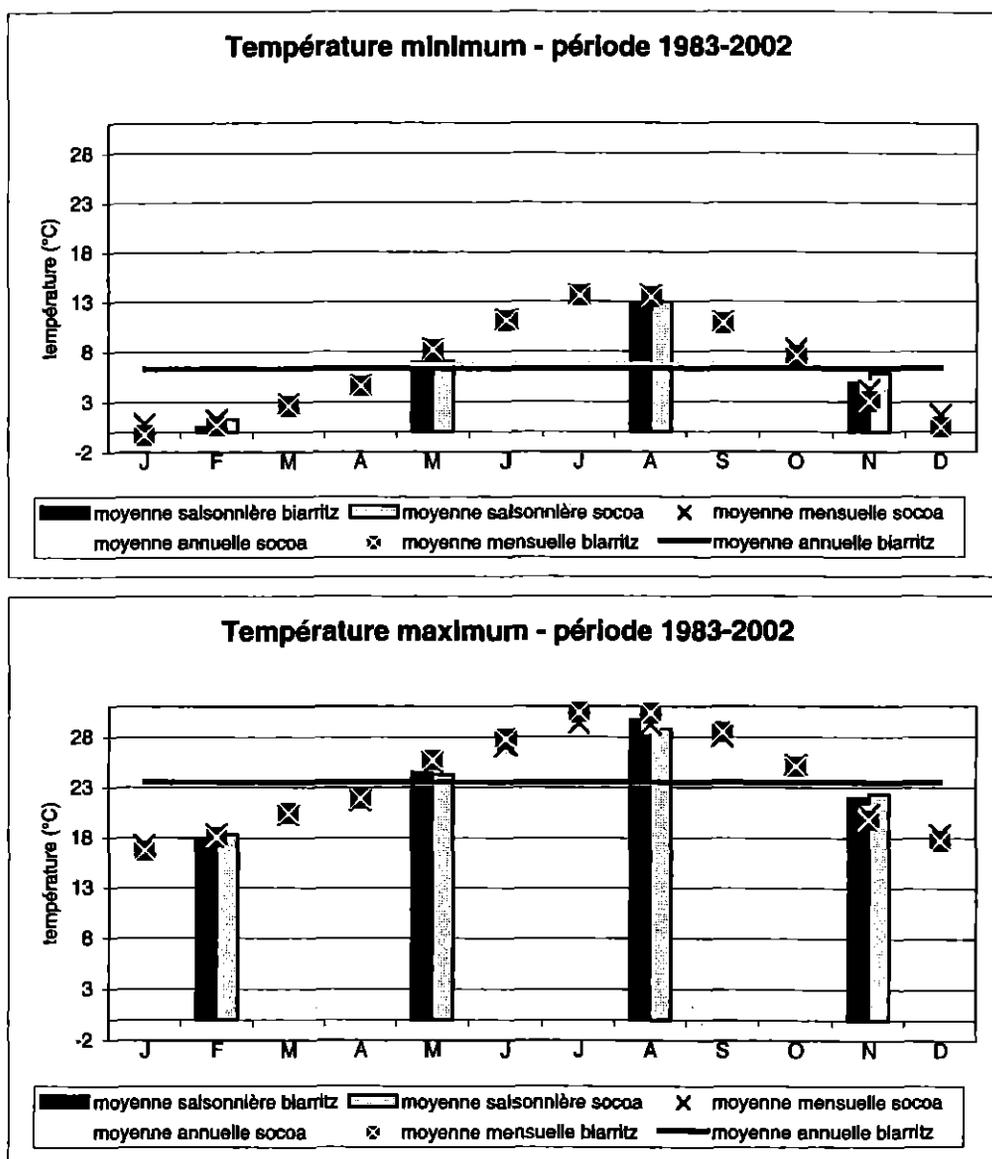


Fig. 13 – Caractéristiques du régime de température minimale et maximale à Biarritz et Socoa établi d'après les données décadales enregistrées entre 1983 et 2002.

## 2.6. PRESSION ATMOSPHERIQUE

Le régime caractéristique a été établi pour la pression atmosphérique à l'aide des données décennales enregistrées depuis 1990 pour Biarritz et 1992 pour Socoa et jusqu'en 2002.

La pression atmosphérique moyenne est de 1018 à 1019 hPa, légèrement supérieure à la pression atmosphérique normale (fig. 14). A l'échelle saisonnière, **la pression atmosphérique reste assez proche de son niveau moyen** (1017 hPa au printemps, 1018 hPa en été et en automne) **sauf en hiver où l'on observe les pressions atmosphériques les plus importantes** avec une pression moyenne de 1021 à 1022 hPa. Sur la période d'étude, les données décennales de pression atmosphérique varient entre 1001.6 et 1034.6 hPa, ce qui tend à montrer que **les sites sont peu exposés aux très fortes dépressions**.

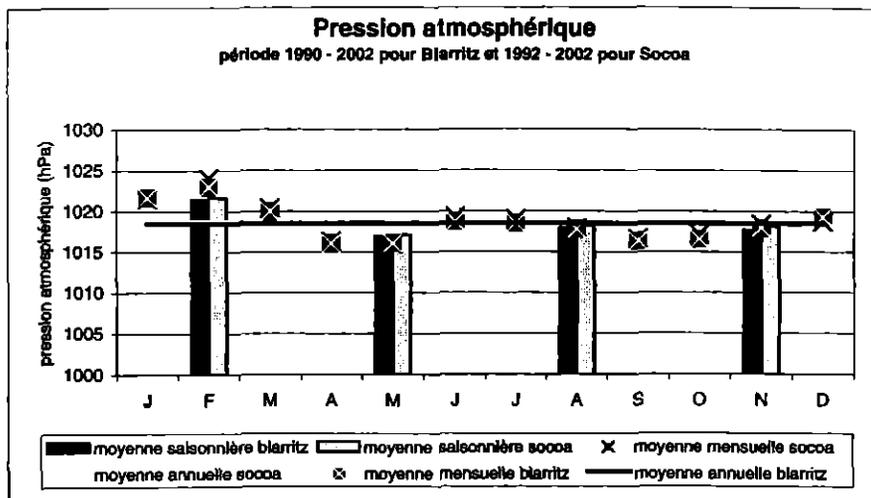
A l'échelle mensuelle, l'évolution de la pression atmosphérique moyenne fait apparaître quelques particularités (fig. 14) :

- en hiver, on note une **remontée des pressions en février** perceptible sur des moyennes réalisées sur 11 à 13 années d'observation, ce qui indique qu'il s'agit d'un phénomène récurrent ;
- alors qu'en avril et mai les pressions sont à 1016 hPa, c'est-à-dire leur **niveau minimal** (en moyennes décennales), les pressions remontent dès le mois de juin qui est plus proche du régime estival ;
- en été et en automne, saisons durant lesquelles le régime de pressions est proche de sa moyenne annuelle, l'évolution est régulière avec une diminution de la pression atmosphérique moyenne jusqu'en septembre (proche des niveaux minimaux mensuels : 1016-1017 hPa) et une remontée de la pression jusqu'en décembre.

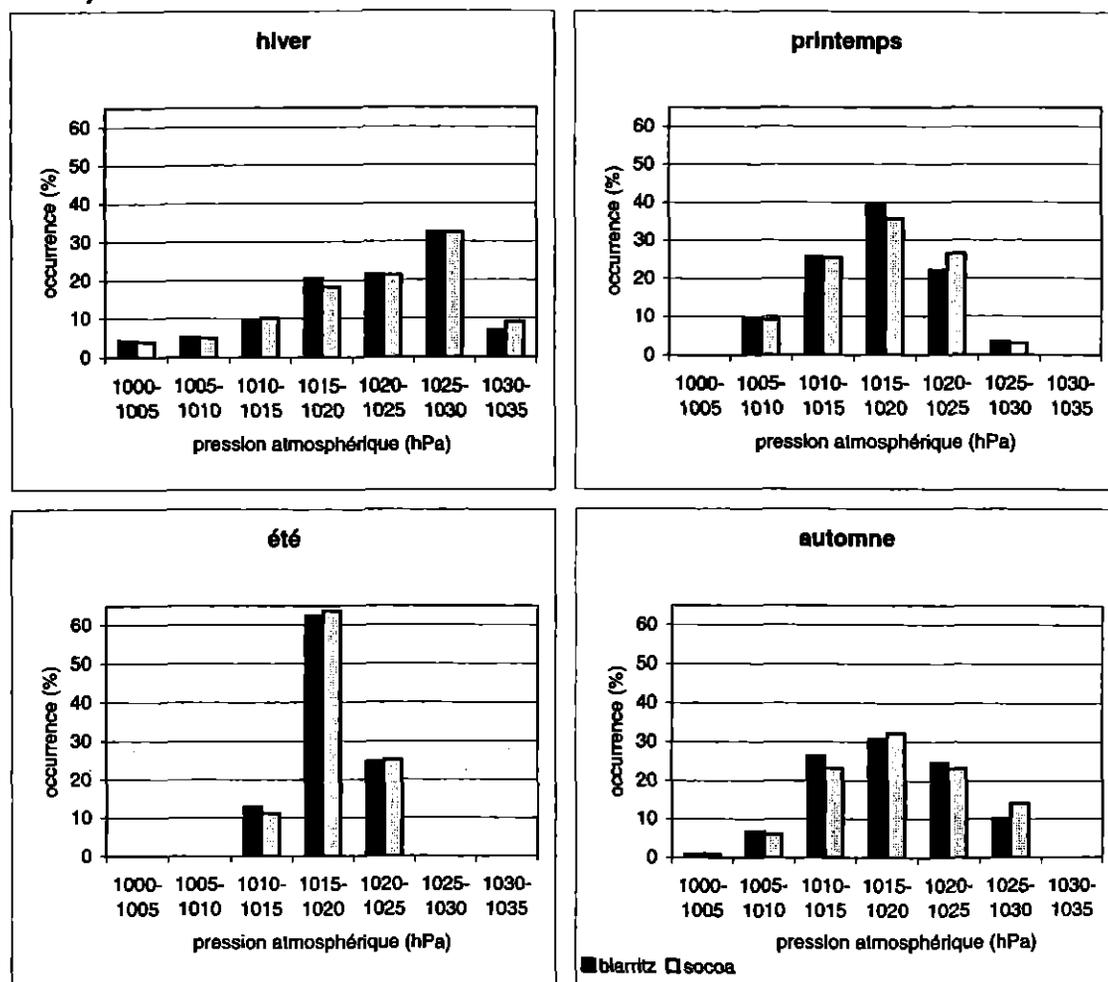
Les histogrammes saisonniers montrent que (fig. 15) :

- **l'hiver est caractérisé par des pressions atmosphériques décennales** globalement élevées (pic maximum pour la classe 1025-1030 hPa) mais **qui présentent une variabilité Intra-saisonnière importante** (distribution répartie suivant 7 classes d'événements) ; on note ainsi que sur les 13 années traitées (11 pour Socoa), les pressions atmosphériques décennales minimales (1001.6 hPa à Biarritz et 1001.8 hPa à Socoa) et maximales (1034.6 hPa à Biarritz et 1034.5 hPa à Socoa) sont enregistrées durant l'hiver (20 au 31 décembre 2000 pour les minima, 20 au 31 décembre 1991 pour le maximum à Biarritz et 20 au 31 janvier 1994 pour celui à Socoa) ;
- **l'été connaît très peu de variabilité** avec une distribution des pressions présentant un pic de fréquence indiquant que la pression atmosphérique demeure de manière assez constante entre 1015 et 1020 hPa (62 et 64 % des décades à Biarritz et Socoa) ;
- les régimes de printemps et d'automne sont intermédiaires avec une distribution « en cloche » centrée autour des pressions 1015 à 1020 hPa, c'est-à-dire proches de la pression atmosphérique normale.

D'une manière générale, **la pression atmosphérique est légèrement plus élevée à Socoa qu'à Biarritz, à l'exception du mois de décembre**. Il a été vérifié que la prise en compte des années 1990 et 1991 dans l'analyse des données à Biarritz (alors que ces 2 années ne sont pas disponibles pour Socoa) n'est pas à l'origine de ce phénomène ; il s'agit donc bien d'une caractéristique de ces 2 sites.



**Fig. 14 – Caractéristiques du régime de pression atmosphérique à Biarritz et Socoa établis d'après les données décennales enregistrées entre 1990 (1992 pour Socoa) et 2002.**



**Fig. 15 – Histogrammes saisonniers de la pression atmosphérique à Biarritz et Socoa établis d'après les données décennales enregistrées entre 1990 (1992 pour Socoa) et 2002.**

## 2.7. INTENSITE DU VENT

### 2.7.1. Vent moyen

Les moyennes décennales des moyennes synoptiques journalières sont traitées pour la période 1986 – 2002 pour Biarritz et 1991 – 2002 pour Socoa.

On note des écarts importants entre les moyennes calculées pour les deux sites qui montrent que **le site de Socoa est plus venté** (fig. 16). La différence entre les deux stations de mesures est significative : 33.6 km/h en moyenne annuelle à Biarritz et 42.7 km/h à Socoa. Cet écart n'est pas caractéristique d'une période de l'année mais il est observé sur toutes les moyennes mensuelles (écart minimum de 5.9 km/h en août, écart maximum de 13 km/h en novembre). On a vérifié que ces écarts ne sont pas un artefact lié au fait que les années 1986 à 1990 ne sont pas intégrées au calcul des moyennes à Socoa.

**Le régime des vents moyens ne présente pas de saisonnalité marquée** : les moyennes varient modérément, à Biarritz entre 30.8 km/h en été et 35.3 km/h au printemps et à Socoa entre 37.7 km/h en été et 44.8 km/h en hiver (fig. 16). On note tout de même que **l'été est la saison la moins ventée** tandis que l'automne, l'hiver et le printemps sont à des niveaux très proches, surtout à Socoa (44.3 km/h en automne, 44.8 km/h en hiver et 43.9 km/h au printemps). Cela apparaît sur les histogrammes saisonniers où l'on voit que toutes les distributions sont centrées autour de la même classe d'événements (30-40 km/h pour Biarritz, 40-50 km/h pour Socoa) à l'exception de l'été où le vent est plus faible (fig. 17).

A Biarritz, les moyennes mensuelles montrent une homogénéité des conditions de vent de novembre à juin, à l'exception d'avril qui apparaît comme le mois le plus venté à l'échelle des 17 années d'étude (38 km/h en moyenne mensuelle) ; l'intensité moyenne du vent diminue ensuite progressivement durant l'été (minimum de 29.7 km/h en août) puis augmente à l'approche de l'automne (fig. 16). A Socoa, le phénomène est le même (avec une amplitude des écarts par rapport à la moyenne légèrement plus importante) sauf en novembre et décembre où l'intensité des vents augmente de manière beaucoup plus significative qu'à Biarritz.

Les histogrammes saisonniers montrent que le site de **Socoa présente une variabilité plus forte des conditions de vent**, avec une distribution des événements plus « étalée » (fig. 17). **En hiver et en automne, cette variabilité est marquée à Socoa comme à Biarritz** (dans une moindre mesure). **Le printemps et l'été présentent plus de stabilité des conditions de vent au sein de la saison, particulièrement à Biarritz** (les vents de 30 à 40 km/h représentent 58.2 % des conditions de vent décennales rencontrées).

En complément, quelques informations sur la direction moyenne du vent ont été tirées des roses des vents fournies par Météo-France et déduites des données tri-horaires enregistrées entre 1983 et 2002 à Biarritz et 1986 et 2002 à Socoa.

- A Biarritz :

- Les vents faibles (intensité comprise entre 7.2 et 14.4 km/h) ont trois directions dominantes : le secteur est à sud-est (80 à 140°), le secteur ouest-sud-ouest (220 à 240°) et ouest (280°) ; la direction résultante pour ce type de vent est de 203°.

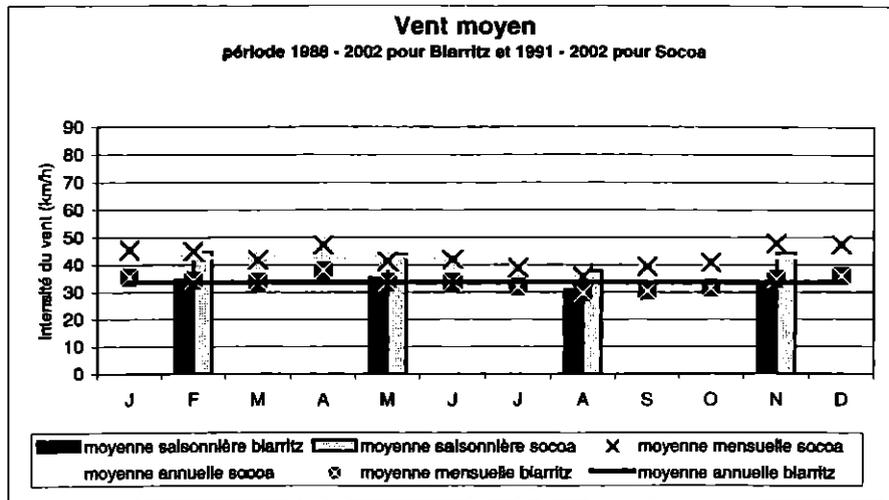


Fig. 16 – Caractéristiques du régime de vent moyen à Biarritz et Socoa établi d'après les données décennales enregistrées entre 1986 (1991 pour Socoa) et 2002.

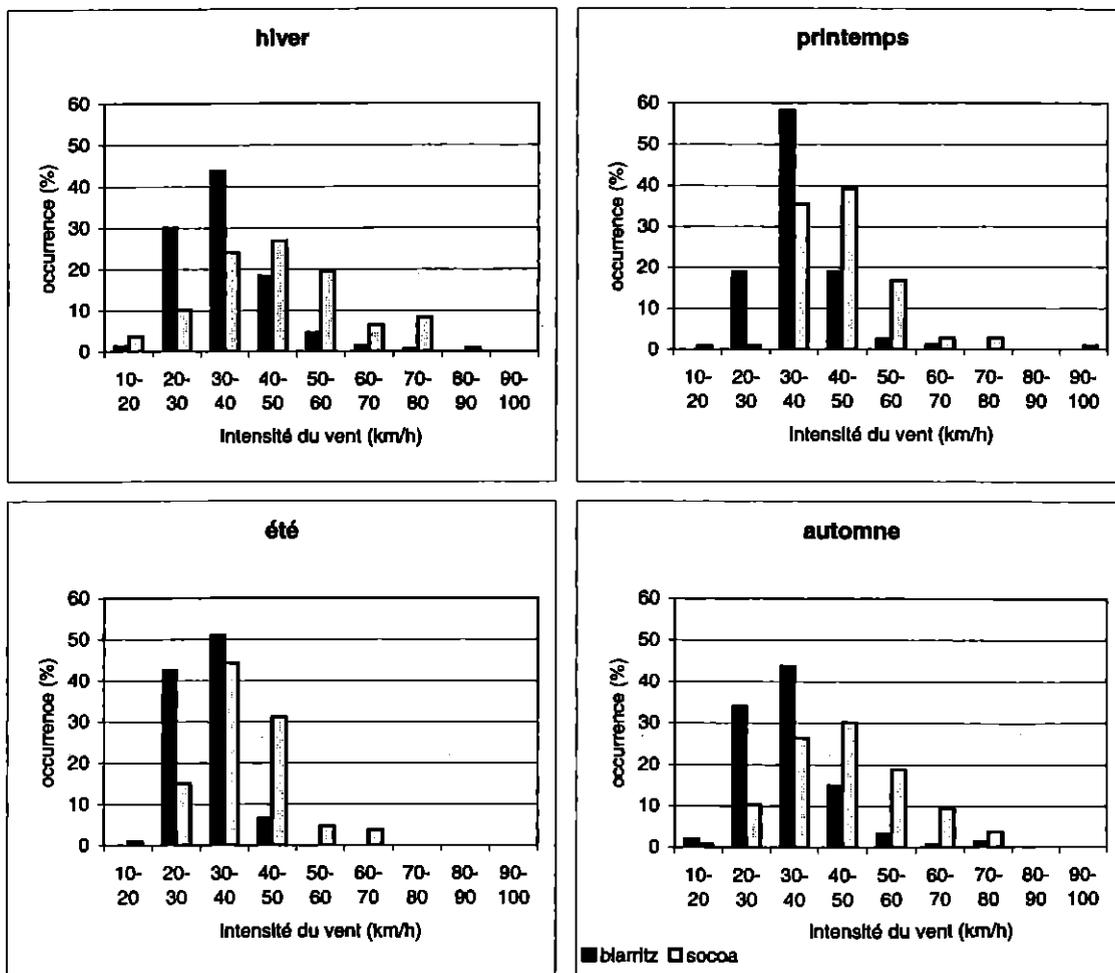


Fig. 17 – Histogrammes saisonniers du vent moyen à Biarritz et Socoa établis d'après les données décennales enregistrées entre 1986 (1991 pour Socoa) et 2002.

- Les vents d'intensité moyenne (14.4 à 28.8 km/h) ne présentent quasiment plus de composante est à sud-est : les secteurs dominants sont alors ouest (280°) et sud-ouest (220 à 240°) et la résultante du vent est de direction ouest (280°).
- Les vents forts (d'intensité supérieure à 28.8 km/h) sont principalement des vents d'ouest ; leur résultante a pour direction 284°.
- A Socoa :
  - Les vents faibles (intensité comprise entre 7.2 et 14.4 km/h) présentent deux directions dominantes : le secteur est (120°) et sud à sud-ouest (180 à 240°) ; la résultante a pour direction 217°. Alors que l'équilibre entre les secteur E et S-SO est assez net à Biarritz, les vents de S-SO sont prépondérants à Socoa (le secteur 80 à 140° représente 13.8 % des épisodes de vent à Biarritz et 8.8 % à Socoa ; le secteur 180 à 240° représente 15.6 % des épisodes de vent à Biarritz et 18.4 % à Socoa).
  - Les vents d'intensité moyenne (14.4 à 28.8 km/h) présentent une composante sud marquée (180°) et une composante ouest qui demeure forte (240 à 280°) comme à Biarritz.
  - Les vents forts (d'intensité supérieure à 28.8 km/h) proviennent de deux secteurs : ouest (240 à 280°) comme à Biarritz mais également sud (180°) ; la résultante est d'ouest avec une direction de 270°.

### 2.7.2. Vent maximum

L'enregistrement des données de vitesse maximale décadaire du vent est antérieur à l'acquisition des données de vitesse moyenne. Ces données sont ainsi traitées pour les 20 années d'étude (1983 – 2002) pour Biarritz et depuis 1986 pour Socoa.

Les écarts observés entre les deux sites sur les vitesses moyennes du vent apparaissent également sur les vitesses maximales : **Socoa est soumis à des épisodes de vent plus violents que Biarritz** (fig. 18). Le site de Socoa est sujet à des pointes de vent qui en moyenne annuelle atteignent 75.2 km/h contre 63.2 km/h à Biarritz. Comme précédemment, l'écart entre les deux sites est minimal au mois d'août qui correspond à la période la moins ventée (56.4 km/h à Biarritz et 63.4 à Socoa en moyennes mensuelles, soit 7 km/h d'écart) et il devient maximal en avril et en novembre (respectivement 64.9 et 69.2 km/h à Biarritz et 80.2 et 84.2 km/h à Socoa, soit 15 km/h d'écart).

La saisonnalité du régime de vent apparaît de manière plus prononcée sur l'analyse des données de vent maximal (c'est-à-dire en termes d'intensité des pointes de vent) que sur le vent moyen ; l'écart entre les saisons est plus important à Socoa (où se produisent les vents les plus forts) qu'à Biarritz (fig. 18). **L'été est la saison durant laquelle les vents sont les moins violents** (55.7 et 64.5 km/h en moyenne saisonnière à Biarritz et Socoa) tandis qu'en hiver, la moyenne saisonnière des pointes de vent atteint 68.3 km/h à Biarritz et 81.3 km/h à Socoa. L'automne est assez proche de l'hiver tandis que le printemps se situe à un niveau proche de la moyenne annuelle. Les histogrammes montrent l'effet des **tempêtes durant la saison hivernale** avec 6.15 % des décades présentant des pointes de vent comprises entre 100 et 140 km/h à Biarritz et 20.3 % des décades présentant des pointes de vent comprises entre 100 et 160 km/h à Socoa (fig. 19).

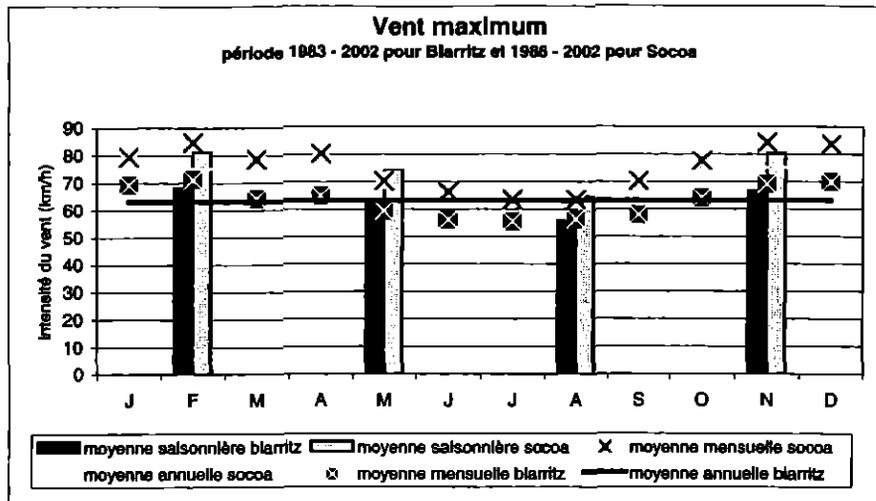


Fig. 18 – Caractéristiques du régime de vent maximum à Biarritz et Socoa établi d'après les données décennales enregistrées entre 1983 (1986 pour Socoa) et 2002.

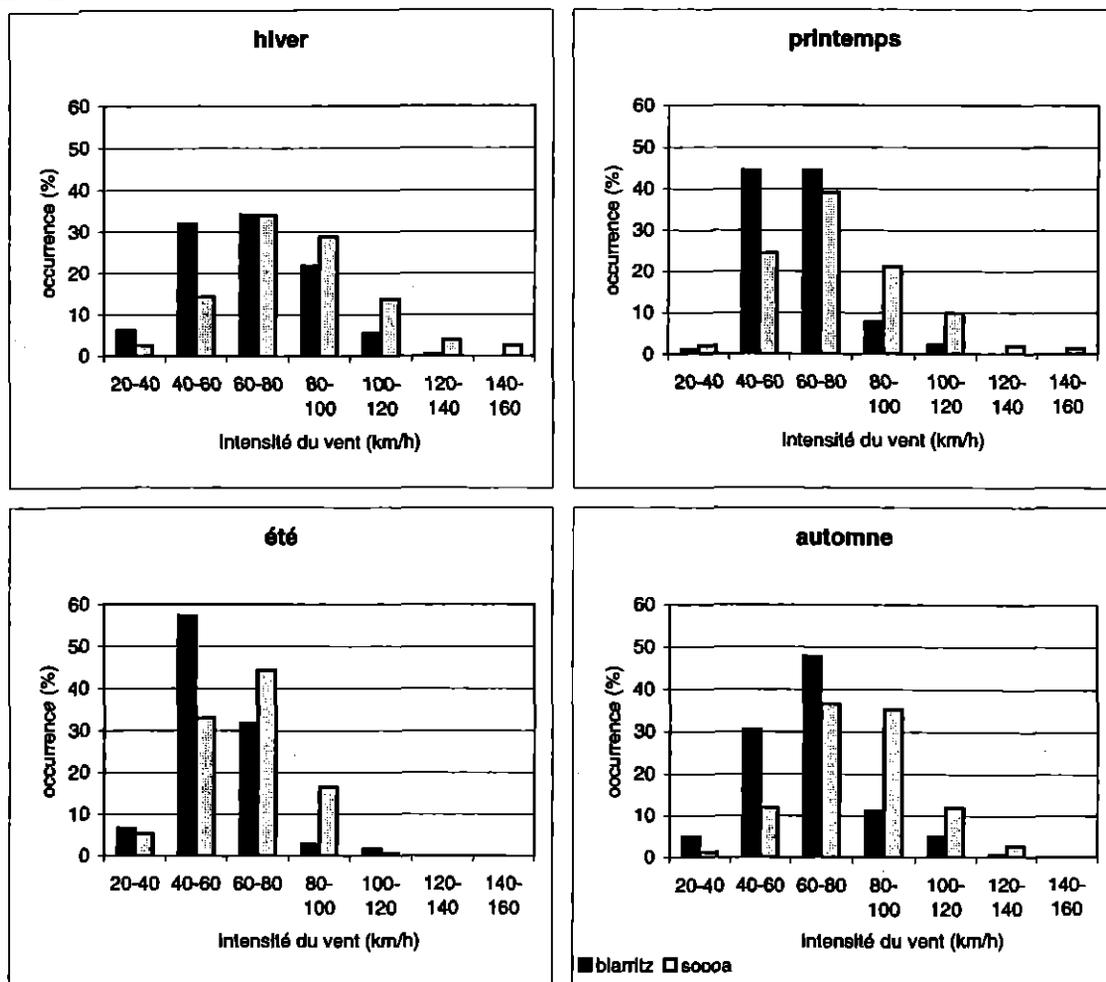


Fig. 19 – Histogrammes saisonniers du vent maximum à Biarritz et Socoa établis d'après les données décennales enregistrées entre 1983 (1986 pour Socoa) et 2002.

A l'échelle mensuelle, la moyenne des vitesses maximales décadaires évolue de manière régulière entre ses valeurs maximales en hiver (71.2 km/h et 84.7 km/h en février à Biarritz et Socoa) et minimales en été (55.5 km/h en juin à Biarritz 63.4-63.5 km/h en juillet et août à Socoa) (fig. 18). **C'est en février que sont enregistrées les pointes de vent les plus importantes**, 133 km/h du 1<sup>er</sup> au 10 février 1996 à Biarritz (144 km/h à Socoa) et 158 km/h du 20 au 28 février 1989 à Socoa (119 km/h à Biarritz). La singularité du mois d'avril, déjà observée sur le vent moyen, apparaît de nouveau mais de manière moins marquée que sur les données synoptiques moyennes (où il apparaissait comme le mois le plus venté à Biarritz) ; on peut donc supposer que la spécificité de ce mois est liée à la constance et la fréquence du vent plutôt qu'à un niveau d'intensité exceptionnel.

## 2.8. CONCLUSION

A partir de données décadaires d'humidité, d'évapo-transpiration, de précipitations, de température, de pression atmosphérique et d'intensité de vent enregistrées durant une période comprise entre 1983 et 2002, la climatologie moyenne a été établie pour les sites de Biarritz et de Socoa. Les caractéristiques saisonnières de ce régime et les principales différences entre les deux sites ont également été mises en lumière.

On retrouve les principales caractéristiques d'un climat océanique : sans températures excessives et présentant peu d'amplitude thermique annuelle, avec un niveau d'humidité de l'air assez élevé, une pluviométrie assez importante et un niveau de vent assez soutenu résultant de l'ouverture sur l'Océan Atlantique. L'hiver est assez doux ; c'est la saison la plus ventée avec des tempêtes quelquefois violentes. L'été est chaud mais avec des températures qui restent modérées ; c'est la saison la moins ventée et la plus sèche mais qui présente le taux d'humidité de l'air et l'évapo-transpiration les plus forts (insolation maximale). Le printemps et l'automne sont des saisons de transition ; l'automne présente toutefois la plus forte pluviométrie annuelle et des épisodes de vent qui peuvent être assez violents. Il s'agit d'un climat relativement à l'abri des perturbations très actives.

Deux mois se distinguent par une certaine singularité au regard de la saison à laquelle ils appartiennent : en février, on observe une remontée de la pression atmosphérique et du taux d'humidité de l'air qui est à son niveau le plus bas en hiver ; en avril, la pluviométrie est amplifiée par rapport à celle qui caractérise le reste des mois de printemps tandis que l'intensité du vent augmente. Ces caractéristiques apparaissent sur des moyennes pluriannuelles, ce qui indique qu'elles reflètent des phénomènes récurrents.

L'automne et l'hiver sont des saisons caractérisées par une grande variabilité des conditions climatiques ; il en résulte que le régime moyen défini est peu représentatif et qu'il est fréquent que les paramètres météorologiques s'écartent des moyennes. Le printemps et l'été présentent au contraire une très grande stabilité, ce qui permet de dire que le régime moyen établi est très caractéristique du site.

Les sites de Socoa et de Biarritz ont des caractéristiques très semblables ; on peut toutefois noter le caractère plus océanique de Socoa qui présente une pluviométrie plus importante, un taux d'humidité plus élevé et qui est plus ouvert au vent ; Socoa présente également un climat un peu plus tempéré que Biarritz, avec des températures légèrement plus élevées en moyenne. Il faut toutefois noter, qu'à l'exception du vent

pour lequel les écarts sont significatifs, les différences entre les deux sites restent d'amplitude modérée.

L'étude de la climatologie de la Côte Basque a été réalisée à partir de données décennales ; elles permettent d'établir un régime moyen. Toutefois, il peut être intéressant de disposer de données intégrées sur une échelle temporelle moins importante, de l'ordre de la journée par exemple :

- à l'occasion d'études plus fines, portant par exemple sur une période précise (quelques années, une saison, ...), il peut être nécessaire d'identifier les phénomènes installés mais d'intensité moyenne et les phénomènes brefs mais très intenses, qui à l'échelle décennale vont se traduire de la même façon. Du point de vue du milieu physique, il est important de caractériser ces différents types d'événements dont les conséquences pour le milieu ne sont pas forcément les mêmes. Cela semble particulièrement important pour les données de pluviométrie et de vent.
- pour l'étude de certains paramètres dont les variations ne présentent pas une saisonnalité marquée et se font plutôt à une échelle inférieure à la décennie (de l'ordre de quelques jours par exemple), les données journalières permettraient de mieux appréhender l'évolution de ces paramètres dont le traitement décennal (c'est-à-dire moyenné sur 10 jours) a pour conséquence de gommer l'importance des épisodes extrêmes. Cette information étant perdue, le régime peut apparaître comme assez lisse alors que des phénomènes sont peut-être visibles à une autre échelle. On peut ainsi penser que le traitement de la pression atmosphérique, qui a fait apparaître un régime très constant, aurait pu révéler des phénomènes particuliers avec des données moins lissées.
- pour l'étude des vents dominants (en termes de direction) qui n'a pas pu être réalisée ici ; elle est importante mais ne pourra être effectuée qu'avec des séries de données plus haute fréquence.
- enfin, du point de vue de la compréhension, la décennie ne semble pas l'échelle la plus adaptée à l'étude de certains phénomènes : pluviométrie, ETP.

D'une manière générale, il semble donc nécessaire de privilégier les données journalières. Dans certains cas, modélisation de la circulation côtière dans une situation particulière par exemple, il peut même être important de disposer de données tri-horaires afin de bien schématiser le forçage réel dont on souhaite prendre en compte les conséquences sur le milieu.

On a globalement privilégié l'étude de paramètres moyens, les données relatives aux extrêmes ayant seulement servi de complément à l'interprétation. Ces données ne sont pas toujours faciles à interpréter à l'échelle saisonnière ou annuelle ; leur exploitation peut néanmoins se révéler utile lors d'études spécifiques, notamment sur des périodes ciblées. De même, la durée d'insolation fournie par Météo-France n'a pu être traitée en raison de trop nombreuses données manquantes. Ce paramètre, qui est essentiel pour les études du milieu vivant, a une importance secondaire pour les études du milieu physique ; toutefois, en fonction des besoins, son analyse pourrait être envisagée et devrait alors se baser sur des données plus complètes ou sur une période suffisamment documentée.

La moyenne synoptique intègre 8 observations journalières ; elle est donc représentative de la valeur moyenne du paramètre au cours de la journée. La moyenne calculée à partir des extrêmes journaliers donne une valeur médiane autour de laquelle varie le paramètre au cours de la journée et n'intègre l'information que de deux

mesures ponctuelles (minimale et maximale). Il est donc souhaitable de traiter en priorité des moyennes synoptiques (et non des moyennes calculées à partir d'extrémums) et de compléter l'analyse par le traitement des données minimale et maximale ; on multiplie ainsi l'information, ce qui sur des périodes ciblées que l'on souhaite étudier, permet d'enrichir la compréhension des phénomènes. L'humidité, la pression atmosphérique et le vent ont été étudiés à partir de moyennes synoptiques.

### **3. Etude de la variabilité interannuelle du régime météorologique de la Côte Basque entre 1983 et 2002**

Dans la première partie de l'étude, on a établi le régime climatique caractéristique de la Côte Basque à partir du traitement statistique des données pluriannuelles (lorsque cela était possible, sur une période de 20 ans comprise entre 1983 et 2002) disponibles pour chacun des paramètres météorologiques. Il s'agit à présent de comparer au régime caractéristique ainsi établi, les caractéristiques observées pour chacune des années d'étude, à l'échelle annuelle et saisonnière. L'objectif est de mettre en évidence d'une part, une éventuelle évolution du régime climatique à l'échelle pluriannuelle et d'autre part, des périodes ou années singulières pour lesquelles un écart significatif par rapport au régime moyen est observé.

#### **3.1. HUMIDITE**

Le paramètre considéré est l'humidité moyenne, traitée entre 1994 et 2002 pour le site de Biarritz. La figure 20 superpose les caractéristiques (annuelle et saisonnières) de chacune des années d'étude avec le régime moyen établi précédemment à partir des données pluriannuelles. On peut ainsi mettre en évidence les écarts significatifs qui témoignent de la mise en place de régimes annuels ou saisonniers singuliers. La figure 20 sert de support au tableau 2 qui présente de manière synthétique les observations faites et aide ainsi à l'interprétation.

On a établi précédemment que le taux d'humidité moyen présente une variabilité saisonnière modérée, caractéristique des climats océaniques ; cela reste vrai à l'échelle pluriannuelle puisque l'évolution du taux d'humidité reste relativement faible d'une année sur l'autre (fig. 20).

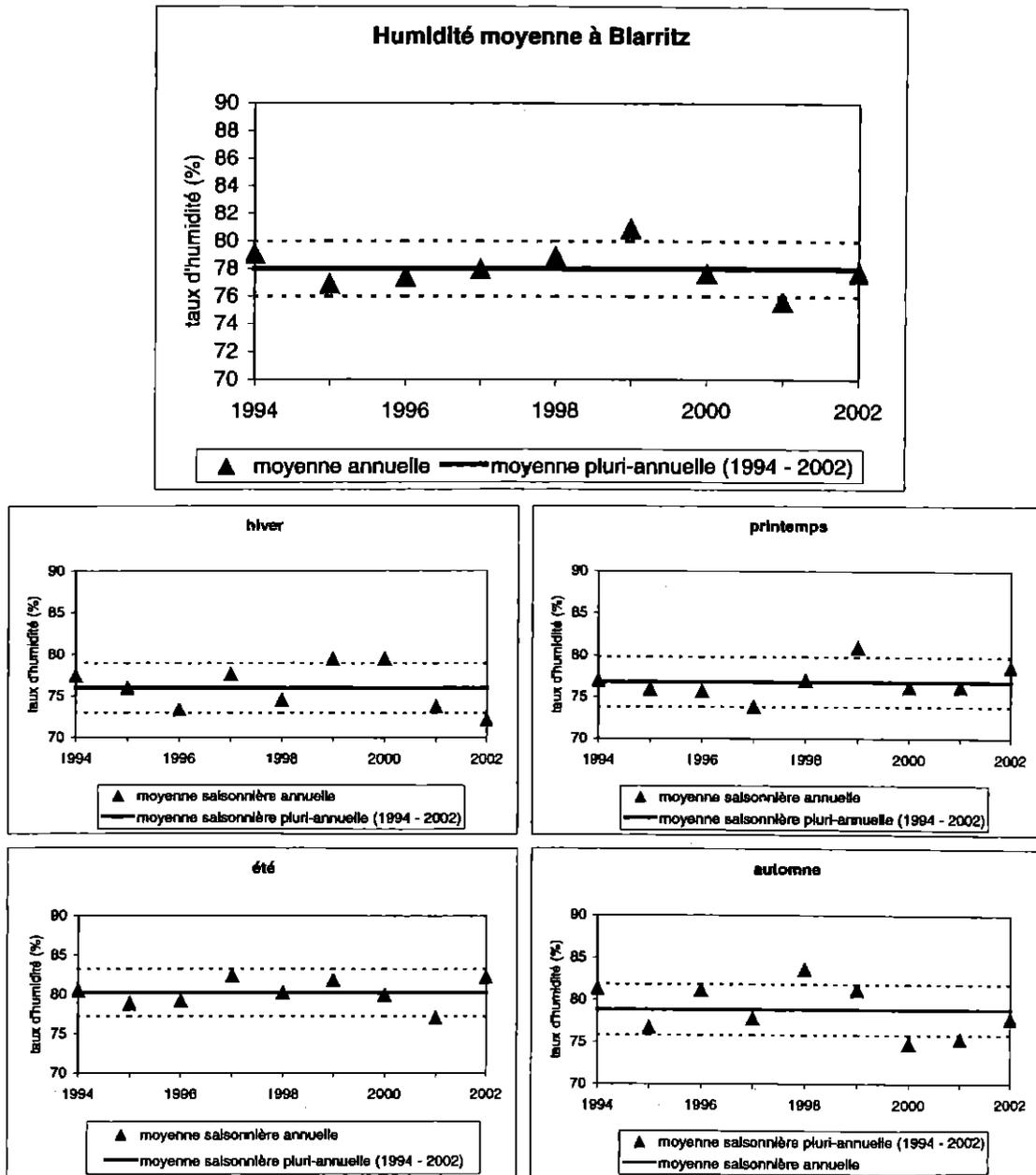
Les observations réalisées entre 1994 et 2002 nous permettent toutefois de distinguer 2 périodes (fig. 20) :

- Jusqu'en 1998, les caractéristiques annuelles et saisonnières du taux d'humidité moyen restent assez proches des caractéristiques moyennes établies à l'échelle pluriannuelle. Le régime présente donc une faible variabilité.
- A partir de l'automne 1998, le taux d'humidité enregistré à Biarritz devient beaucoup plus instable.

Deux années présentent des écarts importants (sensibles à l'échelle annuelle) par rapport au régime caractéristique : 1999 où le taux d'humidité moyen annuel est supérieur à la moyenne (81 % contre 78 %) et 2001 où ce taux est inférieur à la moyenne annuelle caractéristique (76 % contre 78 %). Pour 1999, le phénomène est lié à un hiver et un printemps durant lesquels l'humidité de l'air est particulièrement importante tandis qu'en 2001, il s'explique par un été et un automne où l'air est plus sec qu'à l'habitude.

A l'échelle saisonnière, on observe que le printemps et l'été sont des saisons pour lesquelles les caractéristiques sont très stables (comme on l'avait déjà établi en 2.2.1) ; les seuls écarts significatifs sont enregistrés en 1999 et 2001 qui sont les années identifiées précédemment. L'hiver et surtout l'automne sont des saisons durant lesquelles l'humidité est beaucoup plus variable. La période 1998 – 2002, identifiée

précédemment comme plus instable, se décompose en 2 parties : les années 1998 à 2000 voient des hivers et/ou des automnes où l'humidité de l'air est particulièrement élevée tandis que les années comprises entre 2000 et 2002 sont caractérisées par un hiver et/ou un automne plutôt plus secs que la moyenne (du point de vue de l'humidité de l'air).



**Fig. 20 – Comparaison des caractéristiques de l'humidité moyenne à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1994 et 2002.**

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002			
année																							
hiver																							
printemps																							
été																							
automne																							

**Tab. 2 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) du taux d’humidité moyen et le régime pluriannuel (1994 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs).**

### 3.2. EVAPO-TRANSPIRATION (ETP)

On considère les données d’ETP décadaires traitées pour la période 1990 – 2002. Parmi les 12 années d’étude, deux années présentent des caractéristiques remarquables à l’échelle annuelle (fig. 21). L’année 1990 est caractérisée par une ETP qui, en moyenne, est supérieure aux valeurs rencontrées habituellement (260 mm/décade contre 236 mm/décade) ; un niveau d’évapo-transpiration élevé est observé tout au long de l’année puisqu’il est supérieur aux normales de manière significative en hiver, en été et en automne (fig. 21). En 1992, l’ETP moyenne est plus faible que le niveau habituellement rencontré (217 mm/décade contre 236 mm/décade) ; cela résulte d’un niveau particulièrement bas en hiver et au printemps et dans une moindre mesure en été et en automne.

D’une manière générale, les saisons de transition (printemps et automne) présentent une ETP qui est moins variable à l’échelle pluriannuelle que l’hiver et l’été (fig. 21). Sur la période considérée (1990 – 2002), on constate que les singularités sont plutôt observées dans les années 1990 – 1992 et 2000 – 2002. Entre ces deux périodes, le régime d’ETP s’est maintenu de manière plus stable, à l’exception des printemps et été 1997.

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats de l’analyse.

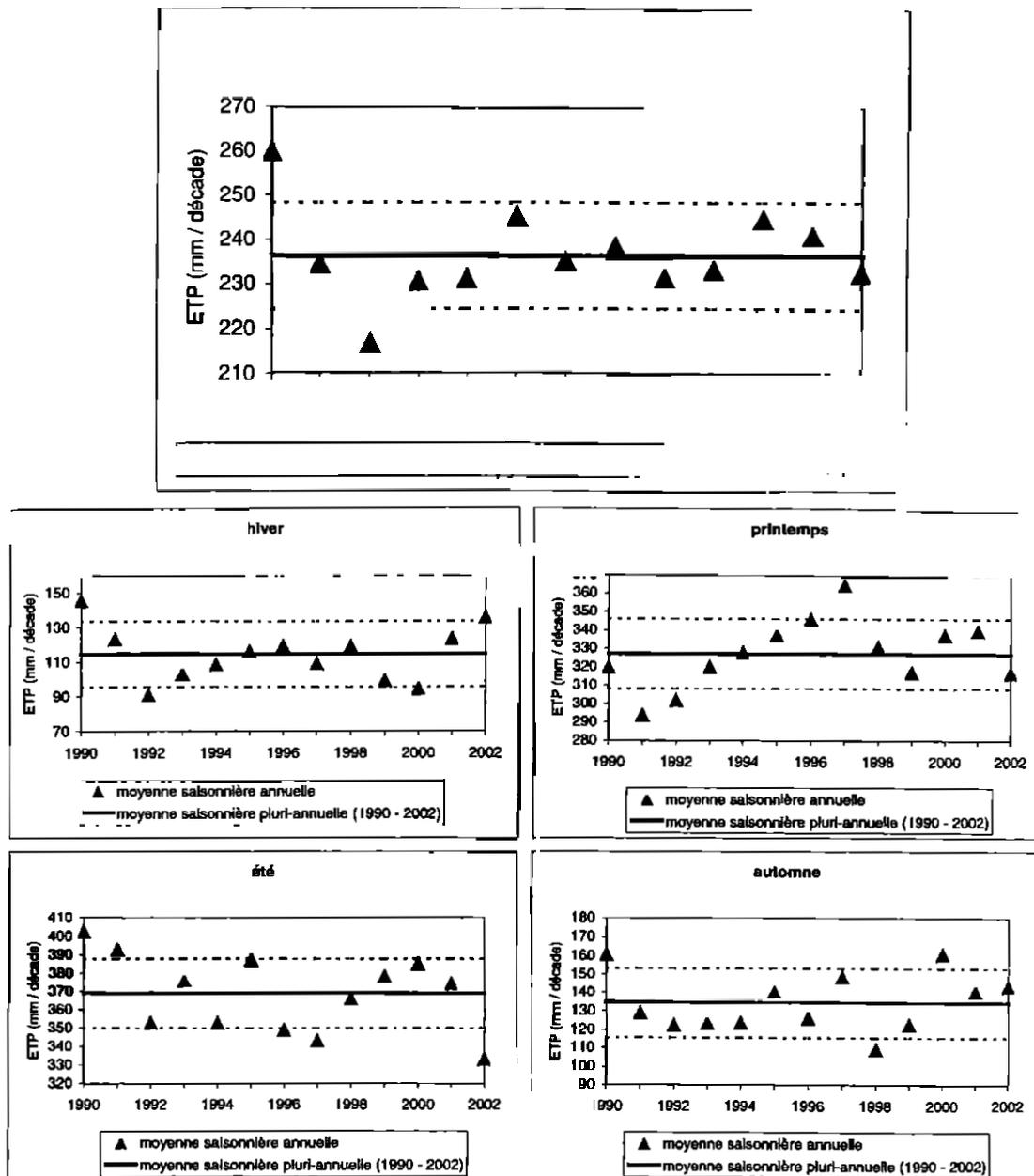


Fig. 21 – Comparaison des caractéristiques de l'ETP à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décadales enregistrées entre 1990 et 2002.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
année																					
hiver																					
printemps																					
été																					
automne																					

**Tab. 3 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) d'ETP et le régime pluriannuel (1990 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs).**

### 3.3. PRECIPITATIONS

Les données de précipitations décennales ont été traitées sur 20 ans (1983 – 2002) afin de comparer les caractéristiques annuelles et le régime moyen. La comparaison des moyennes annuelles et pluriannuelles montre que la pluviométrie est un paramètre qui est relativement variable (fig. 22). Ainsi sur 20 années d'étude, on peut faire apparaître en moyennes annuelles :

- 4 années plutôt pluvieuses: 1984, 1986, 1992 et 2000 ;
- 4 années plutôt sèches : 1983, 1985, 1989 et 2001.

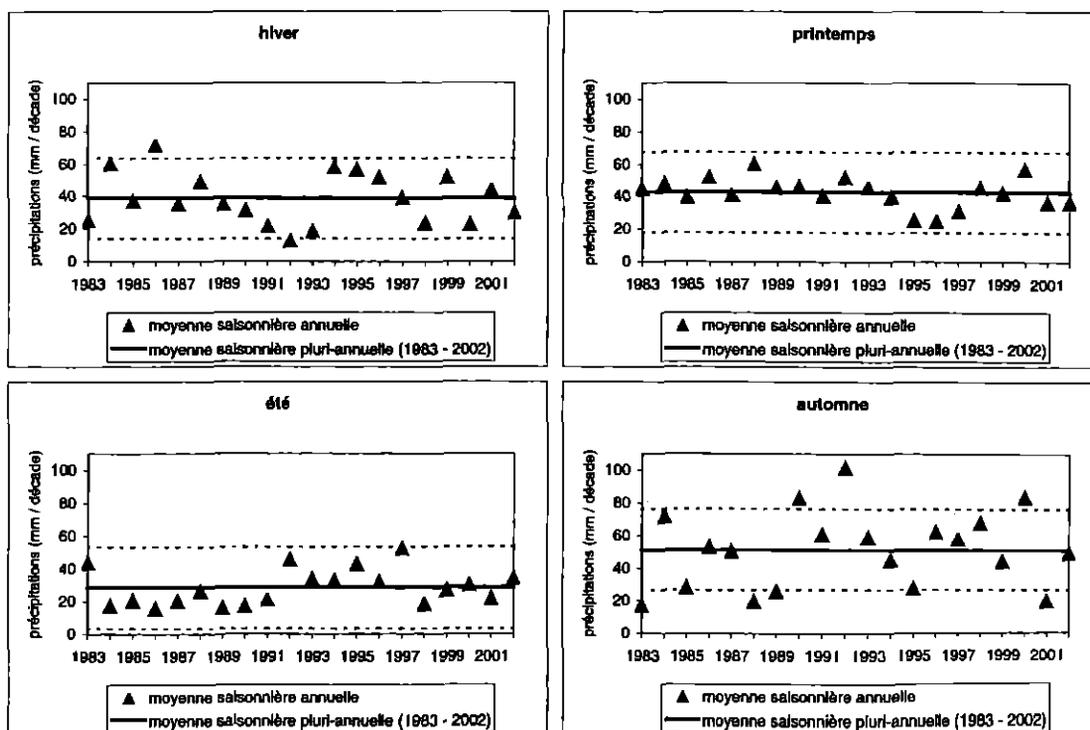
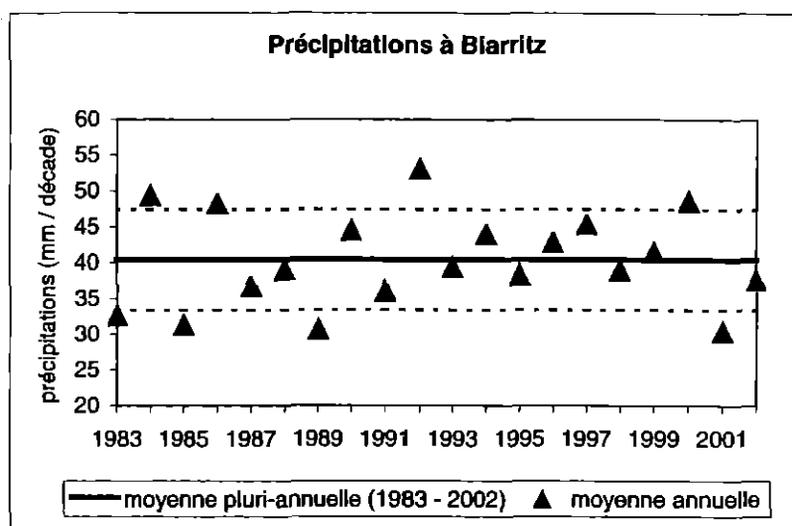
Entre 1983 et 1986, les écarts observés demeurent modérés ; la singularité des années 1983 et 1984 n'apparaît d'ailleurs pas de manière évidente à Socoa. Les écarts par rapport au régime moyen s'accroissent en 1989 et 2001 qui sont les années les plus sèches (phénomène surtout marqué à Socoa en 1989 et à Biarritz en 2001) et en 1992 qui est l'année la plus pluvieuse (le phénomène est particulièrement accentué à Biarritz). Au-delà de ces extrêmes, la période 1983 – 1992 apparaît comme plus instable du point de vue du régime moyen que la période 1993 – 1999 durant laquelle la pluviométrie reste assez stable, proche de sa moyenne. En 2000 et 2001, les écarts deviennent de nouveau plus importants (fig. 22).

L'évolution des moyennes saisonnières sur la période 1983 – 2002 montre que (fig. 22) :

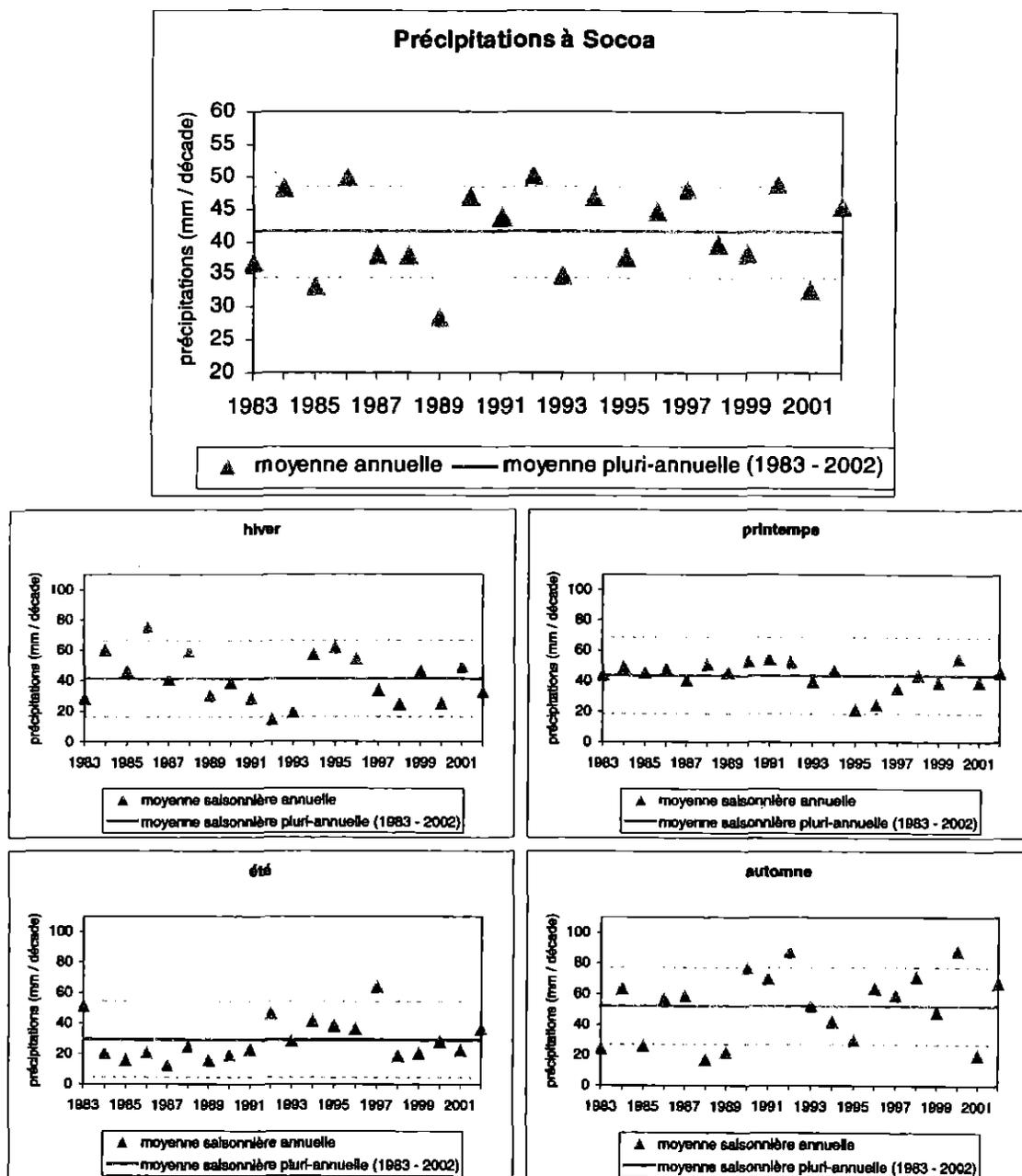
- Le niveau de précipitations au printemps et en été est extrêmement stable et le régime moyen est donc très représentatif ; de ce fait, l'été 1997 apparaît comme particulièrement remarquable en raison d'une pluviométrie élevée, en particulier à Socoa où elle atteint le double du niveau habituel (64 mm/décade contre 29 mm/décade en moyenne en été).
- En automne, la moyenne des précipitations est fortement variable d'une année sur l'autre et la notion de régime moyen a peu de sens. C'est la saison au cours de laquelle peuvent se produire de très fortes précipitations ; ainsi, l'année 1992 est identifiée comme l'année la plus pluvieuse des 20 années d'étude mais ne présente un régime de fortes précipitations qu'à l'automne où elles atteignent à Biarritz un niveau deux fois plus important qu'en régime moyen (102 mm/décade contre 52 mm/décade en moyenne à l'automne).

- L'hiver se situe à un niveau de variabilité intermédiaire, plus marqué qu'en été et au printemps mais beaucoup moins prononcé qu'en automne ; on peut ainsi observer quelques années (1986 et 1992) où le régime moyen hivernal s'écarte quelque peu du régime moyen.

Il résulte de ces caractéristiques que, en termes de pluviométrie, la variabilité interannuelle est essentiellement liée au niveau de précipitations observé en automne. On peut d'ailleurs noter que parmi les 8 années « singulières » identifiées précédemment, 6 années doivent leur singularité exclusivement aux conditions automnales.



**Fig. 22 – Comparaison des caractéristiques des précipitations à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002.**



**Fig. 23 – Comparaison des caractéristiques des précipitations à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Socoa d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002.**

A l'échelle des 20 années d'étude, on note l'alternance cyclique de périodes plutôt sèches et plutôt pluvieuses (fig. 22). Cela apparaît au printemps et en été où l'on voit une inversion de tendance vers 1992 ; ces saisons présentant peu de variabilité, les écarts ne sont toutefois pas très marqués. En hiver, on voit la succession de plusieurs cycles : pluviométrie plutôt élevée jusqu'en 1988 (maximale en 1986), diminution des précipitations entre 1989 et 1993 (minimale en 1992), nouvel accroissement des précipitations entre 1994 et 1996 et il semble qu'on observe une stabilisation depuis 1997 avec des régimes annuels qui oscillent autour du régime moyen.

Le tableau 4 résume les observations qui ont été faites ; il met en lumière de manière synthétique les années qui, du point de vue du régime moyen annuel ou saisonnier, présentent des écarts significatifs avec le régime moyen des précipitations tel qu'il a été défini par l'analyse des données collectées sur 20 ans.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
année	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
hiver				■						■										
printemps																				
été															■					
automne	■		■			■	■	■	■	■								■	■	

**Tab. 4 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) des précipitations et le régime pluriannuel (1983 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs).**

### 3.4. TEMPERATURE

Les températures moyennes ont été traitées afin d'obtenir les caractéristiques annuelles pour la période 1983 – 2002. C'est principalement en hiver (et dans une moindre mesure en automne) que le régime des températures varie le plus d'une année sur l'autre (fig. 24 et 25). Le printemps et surtout l'été présentent une plus forte stabilité thermique interannuelle. Globalement, on peut distinguer :

- Une période plutôt froide entre 1984 et 1987, caractérisée par des hivers plus froids (1984, 1985 et 1987) et/ou des printemps plus frais (1984 et surtout 1986) qu'en régime moyen tandis que l'été et l'automne restent proches des moyennes (fig. 24 et 25). Cette période de froid est plus accentuée à Socoa qu'à Biarritz, non pas en valeur absolue mais parce que les températures s'y écartent plus de la moyenne. L'année 1984 est l'année qui à l'échelle annuelle est la plus froide parmi les 20 années étudiées. Elle est marquée par l'hiver le plus froid de la période 1983 – 2002 (1.9 à 2.1°C en dessous de la moyenne saisonnière habituelle, respectivement à Biarritz et Socoa ; les minimums décadaires varient entre -3.5 et 4.2°C) et un printemps plutôt frais (près d'1°C inférieur à la température printanière moyenne).
- Une période plus instable entre 1989 et 1993 durant laquelle les régimes saisonniers s'écartent à plusieurs reprises de leurs valeurs moyennes sans qu'on puisse déterminer une tendance nette (fig. 24 et 25) :
  - en 1989, automne le plus chaud de la période 1983 – 2002 avec des moyennes supérieures de 1.3°C à Biarritz et de 1.7°C à Socoa à la température décadaire moyenne ;
  - en 1990, un hiver très clément (un des deux hivers les moins rigoureux des 20 années d'observation avec des écarts par rapport aux moyennes saisonnières de 2.3 et 2.1°C respectivement à Biarritz et Socoa et des

températures décadaires maximum comprises entre 14.6 et 26.8°C) et un automne assez froid (à Socoa, le plus froid des 20 années d'étude) ;

- en 1991, le printemps le plus froid de la période 1983 – 2002 (du fait des mois d'avril et mai), un des deux étés les plus chauds de la période d'étude et un automne plutôt froid ;
- en 1992, un hiver plutôt froid mais avec des écarts modérés ;
- en 1993, un été plutôt froid et un automne froid (à Biarritz, le plus froid des 20 années d'observation).

Il en résulte que du point de vue thermique, 1991 et 1993 (dans une moindre mesure 1992 notamment pour Socoa) sont plutôt des années au-dessous des normales et que 1989 et 1990 sont plutôt des années au-dessus du régime moyen.

- Quelques hivers plutôt cléments à partir de 1997 avec en particulier (fig. 24 et 25) :
  - une année remarquable en 1997 (année la plus chaude des 20 années d'étude) avec un phénomène général puisque toutes les saisons à l'exception de l'été présentent un régime thermique supérieur à la moyenne ;
  - un hiver avec des températures moyennes relativement élevées en 1998, tout particulièrement à Socoa, mais des températures automnales assez basses en comparaison des moyennes ; il en résulte qu'à l'échelle annuelle, l'année est très représentative du régime moyen ;
  - un hiver 2002 nettement au-dessus des normales saisonnières (le plus chaud de la période 1983 – 2002) avec une température décadaire moyenne supérieure de 2 à 2.4°C à la moyenne saisonnière pluriannuelle (les températures décadaires maximum sont comprises entre 15.4 et 26.2°C).

Sur les 20 ans d'analyse, la période récente semble caractérisée par un régime climatique plus doux que les années 80. Ainsi, si on divise la période d'étude en deux décennies, sur la 1<sup>ère</sup> moitié (1983 – 1992), on observe 6 années pour lesquelles la moyenne annuelle est inférieure à la moyenne calculée sur 20 ans ; pour la période 1993 – 2002, le phénomène s'inverse avec 6 années (8 pour Socoa) plus chaudes que la moyenne sur 20 ans. Les courbes de tendance calculées pour les moyennes annuelles entre 1993 et 2002 le montrent également.

Le site de Socoa semble présenter une plus forte variabilité interannuelle de ses caractéristiques de température (fig. 24 et 25).

Le tableau 5 synthétise les observations faites à partir de l'analyse des données.

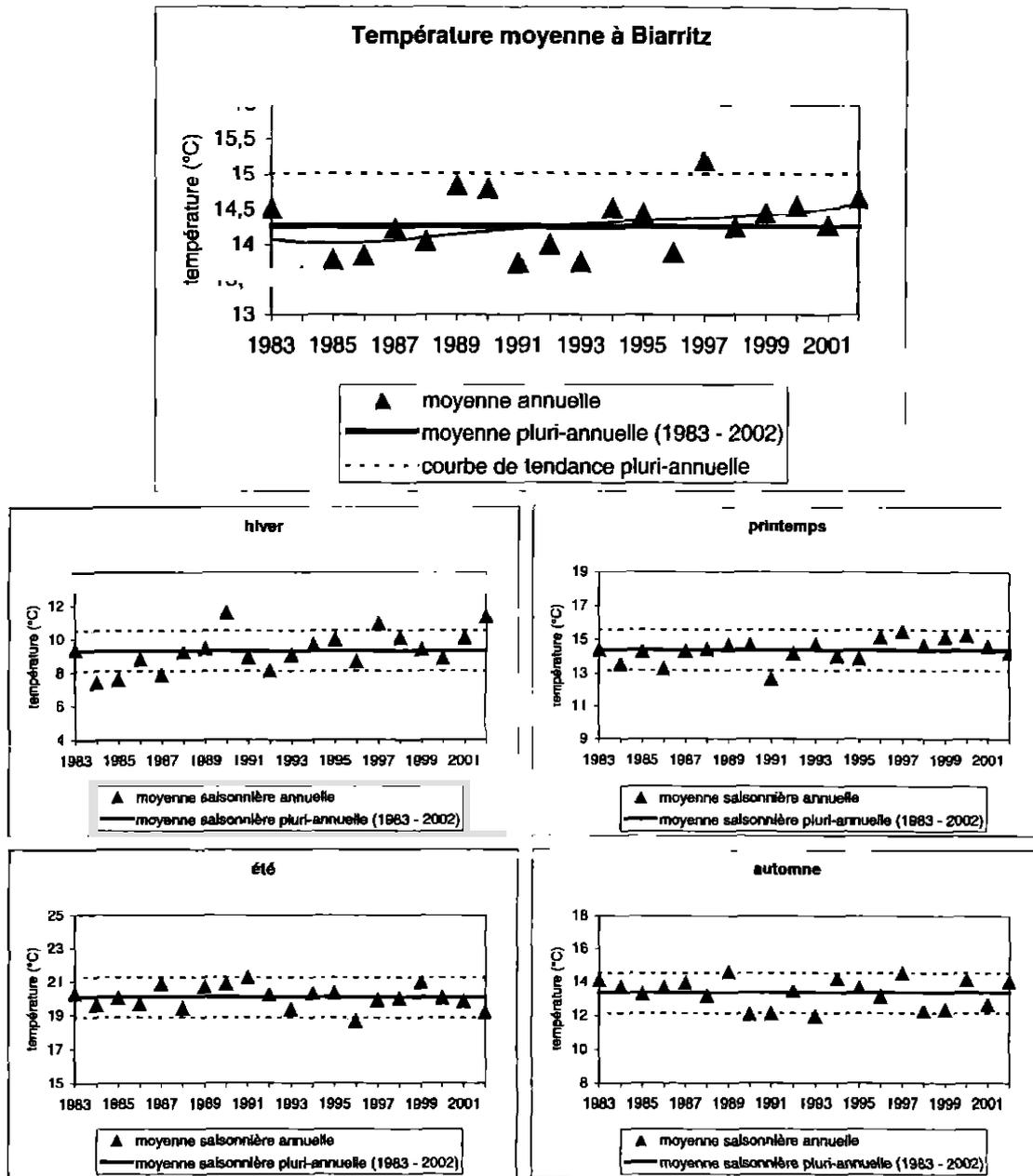
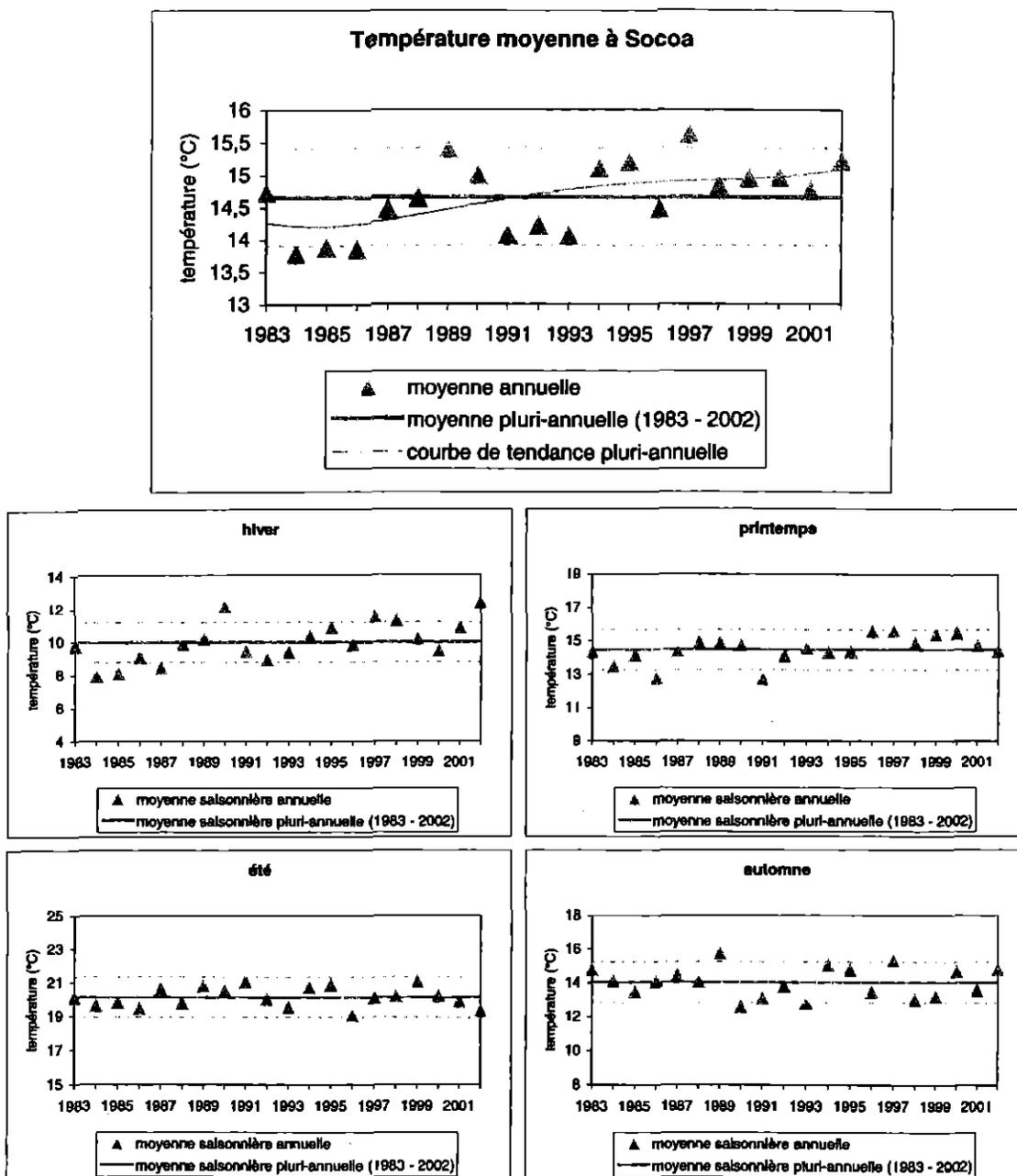


Fig. 24 – Comparaison des caractéristiques de la température moyenne à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002.



**Fig. 25 – Comparaison des caractéristiques de la température moyenne à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Socoa d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002.**

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
année																				
hiver																				
printemps																				
été																				
automne																				

**Tab. 5 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) de la température moyenne et le régime pluriannuel (1983 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs ; S ou B indiquent des phénomènes surtout observés sur l'un des sites de Socoa ou Biarritz).**

### 3.5. PRESSION ATMOSPHERIQUE

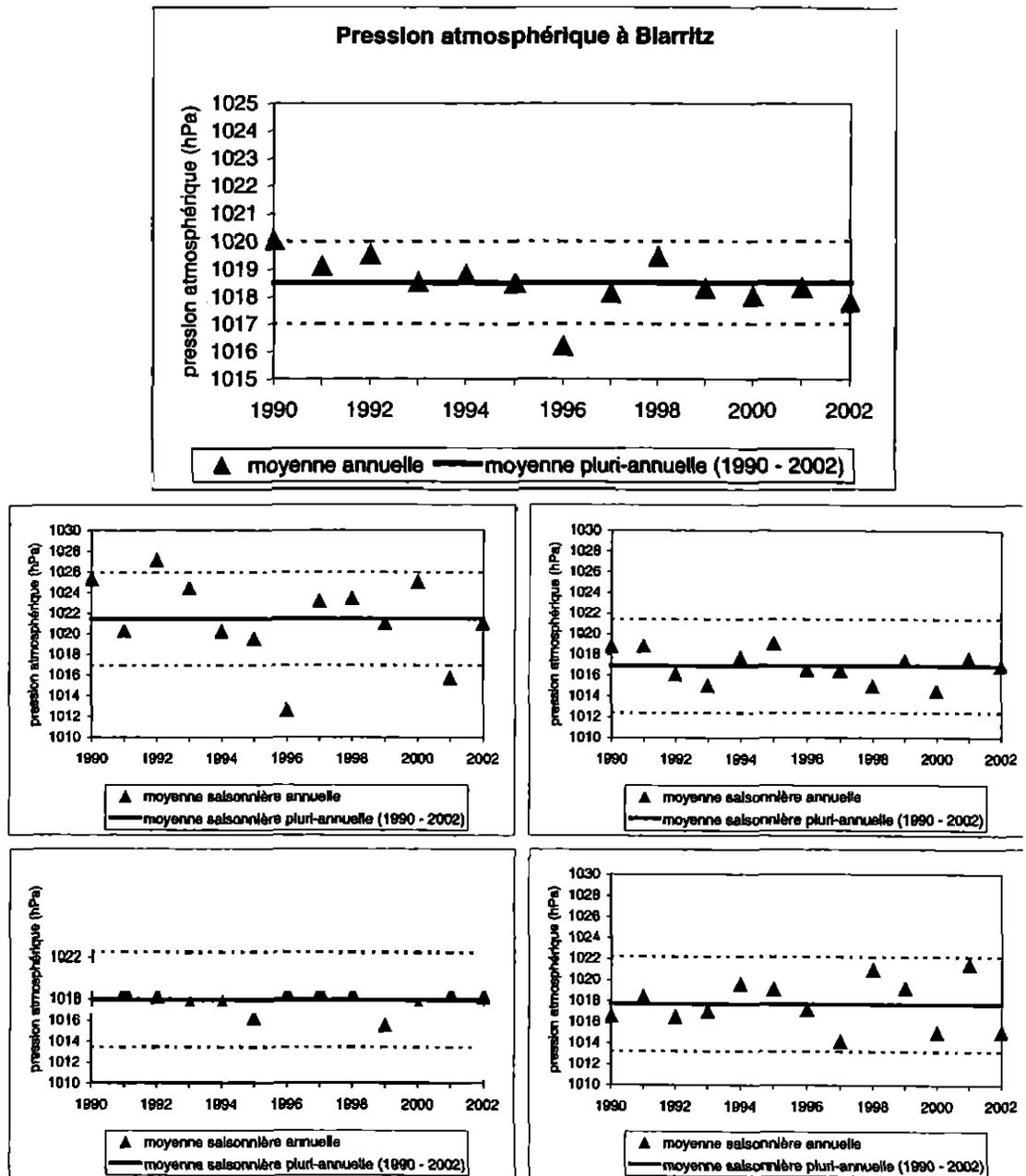
Les données de pression atmosphérique ont été traitées entre 1990 et 2002 pour Biarritz et 1992 et 2002 pour Socoa afin d'établir les caractéristiques annuelles de ce paramètre. Sur les 13 années d'étude (11 pour Socoa), on peut distinguer 3 années remarquables du point de vue de leur régime moyen de pression atmosphérique : 1990, 1992 et 1996 (fig. 26 et 27).

- Les années 1990 et 1992 sont caractérisées par des pressions qui sont en moyenne plus élevées que le régime caractéristique des sites d'étude (entre 1019 et 1021 hPa contre un régime annuel moyen de 1018.5 et 1018.8 hPa respectivement à Biarritz et Socoa) ; en 1992, la mise en place de « hautes pressions » (par rapport au régime habituel) est plus marquée à Socoa qu'à Biarritz (1.8 hPa au-dessus des moyennes contre 1 hPa à Biarritz). Dans les deux cas, cette singularité perceptible à l'échelle annuelle est essentiellement due à un hiver caractérisé par des pressions atmosphériques élevées (1025 à 1028 hPa contre 1021.4 et 1021.7 hPa habituels respectivement à Biarritz et Socoa).
- Le régime annuel de l'année 1996 est caractérisé par un régime en « dépression » par rapport au niveau moyen pluriannuel ; il est également la conséquence d'un régime hivernal inhabituel (1012.6 et 1012.9 hPa à Biarritz et Socoa contre un régime moyen saisonnier compris entre 1021 et 1022 hPa, soit près de 9 hPa en-dessous des normales saisonnières). Hormis ces 3 années pour lesquelles les écarts observés sont assez significatifs, le régime moyen annuel reste très proche de son niveau moyen et peu d'écarts, même d'amplitude modérée, sont observés.

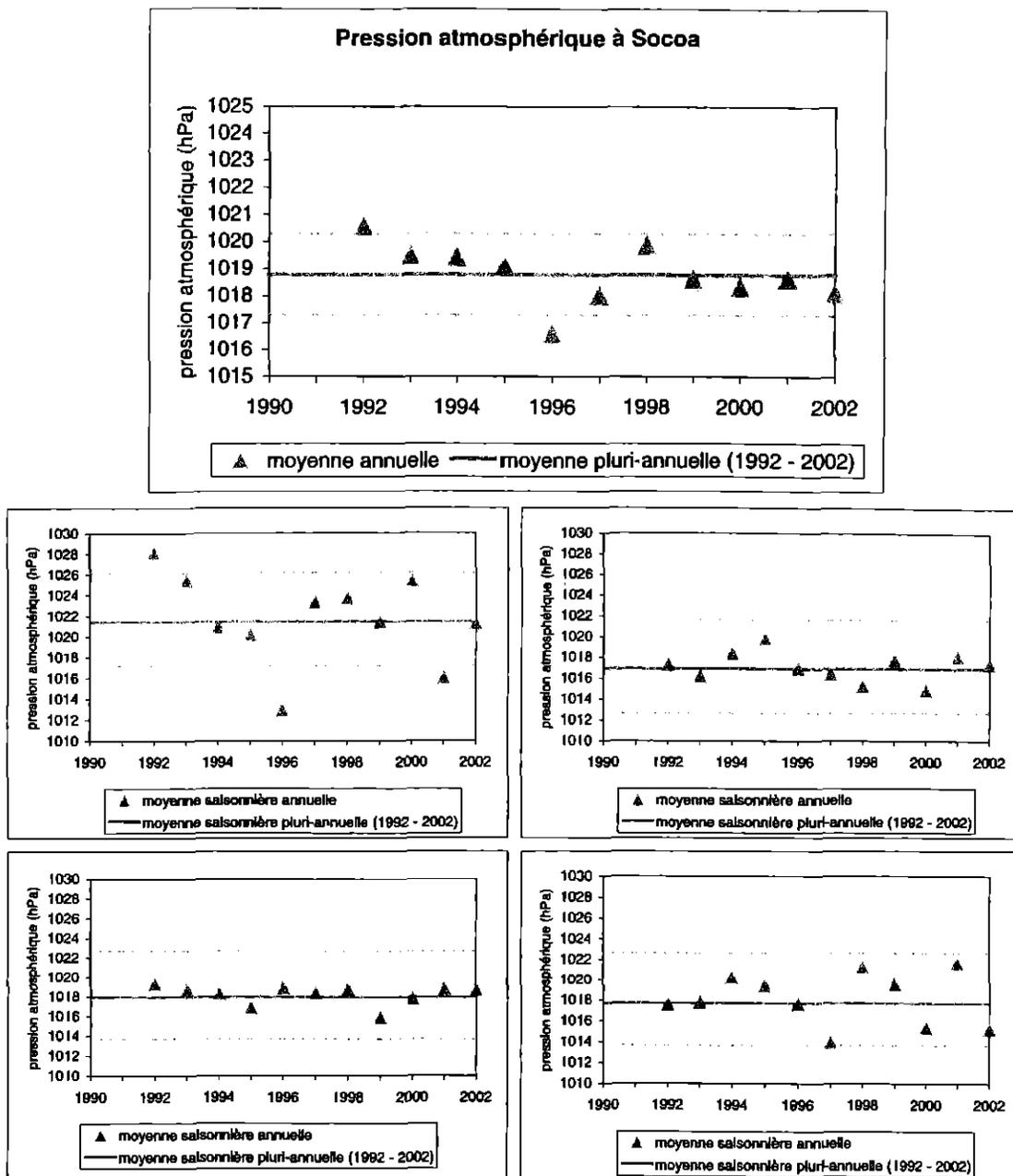
L'année 2001 présente des singularités puisqu'elle est caractérisée par un régime de pression atmosphérique hivernal plutôt bas par rapport aux normales saisonnières (près de 1016 hPa contre 1021 à 1022 en moyenne saisonnière) et une pression saisonnière moyenne en automne qui est la plus forte enregistrée durant la période d'étude (1021 à 1022 hPa contre 1017 à 1018 hPa).

La période 1990 – 1993 semble plutôt marquée par une tendance où les écarts positifs de pression dominent, perceptibles à l'échelle annuelle ou seulement saisonnière (1993) (fig. 26 et 27). Entre 1996 et 2000 sont enregistrés tous les minima saisonniers ;

il faut cependant noter qu'à l'exception de l'hiver (minimum en 1996), les écarts restent modérés par rapport au régime moyen. On peut globalement remarquer qu'à l'échelle de la période d'étude, lorsque le régime des pressions s'éloigne de manière sensible de son niveau moyen (en hiver et à l'échelle annuelle), c'est plutôt pour laisser place à un régime dominé par des pressions plus élevées qu'en moyenne.



**Fig. 26 – Comparaison des caractéristiques de la pression atmosphérique à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1990 et 2002.**



**Fig. 27 – Comparaison des caractéristiques de la pression atmosphérique à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Socoa d'après les données décennales enregistrées entre 1992 et 2002.**

Du point de vue saisonnier, l'hiver est la saison durant laquelle la pression atmosphérique moyenne s'éloigne le plus fréquemment des normales et pour laquelle ces variations ont l'amplitude la plus importante (fig. 26 et 27) ; on a vu que ces écarts déterminent à eux seuls la singularité d'une année. Dans une moindre mesure, l'automne présente également un régime qui s'écarte assez fréquemment de sa moyenne ; ces écarts sont toutefois moins importants (en amplitude) qu'en hiver. Au printemps et en été, le régime de pression atmosphérique présente une régularité interannuelle très forte.

Le tableau 6 synthétise les résultats obtenus ; il permet de mettre en lumière les remarques qui ont été faites.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
année																					
hiver																					
printemps																					
été																					
automne																					

**Tab. 6 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) de la pression atmosphérique et le régime pluriannuel (1990 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs).**

### 3.6. INTENSITE DU VENT

#### 3.6.1. Vent moyen

L'étude du vent moyen est réalisée entre 1986 et 2002 pour Biarritz et 1991 et 2002 pour Socoa. Elle montre que les deux sites ne semblent pas corrélés du point de vue de la mise en place de conditions de vent exceptionnelles (de par leur intensité ou leur fréquence) au regard du régime moyen. Ainsi, lorsque l'on s'intéresse à la moyenne annuelle du vent moyen, les années qui présentent des singularités sont (fig. 28 et 29) :

- 1986, 1988 (plutôt ventées), 1989 (année la plus ventée de la période d'étude) et 1997 (année la moins ventée de la période d'étude) pour Biarritz ;
- 1992 (peu ventée), 1995 (année la moins ventée de la période d'étude), 1999 (plutôt ventée) et 2002 (année la plus ventée de la période d'étude) pour Socoa.

Deux cas de figure existent :

- La même tendance est observée sur les 2 sites mais elle est forte sur un site (qui devient singulier) tandis que les écarts demeurent plus modérés sur l'autre site (qui ne se distingue donc pas à l'échelle pluriannuelle) ; c'est le cas en 1997 qui est une année peu ventée mais avec des écarts par rapport au régime moyen qui sont plus prononcés à Biarritz qu'à Socoa.
- Plus rarement, on observe des phénomènes différents sur les deux sites ; 1999 par exemple est une année où le vent moyen est particulièrement intense à Socoa (45.9 km/h en moyenne annuelle contre 42.7 km/h en moyenne pluriannuelle) tandis qu'il demeure plutôt faible à Biarritz avec toutefois des écarts modérés par rapport à la normale saisonnière (32.2 km/h en moyenne annuelle contre 33.6 km/h en moyenne pluriannuelle).

La mise en place d'un régime de vent singulier perceptible à l'échelle annuelle peut résulter de situations multiples :

- d'un hiver remarquable comme en 1986 (hiver plutôt venté), 1992 (hiver le moins venté de la période d'étude à Biarritz et à Socoa, respectivement 27.8 km/h et 30.8

- km/h contre des régimes hivernaux moyens de 34.7 km/h et 44.8 km/h) et 1999 (hiver assez venté mais uniquement à Socoa, 52.2 km/h contre 44.8 km/h) ;
- d'un automne remarquable (quelquefois cumulé à un hiver remarquable) comme en 1989 (automne le plus venté à Biarritz, 50.9 km/h en moyenne saisonnière contre 33.6 km/h en régime saisonnier moyen) et en 2002 (hiver et automne plutôt ventés à Socoa) ;
  - d'une variabilité modérée mais répartie sur plusieurs saisons comme en 1988 où l'hiver, le printemps et l'été sont les plus ventés de la période d'étude pour le site de Biarritz (respectivement 43.8 km/h, 40.7 km/h et 36.3 km/h en moyennes saisonnières contre 34.7 km/h, 35.3 km/h et 30.8 km/h en moyennes saisonnières pluriannuelles), en 1995 qui est l'année la moins ventée à Socoa (39.2 km/h en moyenne annuelle contre 42.7 km/h en moyenne pluriannuelle) du fait des printemps et été les moins ventés de la période d'étude et d'un automne peu venté (et malgré un hiver plutôt venté) et en 1997 qui est l'année la moins ventée sur le site de Biarritz du fait d'une moindre intensité de vent durant les 4 saisons.

Pour les deux sites, l'hiver est la saison pour laquelle la variabilité interannuelle des conditions de vent est la plus marquée (fig. 28 et 29). Dans une moindre mesure, l'automne présente une certaine instabilité des conditions de vent tandis que le printemps et l'été se distinguent par des caractéristiques annuelles très proches du régime moyen qui s'avère très représentatif. D'une manière générale, le site de Socoa présente une variabilité beaucoup plus importante que le site de Biarritz.

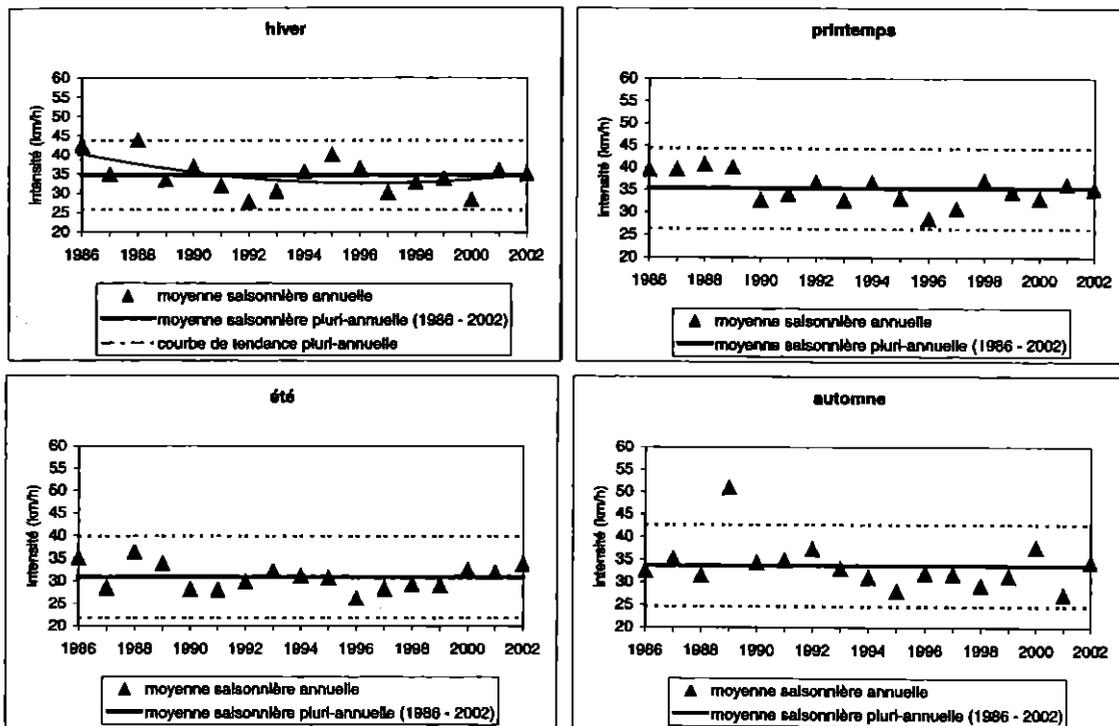
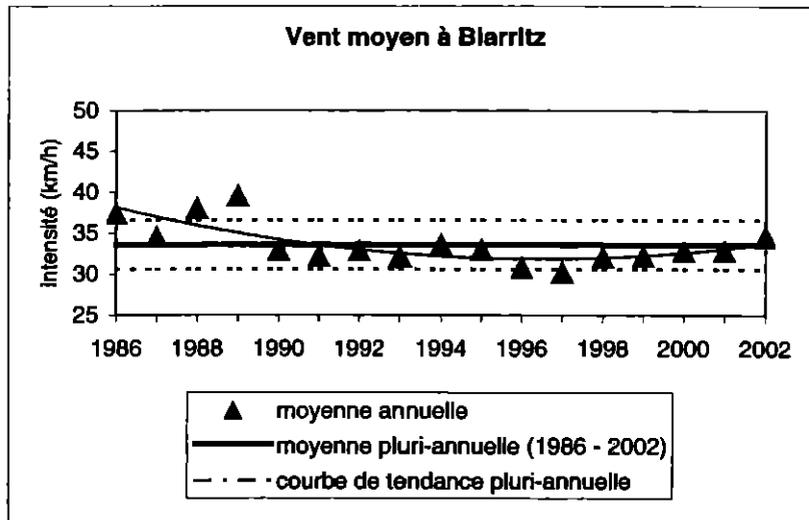
On observe plusieurs années pour lesquelles le régime de vent s'est mis en place de manière singulière (de façon plus ou moins marquée) durant une saison, sans que les conséquences soient sensibles à l'échelle annuelle et sans que cette singularité s'applique forcément aux 2 sites. On peut citer : l'hiver 1993 à Socoa avec un vent plutôt faible (34.1 km/h en moyenne contre 44.8 km/h en moyenne saisonnière), l'automne 1994 qui est le moins venté de la période d'étude à Socoa (34 km/h contre 44.3 km/h en moyenne saisonnière pluriannuelle), l'hiver 1996 (le plus venté à Socoa 55.8 km/h contre 44.8 km/h en régime normal), l'automne 2000 qui est le plus venté à Socoa (57.3 km/h contre 44.3 km/h en régime normal).

Les tendances évolutives à l'échelle pluriannuelle nous permettent également de mettre en lumière un comportement différentiel des deux sites d'étude :

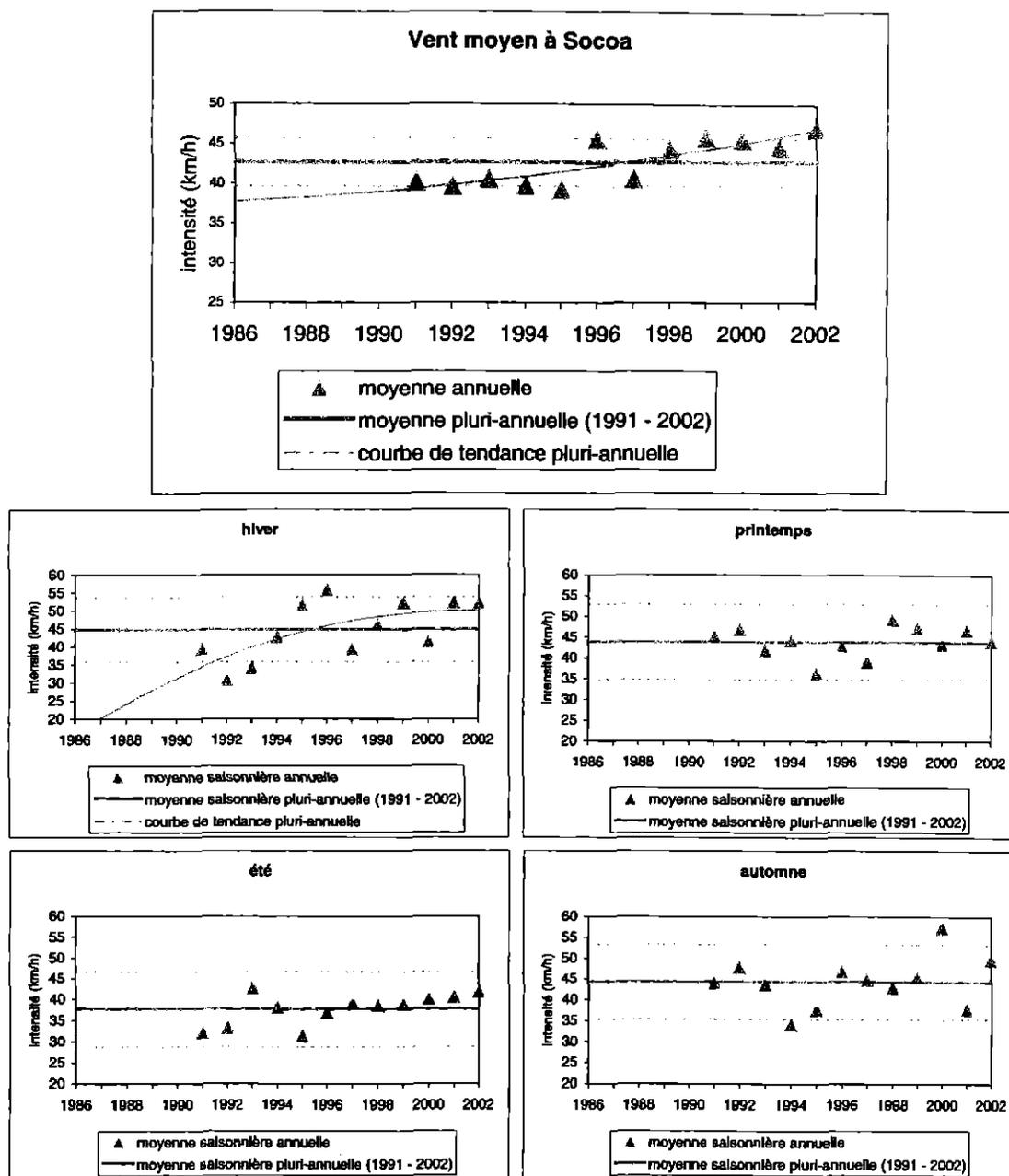
- A Biarritz, la période 1986 – 1989 est caractérisée par un climat plutôt venté tandis qu'à partir de 1990, la variabilité des conditions de vent à l'échelle annuelle devient moindre et le vent moyen reste proche de la normale (bien que toujours inférieur à celle-ci à l'exception de l'année 2002).
- A Socoa, on ne dispose pas de données pour la période 1986 – 1990 ; entre 1991 et 1995, le vent reste inférieur à la normale pluriannuelle comme à Biarritz mais les 2 sites se distinguent à partir de 1996 puisque Socoa est caractérisé par un régime météorologique plutôt venté (à l'exception de 1997, année pour laquelle les 2 sites montrent la même tendance, c'est-à-dire un régime peu venté).

Sur la période d'étude, le régime de vent a donc eu tendance à se stabiliser à Biarritz, avec globalement un site peu venté depuis 1994, tandis que le site de Socoa présente une augmentation de l'intensité moyenne du vent depuis 1996. Ces écarts sont essentiellement dus aux conditions hivernales qui sont particulièrement variables à Socoa tandis qu'à Biarritz, le régime hivernal est plus stable à l'échelle pluriannuelle et les fortes instabilités ont surtout été enregistrées entre 1986 et 1992.

Le tableau 7 propose une vision synthétique des observations déduites des données traitées.



**Fig. 28 – Comparaison des caractéristiques du vent moyen à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1986 et 2002.**



**Fig. 29 – Comparaison des caractéristiques du vent moyen à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Socoa d'après les données décadales enregistrées entre 1991 et 2002.**

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
année				B		B	B			B			B				S				S
hiver						B				B	B			S							
printemps																					
été																					
automne							B					B							S		

**Tab. 7 – Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) du vent moyen et le régime pluriannuel (1986 – 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs ; S ou B indiquent des phénomènes surtout observés sur l'un des sites de Socoa ou Biarritz).**

### 3.6.2. Vent maximum

L'analyse des données de vent maximum permet de mettre en lumière des périodes singulières du point de vue de la fréquence et de l'intensité des épisodes météorologiques extrêmes (tempêtes, coups de vent majeurs) et non plus du point de vue des tendances générales installées à l'échelle annuelle ou saisonnière. Il est donc important de noter qu'une année caractérisée comme « exceptionnelle » du point de vue du vent moyen ne le sera pas forcément du point de vue du vent maximum ; à titre d'exemple, l'année 1989 voit à Biarritz un régime de vent maximum très proche de sa valeur pluriannuelle tandis qu'elle est caractérisée comme très ventée lorsque l'on s'intéresse aux données de vent moyen (fig. 28 et 30).

On peut tout d'abord remarquer que le site de Biarritz présente un régime de vent beaucoup plus stable que Socoa qui semble plus exposé aux épisodes de vent exceptionnels (fig. 30 et 31). Ainsi, le site de Biarritz présente peu d'années où le vent s'écarte de manière significative de ses valeurs maximales habituelles tandis qu'à Socoa, les années pour lesquelles le régime pluriannuel n'est pas représentatif à l'échelle annuelle sont nombreuses. A Socoa, les années 1986, 1988 et 1999 sont celles qui connaissent le régime de vent le plus extrême (respectivement 82.8 km/h, 82.9 km/h et 83.25 km/h en moyenne annuelle contre une moyenne pluriannuelle de 75.2 km/h) tandis que 1993 et 1995 sont celles qui connaissent le régime le plus modéré (respectivement 66.7 et 66.6 km/h contre une moyenne pluriannuelle de 75.2 km/h). Souvent, ces tendances sont observées à Biarritz mais de manière beaucoup moins marquée.

Alors qu'à Biarritz, on observe sur la période 1983 – 2002 une alternance d'années soumises ou non à des coups de vent de forte intensité, le site de Socoa montre des tendances évolutives marquées à l'échelle pluriannuelle : la période 1986 à 1988 présente plus d'épisodes de vent exceptionnels, la période 1989 à 1997 est caractérisée par des conditions de vents plus calmes et depuis 1998, on note une augmentation de la fréquence ou de l'intensité des coups de vent ou tempêtes. Le vent maximum à Socoa suit les mêmes tendances évolutives que celles observées sur les données de vent moyen.

Les coups de vent se mettent plus spécifiquement en place à l'hiver et dans une moindre mesure à l'automne ; ce sont donc ces deux saisons qui présentent la plus forte variabilité des conditions de vent extrêmes. Le printemps présente un régime moins variable mais pour lequel quelques années se distinguent tandis que l'été (saison peu sujette aux tempêtes) présente un régime très constant.

- Les années 1988, 1992 et dans une moindre mesure 1993 sont remarquables sur les 2 sites d'étude en raison d'hivers exceptionnels : pointes de vent très intenses en 1988 où l'on rencontre le régime hivernal le plus extrême de la période d'étude (84.4 et 100.1 km/h en moyenne saisonnière à Biarritz et Socoa contre 68.3 et 81.3 km/h en normales saisonnières) et régime de vent exceptionnellement calme en 1993 et surtout en 1992 qui est l'année où le vent maximum hivernal est en moyenne le plus faible (52.9 et 57.1 km/h en moyenne hivernale à Biarritz et Socoa contre 68.3 et 81.3 km/h en normales saisonnières).
- Les années 1985 et 2000 se distinguent par les conditions de vent automnales : très calmes en 1985 (du moins à Biarritz puisqu'on ne dispose pas de données à Socoa) avec une moyenne saisonnière de 52.3 km/h alors que la normale saisonnière est de 66.5 km/h, les plus intenses en 2000 à Biarritz et à Socoa avec respectivement 79.6 et 95.7 km/h de moyennes saisonnières alors que les normales se situent à 66.5 et 80.3 km/h.
- L'année 1995 présente peu de pointes de vent au printemps (56 km/h à Socoa contre 74.6 km/h habituellement) tandis qu'en 1998 le printemps semble présenter des épisodes particulièrement ventés (92.7 km/h à Socoa contre 74.6 km/h habituellement) ; ces tendances sont également observées à Biarritz mais de manière moins marquée.

### 3.7. CONCLUSION

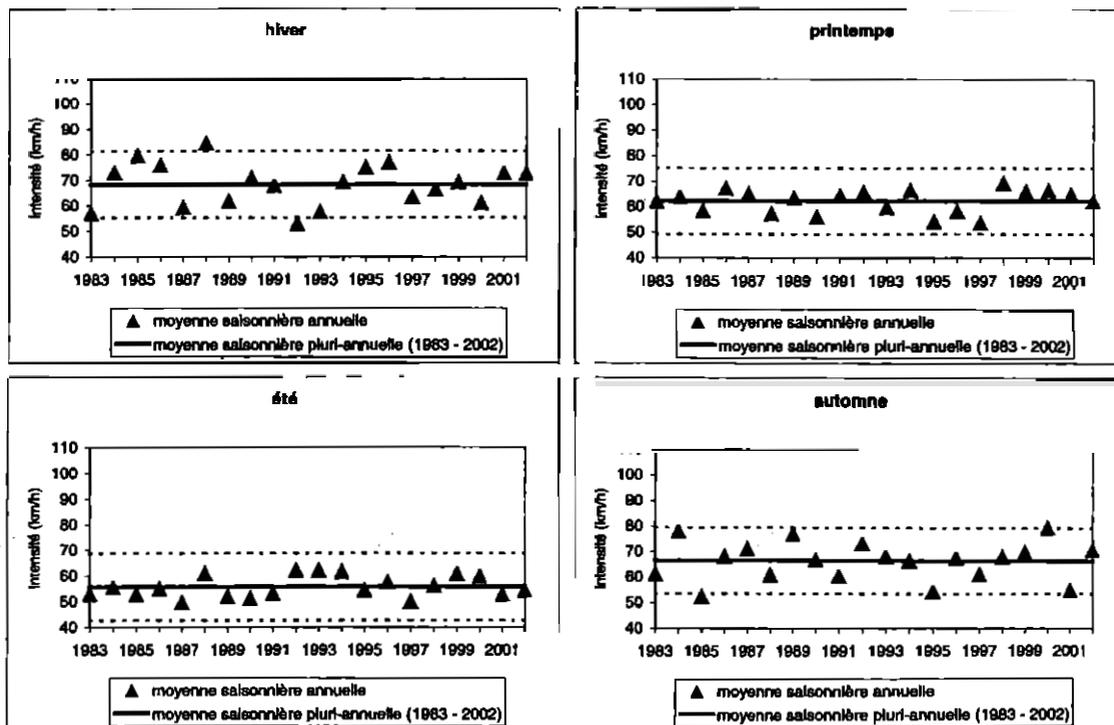
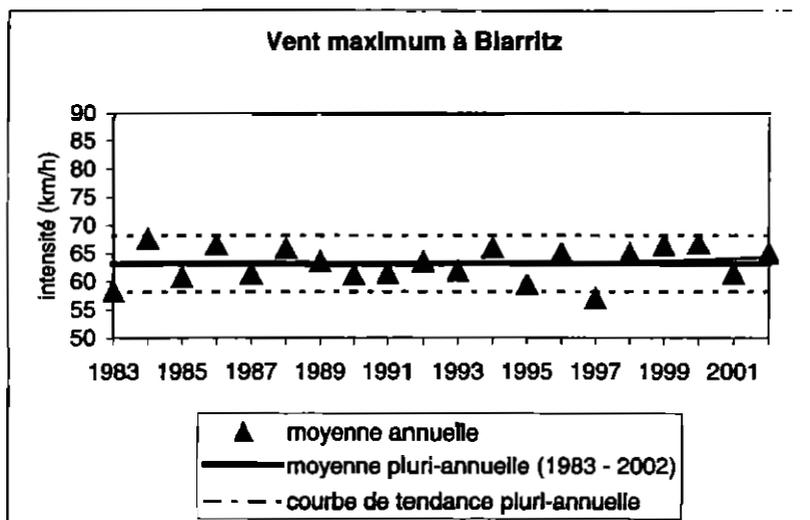
Pour chaque année de la période d'étude (1983 – 2002), les caractéristiques climatologiques ont été calculées à partir des données décennales. Le régime annuel ainsi obtenu a été comparé au régime moyen pluriannuel établi d'après l'ensemble des données. Un certain nombre d'années singulières ont été mises en lumière ; elles présentent un régime exceptionnel du point de vue de l'un des paramètres météorologiques étudiés.

En superposant tous les résultats obtenus, on met en évidence quelques années pour lesquelles plusieurs paramètres présentent simultanément des caractéristiques inhabituelles et qui ressortent donc par leur caractère exceptionnel :

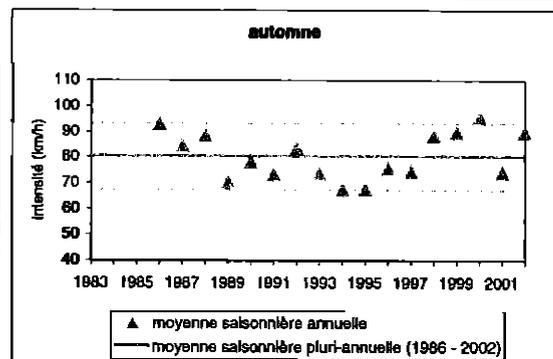
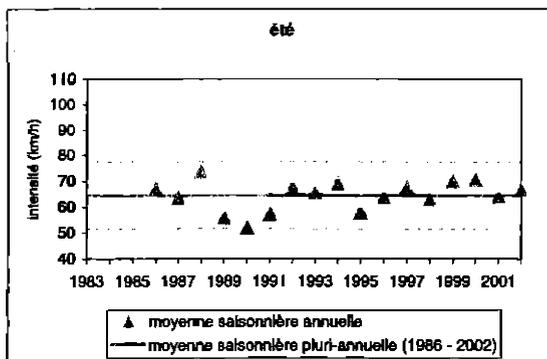
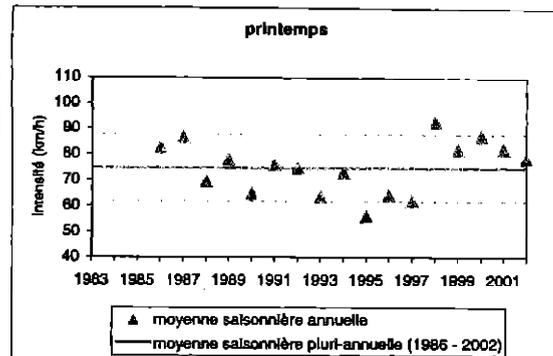
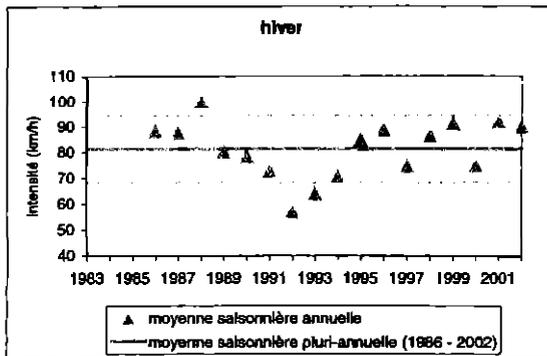
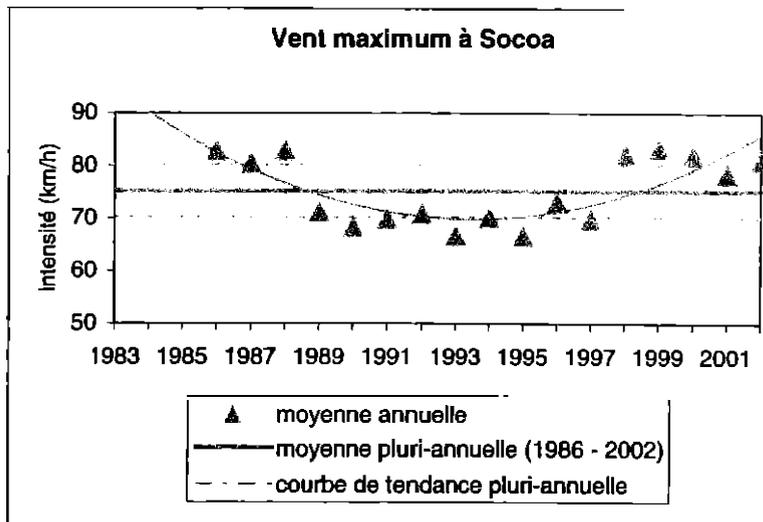
- la période 1984 – 1986 : elle est caractérisée par un climat plus froid qu'à l'habitude, avec en 1986 un vent particulièrement intense (on ne dispose pas de données de vent moyen pour 1984 et 1985) ; les précipitations semblent également inhabituelles mais de manière contrastée, fortes précipitations en 1984 et 1986 tandis que la pluviométrie est particulièrement faible en 1985.
- 1989 : durant cette année, c'est l'automne qui se distingue par son caractère inhabituel ; il est particulièrement chaud, peu pluvieux et très venté.
- 1992 : elle connaît à la fois une situation faiblement ventée tandis que les précipitations y sont particulièrement fortes ; l'évapo-transpiration est à un niveau faible tandis que l'année connaît globalement un régime de plutôt hautes pressions. C'est en hiver que ces extrêmes sont particulièrement marqués ; il faut toutefois noter que contrairement à ce qui apparaît à l'échelle annuelle, l'hiver est très sec avec une pluviométrie exceptionnellement basse alors qu'en automne se met en place un régime de très fortes précipitations qui donne la tendance

annuelle. Cette disparité (année la plus pluvieuse à l'automne et la moins pluvieuse en hiver des 20 ans d'étude) renforce la singularité de l'année 1992.

2000 : comme en 1989, c'est en automne que s'affirme le caractère singulier de cette année, c'est une saison très pluvieuse avec un vent particulièrement intense, dont le caractère exceptionnel apparaît en termes de vent moyen et de pointes de vent, l'évapo-transpiration y est forte tandis que le taux d'humidité de l'air reste faible.



**Fig. 30 – Comparaison des caractéristiques du vent maximum à l'échelle annuelle et pluriannuelle à Biarritz d'après les données décennales enregistrées entre 1983 et 2002.**



précipitations ou le vent tandis que le taux d'humidité de l'air ou la température moyenne présente une stabilité beaucoup plus forte.

Il s'avère assez complexe de croiser tous les résultats obtenus car alors que certains paramètres sont inter-dépendants, d'autres sont complètement décorrélés. Cette liste n'est donc pas exhaustive mais elle indique quelques années pour lesquelles le régime météorologique s'éloigne le plus manifestement du régime caractéristique de la Côte Basque ; l'étude de la variabilité inter-annuelle réalisée pour chacun des paramètres permet d'affiner l'étude en mettant l'accent sur les années qui, bien que ne présentant un caractère singulier que sur quelques paramètres, peuvent avoir des conséquences déterminantes sur le milieu physique.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002		
année					S	S										S					S	
hiver																						
printemps																						
été																						
automne																						

**Tab. 8 - Tableau récapitulatif des écarts significatifs observés entre les caractéristiques annuelles (moyenne et saisonnières) du vent maximum et le régime pluriannuel (1983 - 2002) moyen (en noir les écarts positifs, en gris les écarts négatifs ; S ou B indiquent des phénomènes surtout observés sur l'un des sites de Socoa ou Biarritz).**

## 4. Conclusion

Cette étude s'appuie sur des données décennales recueillies par Météo-France entre 1983 et 2002 en 2 stations de mesures météorologiques : Biarritz et Socoa. Ces données sont constituées de différents paramètres : humidité de l'air, évapotranspiration, précipitations, température, pression atmosphérique et intensité du vent.

Les données décennales ont été traitées, sur une période de 20 ans lorsque c'était possible, afin de déterminer la climatologie moyenne caractérisant la Côte Basque. Cette analyse, qui fournit des caractéristiques annuelles et saisonnières, a permis de retrouver les principales caractéristiques d'un climat océanique tempéré : une faible amplitude thermique sans températures excessives, un taux d'humidité de l'air assez important, une pluviométrie importante et des vents soutenus résultant de l'influence océanique. Le climat semble relativement à l'abri des perturbations très actives. Des caractéristiques saisonnières sont apparues : un hiver peu rigoureux, assez venté et subissant l'effet de violentes tempêtes, un été chaud mais avec des températures non caniculaires, saison la moins pluvieuse et la moins ventée mais où l'air est le plus chargé en humidité, un printemps et un automne qui présentent un régime de transition entre l'hiver et l'été mais, pour l'automne, avec les plus fortes précipitations annuelles et des épisodes de vent qui sont souvent violents. L'automne et l'hiver sont caractérisés par une grande variabilité des conditions climatiques ; il en résulte que le régime moyen défini est peu représentatif et qu'il est fréquent que les paramètres météorologiques s'écartent des moyennes. Le printemps et l'été présentent au contraire une très grande stabilité, ce qui permet de dire que le régime moyen établi est très caractéristique du site. Les sites de Socoa et de Biarritz ont des caractéristiques très semblables ; on peut toutefois noter le caractère plus océanique de Socoa qui présente une pluviométrie plus importante, un taux d'humidité plus élevé et qui est plus ouvert au vent ; Socoa est également plus tempéré que Biarritz, avec des températures en moyenne supérieures. Il faut toutefois noter, qu'à l'exception du vent pour lequel les écarts sont significatifs, les différences entre les deux sites restent d'amplitude modérée.

Dans le cadre d'études ultérieures, il paraît intéressant de privilégier l'acquisition de données quotidiennes (voire tri-horaires pour le vent). De telles données permettront de travailler à une échelle temporelle plus fine adaptée à l'étude de périodes ciblées et qui permettront d'appréhender des phénomènes se produisant à des échelles différentes (phénomène installé ou ponctuel, notamment pour les précipitations et le vent) dont les conséquences sur le milieu sont différentes, mais que l'échelle décennale ne permet pas de distinguer. Des données quotidiennes permettraient par ailleurs d'avoir accès de manière plus pertinente aux paramètres dont l'évolution se fait à une échelle de temps inférieure à la décennie dont les caractéristiques se trouvent donc lissées sur les données décennales et pour lesquelles les épisodes extrêmes apparaissent très gommés. Enfin, afin de mettre à jour les vents dominants (en termes de direction), il est nécessaire de disposer de données fournies avec une fréquence plus élevée, journalière voire tri-horaire.

Dans la deuxième partie de l'étude, la climatologie a été établie à l'échelle annuelle, pour chacune des années de la période d'étude. Il a ainsi été possible de qualifier chaque année en fonction d'un régime moyen établi précédemment avec les données pluriannuelles. Des années très caractéristiques du régime météorologique de la Côte Basque sont ainsi apparues ; à l'inverse, des années présentant des singularités et

qualifiées par conséquent d' « exceptionnelles » car peu représentatives du régime habituel ont été identifiées.

Quelques années se détachent parce que plusieurs paramètres s'écartent simultanément de leur niveau d'intensité habituel. D'autres périodes (années ou saisons) ne présentent des particularités que sur l'un des paramètres mais les conséquences de ce phénomène isolé sur le milieu peuvent être importantes. Il est donc nécessaire d'identifier ces années ou saisons exceptionnelles de manière globale mais également en considérant individuellement chacun des paramètres météorologiques. On a vérifié que c'est principalement en hiver et en automne que les conditions météorologiques sont le plus susceptibles de s'écarter de leur régime moyen ; la pluviométrie et le vent semblent par ailleurs particulièrement variables à l'échelle pluriannuelle. L'analyse croisée des « événements » météorologiques identifiés et des instabilités du milieu physique recensées par ailleurs sur la Côte Basque permettra peut-être de trouver à l'occasion d'une future étude des corrélations entre ces phénomènes.

Les analyses issues de ce travail seront utilisées dans le cadre de l'étude générale de l'érosion de la Côte Basque en cours, notamment pour les volets hydrologiques, géotechniques et océanographiques (modélisation de la propagation de la houle sur le plateau continental interne basque).