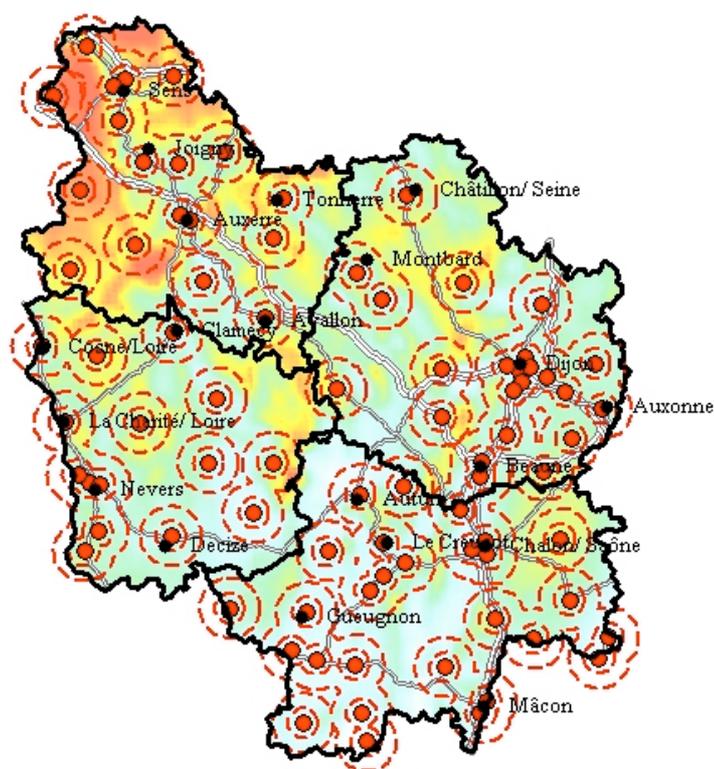


ADEME



## Programme Régional Environnement, Maîtrise de l'Énergie, Déchets (PREMED) de la BOURGOGNE



### ATLAS EOLIEN DE LA REGION BOURGOGNE

# SOMMAIRE

<b>PREMIÈRE PARTIE : ATLAS ÉOLIEN</b> .....	<b>4</b>
<b>1 CONTEXTE</b> .....	<b>6</b>
1.1 UN CONTEXTE GLOBALEMENT FAVORABLE .....	6
1.1.1 Aspect législatif .....	6
1.1.2 Aspect économique.....	6
1.1.3 Progrès technologiques .....	7
1.1.4 Un potentiel éolien intéressant.....	8
1.2 CONTEXTE RÉGIONAL.....	8
1.2.1 Contexte de la présente étude.....	8
1.2.2 Objectifs de l'étude.....	9
<b>2 GISEMENT ÉOLIEN EN BOURGOGNE</b> .....	<b>10</b>
2.1 CLIMATOLOGIE DE VENT .....	10
2.1.1 Présentation .....	10
2.1.2 Méthodologie utilisée .....	10
2.2 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....	11
2.2.1 Les vents moyens.....	11
2.2.2 L'énergie disponible .....	12
2.3 CONCLUSION SUR L'ÉTUDE DU GISEMENT .....	12
<b>3 RACCORDEMENT AU RÉSEAU</b> .....	<b>14</b>
3.1 LES DONNÉES .....	14
3.1.1 Les postes source .....	14
3.1.2 Capacité d'accueil.....	14
3.2 CARTE GISEMENT & POSTES SOURCE .....	15
<b>4 CONTRAINTES TECHNIQUES</b> .....	<b>17</b>
4.1 DONNÉES TECHNIQUES .....	17
4.1.1 L'aviation .....	17
4.1.2 Les stations radioélectriques.....	18
4.1.3 L'habitat.....	18
4.1.4 La forêt.....	18
4.2 CARTE DES CONTRAINTES TECHNIQUES .....	18
<b>5 ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX</b> .....	<b>21</b>
5.1 DONNÉES ÉCOLOGIQUES ET PATRIMONIALES .....	21
5.1.1 Données écologiques.....	21
5.1.2 Données patrimoniales .....	22
5.2 CARTE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX .....	23
5.3 ENJEUX LIÉS À L'AVIFAUNE ET AUX CHIROPTÈRES .....	26
5.3.1 Avifaune .....	26
5.3.2 Chiroptères.....	26
5.3.3 Carte des enjeux liés à l'avifaune et aux chiroptères.....	27
<b>6 SYNTHÈSE</b> .....	<b>29</b>
<b>DEUXIEME PARTIE : LES ASPECTS PAYSAGERS</b> .....	<b>32</b>
PRÉAMBULE ; MÉTHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE POUR L'INTÉGRATION DES ENJEUX PAYSAGERS DANS L'ATLAS	34
<b>1 LES ENTITÉS PAYSAGÈRES</b> .....	<b>36</b>
<b>2 LA RECONNAISSANCE DES PAYSAGES</b> .....	<b>38</b>
2.1 LES DONNÉES .....	38
2.2 CARTE DE LA RECONNAISSANCE DES PAYSAGES .....	39
2.3 EN CONCLUSION SUR LES ASPECTS PAYSAGERS : .....	41
<b>ANNEXES</b> .....	<b>43</b>

<b>ANNEXES 1 : ETUDE DU GISEMENT :</b> .....	<b>45</b>
<b>A) METHODOLOGIE – ET – VALIDATIONS</b> .....	<b>45</b>
A.1 MÉTHODOLOGIE DÉTAILLÉE DE L'ÉTUDE DU GISEMENT .....	45
A.1.1 <i>Les roses des vents</i> .....	45
A.1.2 <i>Les vents modélisés à résolution fine</i> .....	47
A.1.3 <i>Cas particulier de la cartographie de l'énergie disponible</i> .....	49
A.2 PRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE DES RÉSULTATS .....	51
A.2.1 <i>Les vents moyens</i> .....	51
A.2.2 <i>L'énergie disponible</i> .....	55
A2.3 RÉFÉRENCES .....	58
<b>B/ CRITERES DE QUALITE DES ROSES DES VENTS MODELISEES</b> .....	<b>59</b>
<b>C/ ROSES DES VENTS OBSERVEES ET MODELISEES A 10M</b> .....	<b>60</b>
<b>D/ ROSES DES VENTS ALADIN ET MESO-NH POUR LA BRESSE</b> .....	<b>68</b>
<b>ANNEXE 2 : LISTE DES ÉLÉMENTS CARTOGRAPHIÉS</b> .....	<b>70</b>
<b>ANNEXE 3 : CONCERTATION AVEC LES SERVICES DE L'ETAT</b> .....	<b>78</b>
A) <i>Côte d'Or</i> .....	78
B) <i>Saône-et-Loire</i> .....	78
C) <i>Yonne</i> .....	79
D) <i>Ensemble de la région</i> .....	79
<b>ANNEXE 4 DÉVELOPPEMENT INDICATIF D'UN PROJET ÉOLIEN</b> .....	<b>80</b>
<b>ANNEXE 5 CARNET D'ADRESSES</b> .....	<b>82</b>

**PREMIERE PARTIE :  
ATLAS EOLIEN**



# 1 CONTEXTE

## 1.1 Un contexte globalement favorable

### 1.1.1 Aspect législatif

La filière éolienne connaît depuis dix ans environ une croissance annuelle particulièrement élevée, notamment en Europe. Cela s'explique par la volonté de la communauté internationale de valoriser les énergies renouvelables (EnR), dites propres car ne produisant que peu ou pas de déchets et n'émettant que peu ou pas de gaz à effet de serre. La notion de Développement Durable apparaît en effet dès 1984 dans le rapport Brundtland et cette approche est confirmée par le Sommet de la Terre de Rio (1992) et le protocole de Kyoto (1995) notamment. Cette volonté s'est traduite à l'échelle communautaire par la directive européenne du 27 septembre 2001 qui prévoit que, dans la consommation totale, la part d'électricité produite à partir de sources d'EnR doit augmenter. La France doit ainsi passer de 15 % (année de référence 1997) à 21% (à l'horizon 2010).

En France, la loi du 10 février 2000 met en place deux mesures favorables aux EnR et à l'éolien en particulier :

- L'obligation d'achat par EDF de la production d'électricité issue des EnR,
- Un tarif prédéfini d'achat, globalement avantageux pour l'éolien.

De plus, la circulaire interministérielle aux préfets du 10 septembre 2003, relative à la promotion de l'énergie éolienne terrestre, invite les préfets à « faciliter la concrétisation rapide de projets éoliens en veillant, à travers l'évaluation préalable, la concertation et la large participation du public, à garantir l'ensemble des intérêts concernés » et détaille également les instructions juridiques et techniques en la matière.

### 1.1.2 Aspect économique

Les tarifs d'achat de l'électricité produite à partir d'éoliennes dépendent de la production annuelle, exprimée en nombre équivalent d'heures de fonctionnement à la puissance nominale, et sont définis par l'arrêté du 8 juin 2001. Ils sont volontairement dégressifs en fonction de la production de façon à éviter que les demandes d'installations se concentrent trop dans les zones les plus ventées du territoire, et assurer ainsi une bonne répartition de la production d'électricité d'origine éolienne. Pour la France métropolitaine :

Durée annuelle de fonctionnement de référence	Tarif des 5 premières années (en centimes d'euros par kWh)	Tarif des 10 années suivantes (en centimes d'euros par kWh)
2000h et moins	8,38	8,38
Entre 2000 et 2600h	8,38	Interpolation linéaire
2600h	8,38	5,95
Entre 2600h et 3600h	8,38	Interpolation linéaire
3600h et plus	8,38	3,05

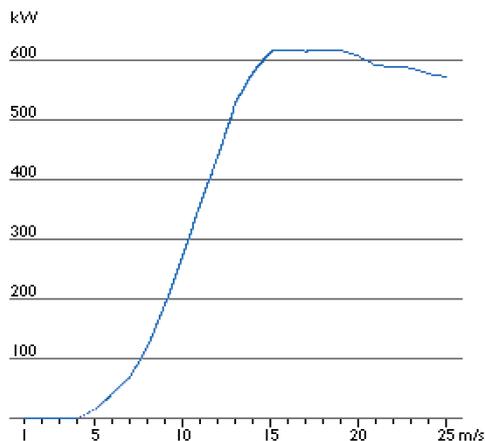
Ces tarifs sont également dégressifs d'un coefficient de 0,967 par an à partir de 2003. Ils sont de plus ajustés en fonction de l'indice du coût horaire du travail dans les industries mécaniques et électriques et sur l'indice des produits et services divers à l'année de demande de raccordement.

A titre de comparaison, le kWh est acheté 8,42 centimes d'euros en Italie et, aux Pays-Bas, le tarif d'achat éolien correspond au prix de marché plus une prime additionnelle de 4,9 centimes d'euros pour le kWh onshore et 6,8 centimes d'euros le kWh offshore.

Pour un investissement initial de 1 million d'euros nécessaire à l'implantation d'une grande éolienne de 1MW raccordée au réseau, la rentabilité annuelle moyenne calculée (pour un fonctionnement équivalent à 2500 heures par an, avec un amortissement sur 15 ans) avoisine les 8%.

### 1.1.3 Progrès technologiques

Le développement accéléré des parcs éoliens au cours des dernières années peut aussi s'expliquer par des progrès technologiques à la fois rapides et importants, qui ont amenés le coût de l'électricité éolienne dans des plages proches de celles des énergies traditionnelles. Les machines des parcs éoliens actuels sont composées d'un mât tubulaire métallique, d'un rotor tripale et d'une nacelle contenant la génératrice. La puissance délivrée par une éolienne dépend directement de l'énergie reçue par la surface balayée par les pales. Cette énergie varie comme le cube de la vitesse du vent. La vitesse de démarrage se situe selon les machines entre 3 et 5 m/s. La puissance nominale est atteinte à partir de 10 à 15 m/s. La machine s'arrête pour se mettre en sécurité pour des vents au-delà de 25 à 30 m/s. La tendance est à l'augmentation de la puissance unitaire des éoliennes et donc de leur taille. En Bourgogne, les opérateurs s'orientent vers des machines hautes (nacelle à 80 mètres soit jusqu'à 130 mètres en bout de pales), d'un diamètre de rotor d'environ 90 mètres pour une puissance unitaire comprise entre 1.5 et 2.3 MW.



Evolution de la puissance délivrée par une éolienne en fonction de la vitesse du vent : exemple pour une machine classique de 600 kW. (La forme est identique pour les puissances plus élevées)  
Source : Windpower

La production annuelle d'électricité d'une grande éolienne en Bourgogne, pour les zones favorables, peut être estimée en première approche en considérant un fonctionnement à puissance nominale de l'ordre de 1800 à 2000 heures par an<sup>1</sup>. A titre de comparaison, sur la première année de fonctionnement, la production de l'éolienne de 1.2 MW installée en Champagne en 2002 a été équivalente à 2100 heures de fonctionnement, contre 2000 attendues.

Il existe également des éoliennes de puissance beaucoup plus faible (1kW à 15 kW) utilisées pour fournir de l'électricité à des sites isolés non raccordés au réseau.

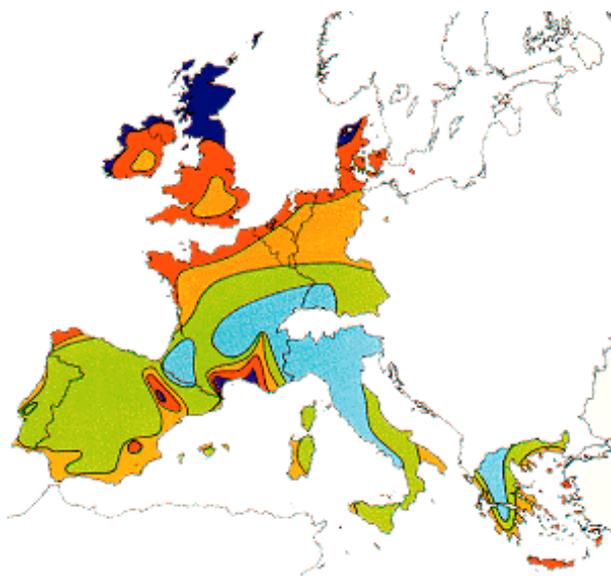
La gamme des 500/600 kW (puissance des machines des premiers parcs éoliens en France) peut-être utilisée pour des projets plus modestes, éloignés du réseau de transport d'électricité en utilisant le réseau HTA (moyenne tension) pour le raccordement.

Le présent atlas concerne le grand éolien.

<sup>1</sup> Par exemple, une éolienne de 1 MW produira en moyenne environ 2 000 MWh/an (ou 2 000 000 kWh). Cette production est variable suivant le site, les conditions de vent de l'année...

### 1.1.4 Un potentiel éolien intéressant

La France possède le deuxième gisement éolien d'Europe, derrière le Royaume-Uni. Les vents les plus forts s'observent dans les régions littorales et en particulier le long de la Méditerranée et de l'Atlantique ; la Bourgogne est dotée d'un potentiel que l'on peut qualifier de moyen. Les éoliennes sont généralement rentables à partir de vitesses moyennes annuelles de vent de l'ordre de 6m/s. L'augmentation de la taille des mâts pour aller chercher en hauteur des vents plus forts fait que, au final, rares sont les régions où le potentiel ne se révèle pas intéressant.



Vitesses de vent en Europe  
Source : European Wind Atlas

Vitesse de vent en m/sec			
	Surface grenue (bois, bocage dense, zones urbaines...)	Surface plate (relief plat ou légèrement ondulé, cultures basses...)	Zones côtières
	> 6	> 7,5	> 8,5
	5,0 - 6,0	6,5 - 7,5	7,0 - 8,5
	4,5 - 5,0	5,5 - 6,5	6,0 - 7,0
	3,5 - 4,5	4,5 - 5,5	5,0 - 6,0
	< 3,5	< 4,5	< 5,0

## 1.2 Contexte régional

### 1.2.1 Contexte de la présente étude

L'élaboration de cet Atlas fait suite à l'étude des potentiels de Maîtrise de la Demande d'Electricité et de Production Décentralisée d'Electricité réalisée en 2003. Cette étude était commandée par les syndicats d'électrification de la Bourgogne et suivie par un comité de pilotage comprenant en plus des commanditaires l'ADEME, la Région et EDF (financeurs avec l'Europe) ainsi que la DRIRE, la DIREN et le RTE.

L'étude comprenait un volet éolien qui a permis de cartographier :

- la ressource en vent à partir du modèle Aladin de Météo France (vitesses annuelles moyennes en m/s à 50 et 100 m avec une maille de 12 km)
- la plupart des contraintes techniques à l'implantation de parcs éoliens
- les principales contraintes environnementales

Bien que la Bourgogne soit comparativement une région relativement peu ventée, cette étude, qui était une première approche, a permis de mettre en évidence un potentiel intéressant nécessitant cependant :

- d'apporter plus de précisions sur la ressource (en m/s et aussi en Wh/m<sup>2</sup>, plus représentatif, la maille de 12 km n'étant pas suffisante pour délimiter correctement des zones favorables)
- d'intégrer l'ensemble des données disponibles sur les contraintes techniques et enjeux environnementaux
- d'intégrer les enjeux paysagers à partir des cartes de la DIREN
- de hiérarchiser ces éléments pour faire ressortir 3 niveaux de zones : zones d'exclusion, zones possibles, zones d'opportunités

Le groupement SERT, Météo France & Eole Paysage a été retenu par l'ADEME et la Région pour effectuer ce travail d'atlas.

### 1.2.2 Objectifs de l'étude

L'objectif principal de cette étude est d'apprécier le potentiel du grand éolien sur le territoire bourguignon en tenant compte de l'ensemble des contraintes factuelles liées à ce territoire.

Cette étude est indispensable à la définition de la politique de la Région en matière d'éolien. En effet, suite à la publication des résultats, il s'agira pour la Région de promouvoir un développement concerté de l'éolien en Bourgogne par :

- l'identification des projets réalisables en tenant compte de la sensibilité du territoire et de son potentiel éolien,
- l'engagement de réflexions avec les acteurs du secteur (élaboration d'un schéma directeur éolien si nécessaire, mise à disposition d'outils d'aide à la décision pour les maîtres d'ouvrage et pour les élus locaux).

L'Atlas a pour vocation de devenir un véritable outil d'aide à la décision à l'attention des acteurs du secteur : élus, collectivités, administrations, porteurs de projets... Il doit à la fois permettre de rationaliser les projets, d'en favoriser l'émergence et d'apporter une réflexion régionale sur le thème. **L'Atlas n'est pas un outil à portée réglementaire et il ne se substitue pas aux études et autorisations nécessaires.**

## 2 GISEMENT EOLIEN EN BOURGOGNE

### 2.1 Climatologie de vent

#### 2.1.1 Présentation

Une étude régionale de gisement éolien nécessite une connaissance précise de la météorologie du vent sur la zone considérée. Or, les vents à hauteur de l'axe (ou rotor) de l'éolienne sont très variables spatialement (relief, rugosité et nature du sol ...), et temporellement (en fonction des situations météorologiques, des évolutions diurnes et saisonnières ...).

Des mesures sur plusieurs années permettent d'appréhender cette variabilité de la climatologie du vent de surface, mais la taille du réseau de mesure (une trentaine de stations sur la région Bourgogne) et sa limitation à une hauteur de 10 mètres ne répondent pas à la précision demandée pour une bonne connaissance du potentiel éolien.

Les progrès de la modélisation numérique permettent de simuler les écoulements atmosphériques à échelle fine, et, une climatologie effectuée à partir des sorties de modèle météorologique offre, pour une étude locale, une alternative à l'installation de stations supplémentaires et au recueil d'observations pendant une période suffisamment longue. Dans cette démarche, les observations ne sont utilisées que pour estimer la qualité des simulations numériques effectuées.

**Cette alternative permet de mettre en évidence des zones favorables à l'éolien mais les incertitudes sur les résultats obtenus ne permettent pas de s'affranchir, à l'échelle d'un site, d'une étude complémentaire du potentiel éolien à l'aide d'un mât de mesure.**

#### 2.1.2 Méthodologie utilisée

La réalisation d'une climatologie « de modèle », nécessite de posséder une série de simulations suffisamment importante. Ceci est envisageable avec un modèle météorologique opérationnel, mais l'échelle la plus fine disponible avec les modèles actuels est de l'ordre de 12 km.

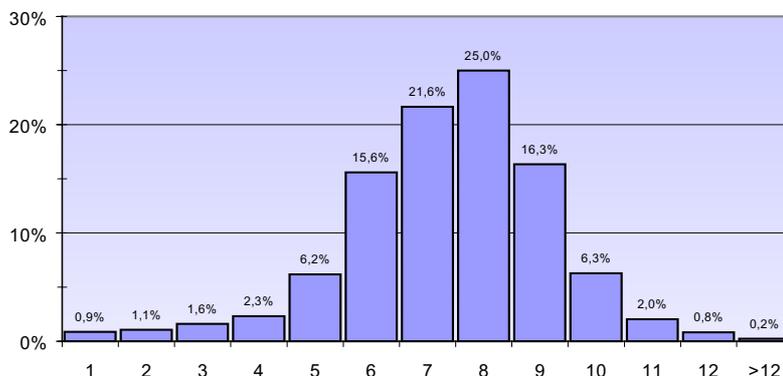
Une résolution de 2 km, considérée comme souhaitable pour une étude sur la Bourgogne, impose l'utilisation de modèles permettant de descendre à une échelle plus fine comme le modèle Méso-NH, développé en collaboration entre Météo-France et le CNRS, qui a été utilisé pour le calcul du vent moyen pour l'Atlas Bourgogne.

Ces modèles ne sont pas utilisés en opérationnel (pour les prévisions météo par exemple) car le coût de calcul d'une simulation est trop élevé. Pour remédier à l'impossibilité de disposer d'une longue série de simulations, on étudie un échantillon de journées choisi à l'aide de méthodes statistiques, pour être représentatif de la fréquence climatologique de classes de types de temps de grande échelle. La modélisation à échelle fine est ensuite utilisée pour recréer la déclinaison à l'échelle locale de ces types de temps.

L'échantillon utilisé par Méso-NH pour réaliser une adaptation dynamique au relief de la Bourgogne comprend 95 journées. Le vent moyen à 50 et 80 m a ainsi été calculé à partir de données horaires disponibles sur une grille de 2 km de résolution horizontale et comprenant 40 niveaux verticaux pour représenter correctement la dynamique de l'atmosphère.

L'estimation du potentiel éolien d'un site ne s'obtient pas seulement à partir du vent moyen : une bonne connaissance des variations du vent est aussi nécessaire. Pour cela, on utilise la distribution dite de « Weibull » qui indique la répartition des vents par classes de vitesses. L'information obtenue permet de calculer l'énergie disponible (qui varie comme le cube de la vitesse, d'où la nécessité de connaître la répartition des vitesses).

La limite de 6 m/s n'est donc pas stricte pour définir la validité d'un site dans la mesure où c'est la répartition annuelle par classes de vent qui est déterminante dans la production d'une éolienne (voir ci-dessous un exemple de la répartition des vitesses issue d'une campagne de mesures pour un site dont la vitesse moyenne est de l'ordre de 6 m/s).



L'échantillon utilisé pour les simulations Méso-NH (95 jours) est de taille insuffisante pour obtenir une bonne distribution des vitesses de vent, aussi les énergies disponibles ont-elles été calculées à partir des données du modèle opérationnel de Météo-France, appelé Aladin, sur une grille de 12 km.

Une présentation détaillée de la méthodologie utilisée pour l'étude du gisement est disponible en annexe 1 du rapport, page 45.

## 2.2 Présentation des résultats

### 2.2.1 Les vents moyens

Les cartes des vents moyens à 50 et 80 m calculés à partir de Méso-NH sont présentées en annexe. La géographie des résultats obtenus pour les deux niveaux étudiés est très proche, la différence se situant au niveau des valeurs : celles calculées à 80 m sont de l'ordre de 0,8 m/s supérieures à celles obtenues à 50 m.

L'analyse de la carte du vent moyen à 80 m montre que les endroits bénéficiant du meilleur potentiel éolien sont en majeure partie situés dans la région nord-ouest de la Bourgogne, dans le département de l'Yonne.

Cette zone, où les vents moyens à 80 m sont souvent supérieurs à 6 m/s, comprend toute la partie ouest du département située sur la rive gauche de l'Yonne, les plus fortes valeurs se rencontrant sur les collines à l'ouest de Sens et sur les reliefs les plus élevés de la Puisaye. Des zones bien ventées se rencontrent également en rive droite de l'Yonne sur la région qui s'étend du nord du département jusqu'à la forêt d'Othes. Le sud-ouest du département, de l'Auxerrois et du Chablis jusqu'au sud-est présente également sur les reliefs des zones de vent moyen élevé.

Le Morvan présente des zones avec vent moyen à 80 m supérieur à 5,5 m/s dans la partie nord du massif située à la limite de l'Yonne et de la Nièvre. La région qui s'étend du sud du lac des Settons jusqu'aux sommets les plus élevés du massif présente des vents moyens importants, les valeurs dépassant les 6,5 m/s vers Bois-du-Roi, point culminant du massif du Morvan (Haut-Folin, 902 m).

Dans la zone hors massif du Morvan du département de la Nièvre, seules quelques collines du Nivernais se distinguent par un potentiel un peu supérieur à la moyenne.

Le département de la Côte-d'Or présente également quelques régions avec des vents moyens élevés : essentiellement le plateau de Langres, avec un maximum à proximité des sources de la

Seine, vers Saint-Martin-du-Mont, ainsi que la ligne de crête (500 à 600 m d'altitude) des Hautes-Côtes, relief qui domine la côte des grands vins de Bourgogne.

Hormis quelques exceptions sur les hauteurs comme le Mont-Saint-Vincent, qui culmine à 603 m, ou le massif d'Uchon, et surtout pour la région de la plaine de Bresse située juste au sud du Doubs, où les valeurs atteignent 5,5 m/s sur une grande étendue, la Saône-et-Loire présente un potentiel de vents moyens assez nettement inférieur à la moyenne Bourguignonne, avec des zones très fortement déventées comme la dépression d'Autun.

La validation des résultats à partir des roses des vents observées à 10 m est très correcte, avec un vent moyen estimé supérieur en moyenne de 0,2 m/s par rapport aux mesures. Cette différence, quasi-générale, provient d'une sous-estimation du pourcentage de vents calmes par le modèle Mésos-NH.

### **2.2.2 L'énergie disponible**

Les cartes des énergies disponibles à 50 et 80 m calculées à partir de 5 années de simulation du modèle de grande échelle Aladin sont présentées en annexe.

La géographie des résultats obtenus pour les deux niveaux étudiés est proche, la différence se situant au niveau des valeurs obtenues qui sont supérieures d'environ 50 W/m<sup>2</sup> à 80 m par rapport au niveau 50 m.

Les résultats obtenus confirment une grande partie des résultats énoncés dans le paragraphe sur les vents moyens : le meilleur potentiel éolien se trouve dans la partie nord du département de l'Yonne, sur les collines du Sénonais. La zone favorable de la région de l'Auxerrois est également confirmée, les valeurs dépassant les 200 W/m<sup>2</sup> à 80 m et atteignant les 250 W/m<sup>2</sup> dans le Sénonais.

Le Morvan présente également, mais à un degré moindre, un potentiel favorable tout comme la région des sources de la Seine avec des énergies disponibles proches de 200 W/m<sup>2</sup> à 80m.

La différence essentielle avec les résultats énoncés pour les vents moyens calculés par Mésos-NH concerne la vallée de la Saône, c'est à dire, pour ce qui concerne la région Bourgogne, essentiellement la plaine de la Bresse qui présente un bon potentiel pour l'éolien avec des énergies disponibles supérieures à 200 W/m<sup>2</sup> et atteignant même les 250 W/m<sup>2</sup>. Cette estimation de potentiel, meilleure que celle obtenue à partir des vents moyens, résulte de plusieurs facteurs : d'une part, le modèle Aladin calcule un vent moyen supérieur à celui de Mésos-NH dans cette zone et, d'autre part, ce résultat traduit une dispersion importante des vents avec un pourcentage élevé de vents forts qui est pris en compte au niveau du calcul de l'énergie disponible.

## **2.3 Conclusion sur l'étude du gisement**

La modélisation du vent à échelle fine (2 km) sur la Bourgogne, à l'aide du modèle Mésos-NH, a principalement mis en évidence que le meilleur potentiel éolien se trouve dans le nord-ouest de la région, dans le département de l'Yonne, sur les premiers contreforts du bassin parisien. Dans la zone la plus favorable (Sénonais), le vent moyen à 80 m dépasse les 6,5 m/s.

D'autres régions présentent également un bon potentiel pour l'énergie éolienne comme l'Auxerrois, le massif du Morvan, le plateau de Langres, les reliefs des Hautes-Côtes en Côte d'Or mais également la plaine de Bresse avec des valeurs plus faibles (environ 5 m/s).

La différence entre les vitesses moyennes à 50 et 80 m est d'environ 0,8 m/s.

La méthodologie mise en œuvre pour aboutir à cette cartographie a été validée avec les observations à 10 m, et s'avère très satisfaisante, avec une surestimation moyenne de 0,2 m/s. En fait, cette surestimation est quasi-systématique pour toutes les climatologies de vent réalisées avec le modèle Mésos-NH, avec une large sous-estimation de la classe des vents calmes.

Ces résultats sont en accord avec les énergies disponibles calculées à partir des résultats du modèle de grande échelle Aladin. Le seul point de désaccord concerne la plaine de Bresse, pour laquelle Aladin calcule une vitesse moyenne plus élevée ce qui, associé à un important pourcentage de vents forts, détermine une énergie disponible plus élevée et donc un plus fort potentiel éolien que celui estimé à partir de la vitesse moyenne calculée avec le modèle Méso-NH à l'échelle de 2 km .

Ces résultats obtenus par des simulations numériques sont d'assez bonne qualité pour estimer le potentiel éolien de la région Bourgogne à une échelle de 2km dans le cas de ceux obtenus avec le modèle Méso-NH. Toutefois quelques incertitudes subsistent, provenant notamment de l'erreur du modèle mais également du petit échantillon de journées utilisées pour les simulations du modèle Méso-NH.

**La résolution des simulations ainsi que les incertitudes sur les résultats obtenus ne permettent pas de s'affranchir, à l'échelle d'un site, d'une étude complémentaire du potentiel éolien à l'aide d'un mât de mesure.**

## 3 RACCORDEMENT AU RESEAU

Les premiers paramètres pris en compte lors du choix des sites d'implantation de parcs éoliens sont naturellement d'ordre énergétique : le gisement de vent d'une part, et la possibilité d'injection de la production sur le réseau électrique d'autre part. Au-delà d'une distance moyenne de 10 km entre le site de production éolien et le poste source<sup>2</sup> le plus proche, le raccordement est généralement (suivant la taille des projets) jugé trop coûteux.

Il est possible de définir des zones potentiellement favorables à l'implantation d'éoliennes d'un point de vue strictement énergétique en superposant graphiquement le gisement éolien à 80 mètres<sup>3</sup> et la distance aux postes source (→ voir carte 1 « gisement & postes sources »).

### 3.1 Les données

#### 3.1.1 Les postes source

La proximité d'un point de raccordement pour injecter le courant produit par le parc éolien sur le réseau électrique est un élément déterminant dans la conception d'un projet éolien. Chaque demande de raccordement est étudiée au cas par cas par les gestionnaires de réseau (ARD<sup>4</sup> pour les projets d'une puissance inférieure à 12 MW, et RTE<sup>5</sup> pour les autres projets). Son acceptation dépend notamment de la consommation minimum sur le poste source concerné et de la capacité d'accueil sur le réseau Haute Tension en amont. Il est à noter que l'acceptation d'un ouvrage de production décentralisée sur le réseau est aujourd'hui soumise à la règle dite du « N-1 » qui veut que lorsqu'un ouvrage du réseau de transport est défaillant, les autres ouvrages doivent être suffisants pour conserver un fonctionnement normal. Ainsi, il est considéré que la puissance maximale de l'unité de production décentralisée doit pouvoir être évacuée par le réseau, même en cas de défaut sur un ouvrage du réseau Haute Tension, et ce sur la base d'une consommation minimale au poste. Dans le cas de l'éolien, ces hypothèses définissent un critère très prudent d'acceptation (hypothèses de consommation minimale sur le poste source avec, simultanément, une production maximale du parc éolien).

Le coût de raccordement d'un projet éolien est proportionnel à la distance au poste source ; il est généralement jugé trop onéreux au-delà d'une distance de l'ordre de 10 kilomètres pour un parc de 10 à 12 MW. Pour les parcs de puissance plus faible, une distance de 5 kilomètres est parfois considérée en première approche.

#### 3.1.2 Capacité d'accueil

A l'occasion de la parution de la nouvelle procédure de traitement des demandes de raccordement des installations de production, les gestionnaires de réseau mettent à disposition du public les capacités d'accueil des postes du réseau de transport.

<sup>2</sup> Un poste source est une unité transformant le courant provenant du réseau de transport (HTB - Haute Tension niveau B : 63 000 ou 90 000 Volts en général) en un courant de moyenne tension (HTA – haute tension niveau A : 20 000 V) pour alimenter le réseau de distribution d'électricité.

<sup>3</sup> hauteur courante des rotors des grandes éoliennes actuelles.

<sup>4</sup> ARD : Accès au Réseau de Distribution. Les Agences régionales sont intégrées à EDF/GDF Services. Pour la Bourgogne : l'ARD Rhône-Alpes-Bourgogne est situé à Lyon.

<sup>5</sup> RTE : Réseau de Transport de l'Electricité, gestionnaire du réseau de transport d'électricité à haute et très haute tension.

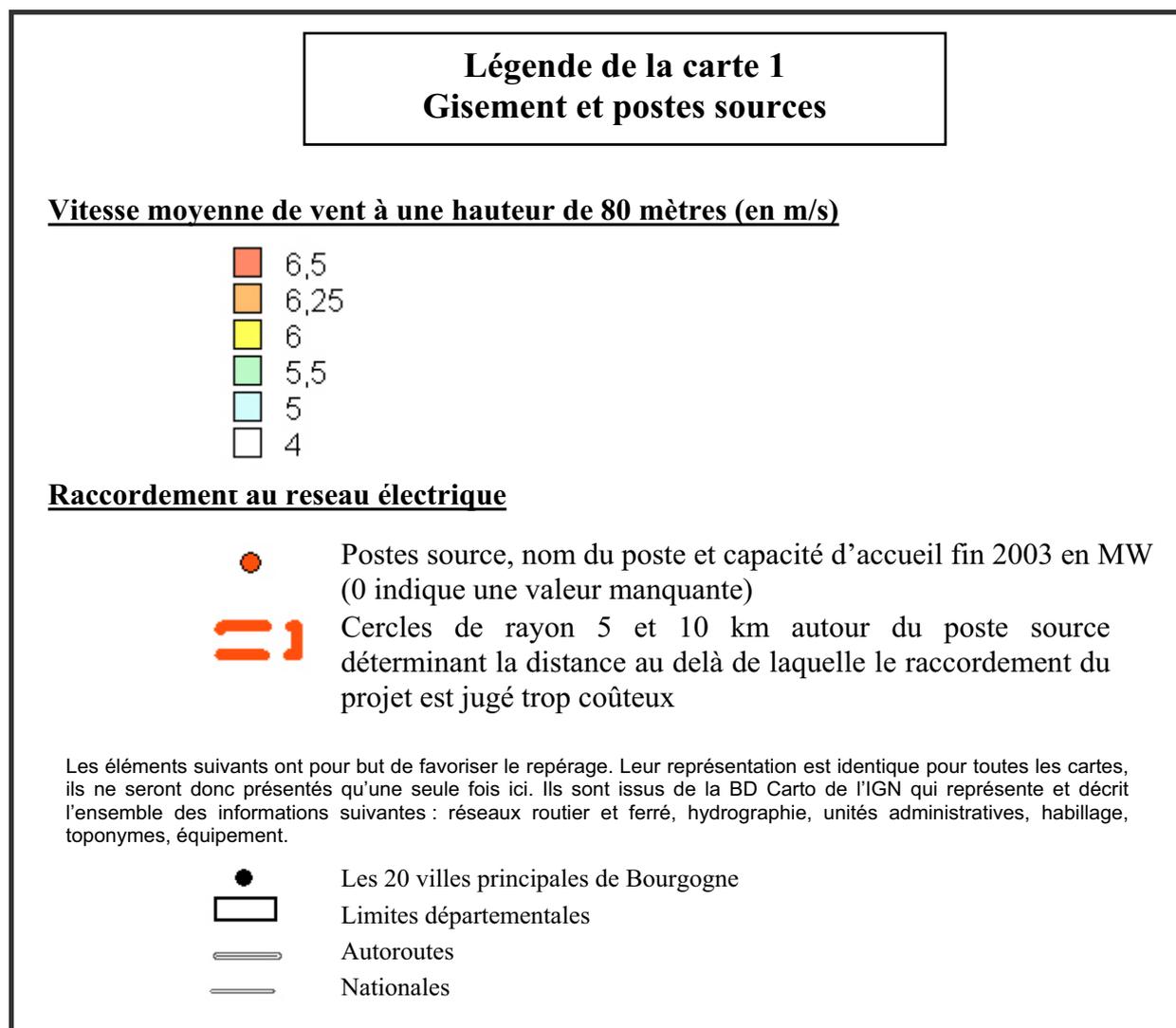
La capacité d'accueil d'un poste est la puissance maximale d'une installation de production qui pourrait être raccordée à ce poste sans créer de contraintes de transit inadmissibles sur les lignes et transformateurs du réseau de transport. Cette capacité est fonction de la capacité de transit des lignes et transformateurs (variable selon les saisons) et des consommations et production déjà existantes, elles-mêmes variables tout au long de l'année. La capacité d'accueil est calculée en supposant qu'il n'y a pas de nouvelle installation de production en dehors du poste où se fait le calcul.

#### ❖ *Avertissement*

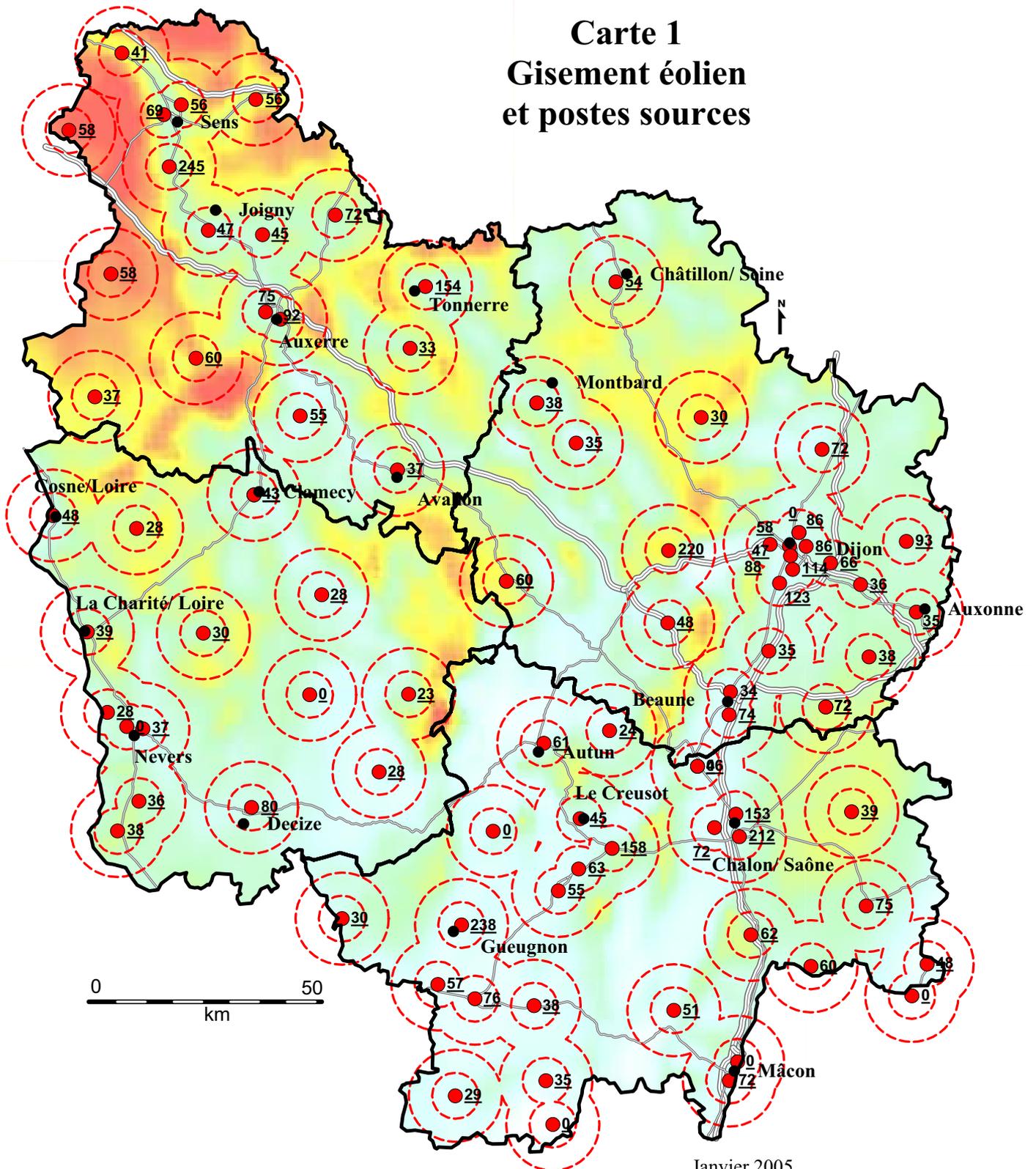
**Les capacités d'accueil indiquées ne " s'ajoutent " pas.** Il est en effet assez intuitif que, si la capacité d'accueil de deux postes proches l'un de l'autre est de 50 MW par exemple, il n'est pas possible de raccorder simultanément 50 MW dans chacun de ces postes, puisque ces postes partagent - au moins partiellement - le même réseau Haute Tension en amont. La capacité d'accueil globale sur ces deux postes n'est donc pas de 100 MW : elle est d'au moins 50 MW, et sera d'autant plus forte que ces postes ont une interaction faible.

La capacité d'accueil du réseau de transport français, compte tenu de la localisation potentielle des centrales éoliennes, est ainsi aujourd'hui de l'ordre de 6 à 7000 MW alors que, si l'on ajoutait les capacités d'accueil de tous les postes, on trouverait un total de 120 000 MW environ. (source : rte-france.com)

### 3.2 **Carte gisement & postes source**



# Carte 1 Gisement éolien et postes sources



Janvier 2005

Source des données: Météo france, RTE, BD Carto IGN

SERT

**Les conditions favorables à la production d'électricité par aérogénérateurs se trouvent dans les zones colorées du jaune au rouge (vent supérieur à 6 m/s, contenues dans un cercle rouge (rayon 5 ou 10 km autour d'un poste source))**

## 4 CONTRAINTES TECHNIQUES

Le but de cet Atlas est aussi de donner des repères aux porteurs de projets. Ce chapitre a donc pour objet d'énumérer et de cartographier les différentes contraintes techniques (aviation, servitudes radioélectriques, habitat et forêt) qui devront être prises en compte lors d'études précises d'implantation. Il est à noter que dans tous les cas, l'opérateur éolien est tenu de respecter les servitudes inhérentes aux usagers du sol présents avant lui sur un espace donné.

### 4.1 Données techniques

#### 4.1.1 L'aviation

- **Aérodromes et aéroports publics** : ils sont protégés par de nombreuses servitudes géographiques incompatibles avec des constructions en altitude. Des altitudes réglementaires maximales à ne pas dépasser sont fixées. Elles varient avec la distance à la piste et la direction. La contrainte est logiquement nettement plus forte dans l'axe des pistes. Elle est également très dépendante du type de pilotage possible au niveau de l'aéroport (vol à vue / approche aux instruments / atterrissage aux instruments). La limite et la nature de la servitude sont différentes pour chaque aérodrome (lorsque la construction est autorisée, l'éolienne doit être balisée pour une visibilité maximale : couleur blanche et dispositif lumineux). La contrainte est exprimée en altitude ; la hauteur de construction possible dépend donc du relief autour de l'aéroport. Pour les terrains d'aviation privés, il n'existe pas de servitudes officielles. Une concertation locale est donc à prévoir au cas par cas.
- **Balises aériennes**. Elles sont protégées par une distance minimum à respecter pour toute construction, et une hauteur maximum (en pourcentage de la distance), au delà de la distance minimum. Elles sont situées à proximité des aéroports pour aider les avions lors des manœuvres d'approche, et le long des grands couloirs aériens.
- **Couloirs aériens militaires**. Ce sont des zones où peuvent se dérouler des exercices aériens à très basse altitude et à très grande vitesse. La hauteur des constructions y est donc logiquement limitée et l'implantation des éoliennes étudiées au cas par cas. La position des couloirs, reprise à partir des cartes aéronautiques OACI France nord-est et France sud-est 1/500000<sup>e</sup> (IGN) est tracée à titre indicatif.

Certaines données cartographiques sur les contraintes liées à l'aviation sont disponibles auprès du Service de l'Information Aéronautique basé à Bordeaux Mérignac. Les informations plus précises sur les contraintes par aéroport et sur les balises sont disponibles auprès de l'Aviation Civile ; district Aéronautique Nord Est ; basé à Strasbourg Entzheim. Ces servitudes sont aussi disponibles auprès des services compétents des DDE.

Pour les servitudes liées à l'aviation militaire, les demandes sont à effectuer auprès de la Région Aérienne Nord.

#### **4.1.2 Les stations radioélectriques**

- **Les stations radioélectriques**. Elles sont soumises à des servitudes radioélectriques visant à protéger les centres de réception électromagnétiques contre les perturbations électromagnétiques et les centres d'émission et de réception exploités par l'Etat contre les obstacles (code des Postes et Télécommunications). Seules les stations protégées par décret sont représentées. Ces données sont obtenues auprès de l'Agence Nationale des Fréquences et sont consultables en ligne : [www.anfr.fr](http://www.anfr.fr).
- **Le radar hydrométéorologique de Blaisy-Haut** est une station radioélectrique particulière, exploitée par Météo France. Il n'est fortement contraignant que dans un rayon de 2 km. Cependant, dans l'hypothèse d'un projet éolien à proximité, des calculs d'obstruction du faisceau devront être effectués jusque dans un rayon de 10 km.

#### **4.1.3 L'habitat**

Pour respecter la législation en matière de bruit (émergence par rapport au bruit ambiant inférieure à 5 dB le jour et 3 dB la nuit) les opérateurs éoliens s'éloignent des habitations, en général d'au moins 500 mètres. Cette distance peut cependant se révéler insuffisante dans certain cas, notamment dans un environnement sonore calme. Exceptionnellement, en particulier dans le cas de bâtiments isolés, des éoliennes peuvent être implantées à moins de 500 mètres. L'impact sonore d'un projet doit être estimé à partir d'études acoustiques à l'échelle d'un site.

#### **4.1.4 La forêt**

La forêt occupe une part importante de la superficie bourguignonne. Elle constitue un milieu écologiquement riche et est donc de ce fait particulièrement concernée par les différents types de protection et inventaire écologique (Znieff, Natura 2000...). Cependant, sauf dans ces cas particuliers, elle n'est pas strictement incompatible avec l'installation de parcs éoliens. Le déboisement constitue néanmoins une contrainte technique forte qu'il est important de prendre en considération. De plus, les zones boisées présentent, du point de vue du gisement éolien, des rugosités importantes qui freinent le vent. Ces zones sont donc souvent peu favorables d'un point de vue technique.

L'Office National des Forêts (ONF), gestionnaire de près de 300 000 hectares d'espaces forestiers en Bourgogne, tient particulièrement à ce que le développement de parcs éoliens soit respectueux d'une gestion durable des espaces qui lui sont confiés. Dans ce but, mais également pour permettre aux opérateurs de disposer d'un cadre juridique pour monter leurs projets, l'ONF a établi un certain nombre de dispositions et de recommandations. Ainsi, il sera systématiquement demandé au promoteur de réaliser une étude d'impact si la faisabilité de l'opération est reconnue sur les plans juridique, technique et de « faisabilité humaine » (pour la liste complète des dispositions et recommandations : ONF Bourgogne-Franche-Comté, Direction Territoriale).

## **4.2 Carte des contraintes techniques**

## Légende de la carte 2 Contraintes techniques

### Aviation

-  Aérodromes (publics)
-  Plan de servitudes aériennes (il est à noter que certains PSA sont en cours de modification)
-  Plan de servitudes aériennes de l'aérodrome militaire de Dijon-Longvic
-  Zones d'approche aux instruments aux instruments
-  Couloirs de vols à très basse altitude et très grande vitesse
-  Balises aériennes en dehors des Plan des Servitudes Aériennes (PSA)

### Stations radioélectriques

-  Stations radioélectriques (sans leur rayon de servitudes)
-  Radar hydrométéorologique
-  Cercles de rayon 2 et 10 km déterminant les servitudes associées au radar

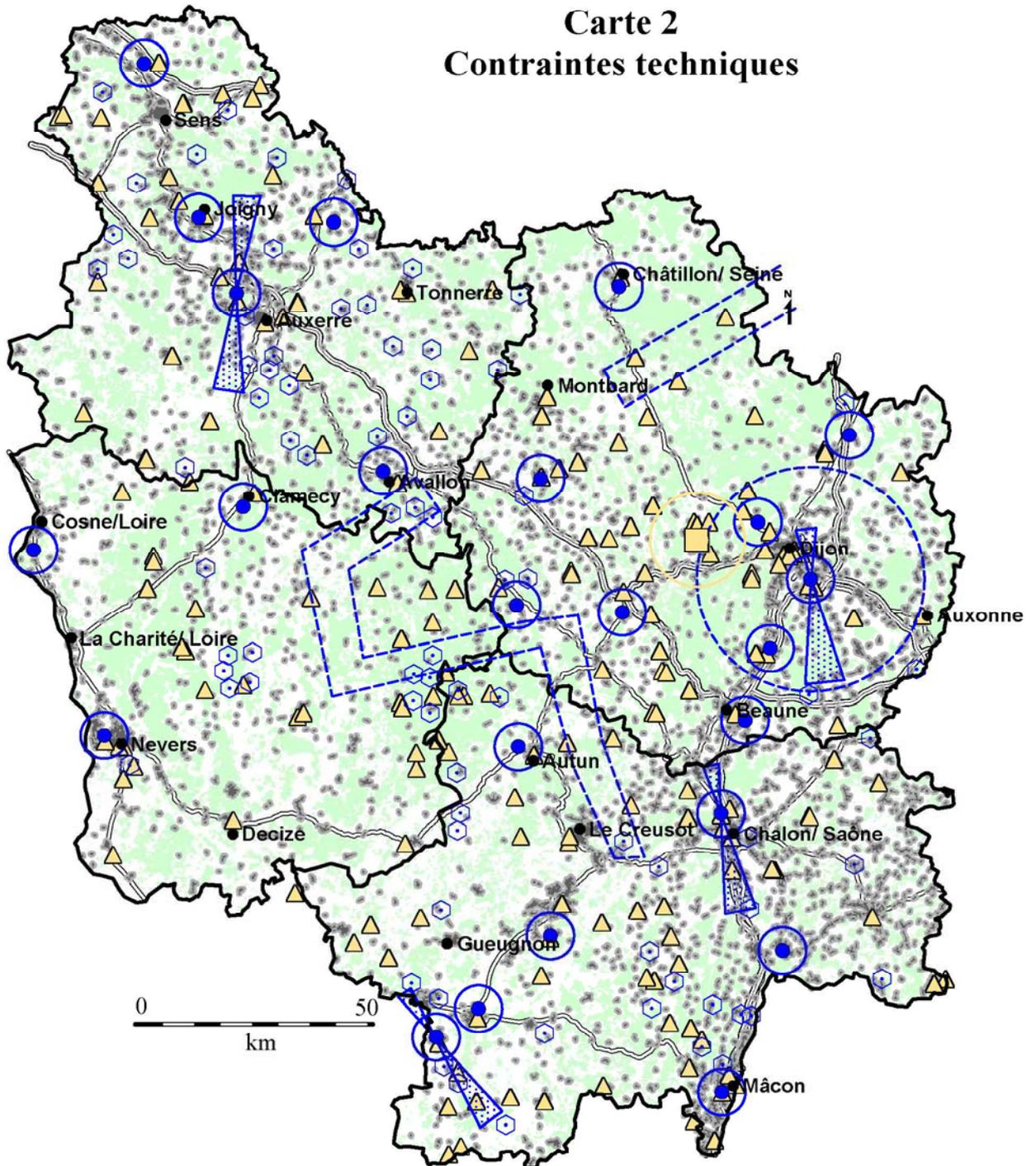
### Bâti

-  Zones du thème « bâti » de la BD Carto (IGN), sans l'habitat isolé
-  Rayon de 500 mètres autour des zones bâties

### Forêt

-  Zones du thème « forêt » de la BD Carto IGN

## Carte 2 Contraintes techniques



Janvier 2005

Sources des données: DGAC, ANFR, Météo France, BD Carto IGN

*SERT*

**Tous les éléments signalés présentent des contraintes plus (habitat ; aviation) ou moins (forêt) fortes à l'implantation d'éoliennes**

## 5 ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

### 5.1 Données écologiques et patrimoniales

Les données écologiques et patrimoniales proviennent de la DIREN, des directions Départementales de l'Équipement et des Services Départementaux de l'Architecture et du Patrimoine.

#### 5.1.1 Données écologiques

##### ❖ Présentation

- Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB, loi du 10 juillet 1976). Ils sont à l'initiative de l'État et fixent les mesures (activités interdites, limitées ou soumises à autorisation) qui doivent permettre la conservation des biotopes.
- Directive Oiseau (2 avril 1979) et Directive Habitat (21 mai 1992). Elles mettent respectivement en place, dans le cadre des zones proposées NATURA 2000, les ZPS (Zone de Protection Spéciale) et les ZSC (Zone Spéciale de Conservation). Leur but est de préserver, maintenir ou rétablir la diversité biologique par la création d'un réseau de sites cohérents.
- Parc Naturel Régional. Le classement d'un territoire, par décret, d'un territoire en Parc Naturel Régional (PNR) a pour but de promouvoir une image de qualité liée aux efforts de protection et de mise en valeur du patrimoine. Chaque parc est doté d'une charte fixant les objectifs à atteindre, les orientations des actions à mener et les mesures permettant leur mise en œuvre.
- Réserve Biologique Domaniale. Elles ont pour objectifs la préservation du patrimoine naturel remarquable et l'étude de la dynamique des écosystèmes en forêt domaniale.
- Réserve Naturelle. Elles sont créées à l'initiative du ministère chargé de l'environnement. Ce sont des zones au patrimoine riche et reconnu.
- Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO). Cet inventaire (réalisé entre 1979 et 1991 par la Ligue de Protection des Oiseaux pour le ministère de l'environnement) recense les zones les plus importantes pour la conservation des oiseaux et les sites d'accueil d'oiseaux migrateurs.
- Les Znieff (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique). Celle de type 2 sont de vastes ensembles naturels et paysagers cohérents, au patrimoine naturel globalement plus riche que les territoires environnants. Les ZNIEFF de type 1 sont souvent de plus petites tailles, situées à l'intérieur ou non des précédentes, qui se détachent par une concentration d'enjeux forts du patrimoine naturels.

### ❖ Hiérarchisation

Les projets éoliens impliquent bien souvent des modifications de l'environnement assez importantes : lignes enterrées, défrichage, impact paysager ou faunistique important, ... Toutes les zones à enjeux environnementaux ne présentent cependant pas le même degré de protection : certaines ne sont pas incompatibles avec l'implantation d'éoliennes sous réserve d'une analyse environnementale précise alors que d'autres s'y opposent totalement. La hiérarchisation suivante, élaborée par la DIREN, est mise en évidence dans la cartographie.

Type de protection	Niveau de sensibilité
Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope	Espace protégé
Réserve Biologique Domaniale	Espace protégé
Réserve Naturelle	Espace protégé
Directive Oiseau et ZICO	Espace très sensible
Directive Habitat	Espace très sensible
Parc Naturel Régional	Espace très sensible
Znieff 1	Espace très sensible
Znieff 2	Espace sensible

- **Les espaces protégés** : l'implantation des éoliennes y est réglementairement interdite.
- **Les espaces très sensibles** : l'installation d'aérogénérateurs fait l'objet de fortes réserves et les diagnostics environnementaux devront être particulièrement détaillés.
- **Les espaces sensibles** : les études réalisées par les opérateurs éoliens devront démontrer la compatibilité des projets avec l'objectif de conservation des espèces et /ou des habitats.

L'adéquation entre les projets éolien et les zones naturelles devra être assurée à la fois pour les impacts directs, causés par les éoliennes elles-mêmes, et indirects, en lien avec les chemins d'accès ou le défrichage par exemple, mais aussi pour les risques temporaires, durant la phase de travaux.

#### 5.1.2 Données patrimoniales

- **Sites classés et inscrits** : Le classement ou l'inscription (loi du 2 mai 1930) vise à protéger des sites présentant un caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque. Le premier correspond à la volonté du strict maintien en l'état du site. La seconde est réservée à des sites moins sensibles mais qui présentent suffisamment d'intérêt pour que leur évolution soit surveillée.
- **Zone de Protection du Patrimoine Architectural Urbain et Paysager** : (ZPPAUP, loi du 7 janvier 1983) Elles prennent en compte l'ensemble des éléments patrimoniaux dans leur diversité et leur pluralité, indépendamment des seuls monuments historiques, et définissent de nouvelles servitudes qui se substituent à celles liées aux monuments historiques et aux sites classés.
- **Les sites inscrits au patrimoine mondial de l'humanité (UNESCO)** : Sites (patrimoine culturel et naturel) dont les valeurs exceptionnelles doivent être préservées pour l'humanité toute entière. En Bourgogne, seuls la basilique et les collines de Vézelay et l'Abbaye cistercienne de Fontenay sont concernées.

- **Monuments historiques les plus emblématiques** : La loi du 31 décembre 1913 classe comme monuments historiques, en totalité ou en partie, les immeubles dont la conservation présente un intérêt public du point de vue de l'histoire ou de l'art. La loi du 25 février 1943 introduit par ailleurs la notion de champ de visibilité des monuments historiques, soit un rayon de 500 m dans lequel l'Architecte des Bâtiments de France exerce un pouvoir d'avis conforme. Malgré leur importance, les 2000 monuments historiques bourguignons n'ont pas été représentés pour des raisons de lisibilité et de cohérence de l'information. Voir en annexe 3 page 78 d'autres éléments à ce sujet.

## **5.2 Carte des enjeux environnementaux**

### Légende de la carte 3 Enjeux environnementaux Ecologie et patrimoine

#### Enjeux écologiques

##### Espaces protégés

-  Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope
-  Réserve Naturelle
-  Réserve Biologique Domaniale

##### Espaces très sensibles

-  ZNIEFF de type 1
-  Directive Oiseaux (Natura 2000) et Zico
-  Directive Habitat (Natura 2000)
-  Parc Naturel Régional du Morvan

##### Espaces sensibles

-  ZNIEFF de type 2

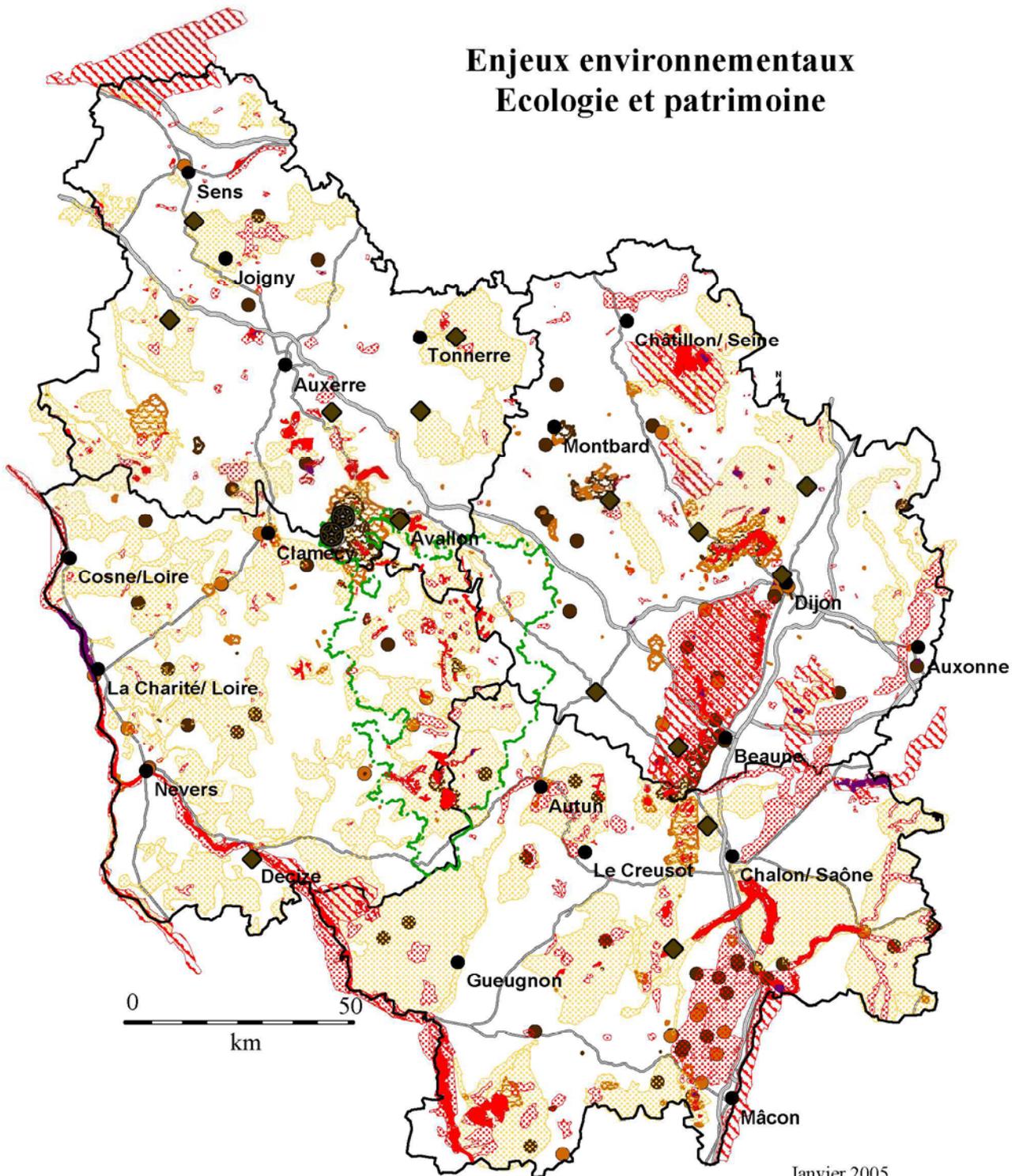
Remarque : Les ZNIEFF de type 2 dont la liste suit ont été ajoutées à celle de type 1, dans la catégorie « espaces très sensibles », en raison de leur richesse et de leur intérêt avifaunistique : vallées de la Saône, de la Loire, du Doubs, de la Seille, Côtes calcaires du Mâconnais, de Beaune, de Dijon et du Châtillonnais

#### Enjeux patrimoniaux

-  Sites Classés
-  Sites Inscrits
-  Zppaup (Commune)
-  Sites UNESCO (Commune)

Remarque : les ZPPAUP et les sites UNESCO sont localisés par défaut au centre de la commune et ne sont donc pas représentés dans leur réalité géographique.

## Enjeux environnementaux Ecologie et patrimoine



Janvier 2005

Source des données: Diren Bourgogne,  
SDAP bourguignons, BD Carto IGN

SERT

**Toutes les zones signalées présentent des contraintes à l'implantation d'éoliennes, qui peuvent être réhibitoires (en violet), très fortes (en rouge), ou fortes (en orange)**

### 5.3 Enjeux liés à l'avifaune et aux chiroptères

Par leur emprise aérienne (jusqu'à 130 mètres en bout de pale et un rotor qui tourne), les éoliennes peuvent être une source de danger non négligeable pour les oiseaux et les chauves-souris. La carte suivante se concentre donc sur cette problématique en représentant les principaux espaces de sensibilités.

#### 5.3.1 Avifaune

- Directive Oiseau et ZICO : (voir § 5.1.1).
- Znieff 2 : seules celles particulièrement concernées par la problématique avifaunistique sont représentées (voir § 5.1.1)
- Les axes de déplacement avifaunistiques. Ils ne sont représentés qu'à titre indicatif. Trois couloirs principaux ont été identifiés : l'axe Tonnerre-Morvan, l'axe de la Saône et la côte et l'arrière-côte. Les vallées de la Loire, du Doubs, de la Seille, de l'Yonne, de l'Allier, de la Saône, de l'Ouche, de la Dheune et de la Grosne sont également concernées.
- Les points nodaux de passage des oiseaux. Seuls les principaux cols et points bas sont représentés.

Les impacts sur l'avifaune existent et peuvent être importants. Ils sont principalement de trois types : la perte d'habitat, le dérangement et la mortalité. Ils varient en fonction du milieu, des espèces et du nombre et de la densité d'éoliennes. Le choix du site d'implantation s'avère donc important. La Ligue de Protection des Oiseaux préconise aux opérateurs ( document « l'énergie éolienne et la conservation de la nature » de la LPO<sup>6</sup>).

- De consulter les associations naturalistes locales
- D'effectuer les études ornithologiques et chiroptérologiques sur au moins un an (étude sur un cycle biologique complet)
- De définir des zones d'études permettant d'appréhender avec précision les enjeux sur le site et d'évaluer l'intégration environnementale du parc sur l'ensemble du territoire directement ou indirectement affecté.
- De montrer si le projet risque de produire des impacts négatifs sur la faune et la flore et de proposer alors des mesures de compensation, de suppression et/ou de réductions pertinentes.

Chaque étude d'impact, quelque soit le territoire concerné, devra comporter un volet consacré à l'avifaune. Ce dernier sera particulièrement développé (cartographie de l'écosystème : habitats présents, oiseaux nicheurs, passages migratoires, étude sur une année...) pour les zones présentant une grande sensibilité avifaunistique qui sont reportées sur cette carte.

#### 5.3.2 Chiroptères

- Directive habitat : sélection des sites d'intérêt communautaire présentant de forts enjeux en lien avec les chiroptères.
- Zones particulièrement riches en chauves-souris : sélection faite à partir des grottes et cavités recensées et utilisées par les chiroptères en Bourgogne. Les données relatives à ces zones n'étant pas disponibles sous SIG, la cartographie reste indicative et non exhaustive. Il est

<sup>6</sup> Pour plus de renseignements : LPO, La Corderie Royale, BP 90263, 17305 Rochefort Cedex ou [www.lpo.fr](http://www.lpo.fr)

à noter que les zones karstiques, les cavités, naturelles ou non et les carrières artificielles (calcaire ou gypse) mais aussi certains bâtiments sont susceptibles d'accueillir des chiroptères.

Les études internationales consacrées au sujet montrent que l'impact des éoliennes sur les chiroptères est loin d'être négligeable. Les mécanismes ne sont pas tous connus, mais il est cependant possible d'avancer quelques pistes. Ainsi, les émissions d'ultrasons par les aérogénérateurs, la collision avec les pales, l'effet barrière pouvant entraîner une perte ou une diminution des corridors de vol et la perte des terrains de chasse sont susceptibles d'augmenter la mortalité des chauves-souris.

Il est à noter que ces impacts sont variables suivant les espèces et les parcs. Il est donc souhaitable que les secteurs riches en chiroptères, connus ou potentiels, fassent l'objet d'une attention particulière (analyse environnementale fine) lors de la planification des projets. (Pour plus de renseignements : Société d'Histoire Naturelle d'Autun.)

### **5.3.3 Carte des enjeux liés à l'avifaune et aux chiroptères**

**Légende de la carte 4**  
**Enjeux liés à l'avifaune et aux chiroptères**

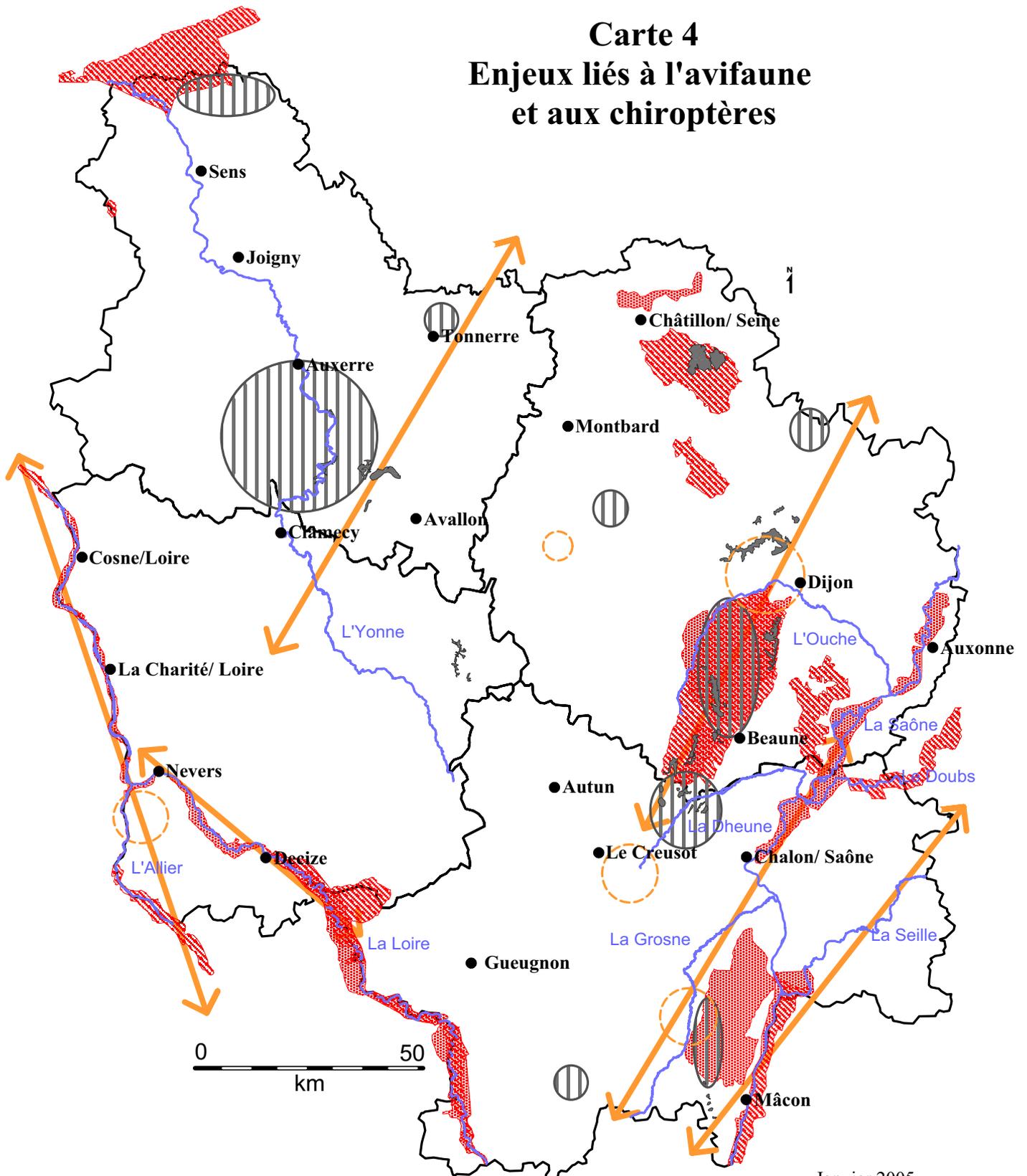
**Chiroptères**

	Zones particulièrement riches en chiroptères
	Directive Habitats concernée par les chiroptères

**Avifaune**

	Znieff de type 2 à enjeux avifaunistiques forts
	Directive Oiseaux et ZICO
	Principaux couloirs de migration
	Points nodaux de passage des oiseaux
	Axes de migration secondaires suivant les vallées (représentés par les cours d'eau)

## Carte 4 Enjeux liés à l'avifaune et aux chiroptères



Janvier 2005  
Source des données: Diren, BD Carto IGN  
*SERT*

**Les couloirs ou zones signalés alertent les porteurs de projets sur les nécessités d'études complémentaires en matière d'avifaune et/ou de chiroptères**

## 6 SYNTHÈSE

La carte de synthèse superpose graphiquement les différents enjeux et contraintes recensés précédemment afin de faire émerger des zones où l'implantation d'éoliennes est plus ou moins favorable.

Ainsi, en fond et en couleur, se trouve la carte du gisement éolien et des postes sources. Les contraintes techniques et enjeux environnementaux sont ensuite superposés en différentes valeurs de gris en fonction de leur sensibilité par rapport à la problématique éolienne, du noir (interdiction d'implanter des éoliennes) au gris (implantation non recommandée).

Les zones d'opportunités, pour lesquelles l'implantation d'éoliennes se révèle favorable en fonction des seuls critères pris en compte dans cet atlas, se lisent donc par soustraction : elles possèdent un gisement éolien intéressant (supérieur à 5,5 ou 6 m/s : du jaune au rouge) et se trouvent à proximité d'un poste source (à l'intérieur du rayon 10 km) et en dehors des espaces de contraintes techniques ou environnementales (en gris).

## Légende de la carte 5 Synthèse

### Vitesse moyenne de vent à une hauteur de 80 mètres (en m/s)

	6,5
	6,25
	6
	5,5
	5
	4

### Raccordement au réseau électrique

-  Postes sources, nom du poste et capacité d'accueil fin 2003
-  Cercles de rayon 5 et 10 km autour du poste source déterminant la distance au delà de laquelle le raccordement du projet est jugé trop coûteux

### Enjeux ou contraintes hiérarchisé(e)s

#### Zones d'exclusion

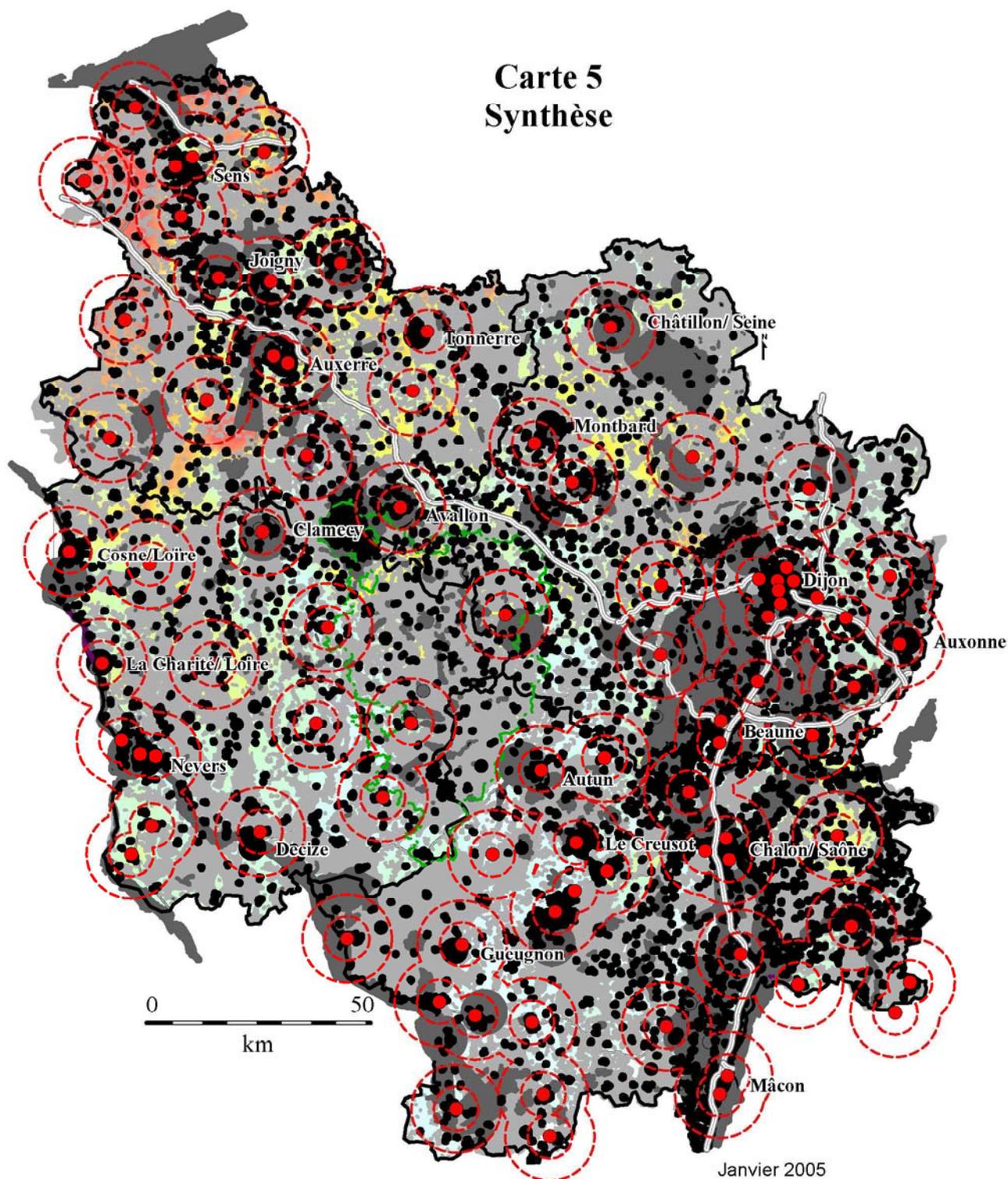
-  Espaces réglementairement interdits :
  - Réserve Biologique Domaniale, Réserve Naturelle, Arrêté de Protection de Biotope
  - Sites Classés, ZPPAUP, site UNESCO
  - Rayon de 500 mètres autour du bâti

#### Espaces non recommandés

-  Espaces présentant des enjeux ou contraintes fort(e)s :
  - Directives Habitats et Oiseaux, Zico, Znieff de type 1 et Znieff de type 2 importantes pour l'avifaune
  - Sites inscrits
  - Plan de servitudes aériennes, Zones de vol aux instruments
-  Espaces présentant des enjeux ou contraintes moyen(ne)s :
  - Znieff de type 2
  - Forêt

-  Contour du Parc Naturel Régional du Morvan

## Carte 5 Synthèse



Janvier 2005  
Source données: Météo France, Diren, SDAP,  
RTE, ANFR, DGAC, BD Carto IGN

*SERT*

*Les zones les plus favorables sont celles colorées du jaune au rouge, contenues dans un cercle rouge. Cette carte ne se substitue en aucun cas aux études nécessaires ni aux procédures réglementaires. Elle ne prend pas en compte les enjeux paysagers.*

**DEUXIEME PARTIE :  
LES ASPECTS PAYSAGERS**



Les éoliennes sont des objets industriels très particuliers, en rupture avec toutes les formes connues jusque là. Elles sont très hautes (jusqu'à 130 m en bout de pale), composées d'une tour, que sa hauteur rend plus fine, et d'un rotor tripale qui tourne relativement lentement (entre 20 et 30 tours/minute en moyenne). La couleur blanche qui les caractérise réfléchit fortement la lumière ; elles peuvent donc, suivant les conditions météorologiques, se confondre avec la laiteuse du ciel ou contraster avec ce dernier s'il est foncé (en cas d'orages, par exemple). Les aérogénérateurs s'organisent en parc pouvant compter jusqu'à plusieurs dizaines d'objets, séparés les uns des autres d'au moins 100 m (pour que le vent puisse retrouver sa force entre deux) ; les rotors ne tournent pas tous obligatoirement en même temps, ni à la même vitesse (notamment en période de vents faibles). De plus, les fermes éoliennes se situent généralement sur des sites en hauteur et très dégagés, afin de bénéficier des meilleures conditions de vent, et donc souvent dans des conditions de visibilité importantes.

L'impact des éoliennes sur le paysage est donc loin d'être négligeable. Ce dernier, malgré sa complexité, doit faire l'objet d'une étude attentive et détaillée, qui prenne en compte à la fois ses caractéristiques physiques et son niveau de reconnaissance.

### ***Préambule ; méthodologie mise en œuvre pour l'intégration des enjeux paysagers dans l'atlas***

Les cartes élaborées pour le paysage sont issues d'une compilation de données existantes. Elles ont fait l'objet de concertations avec les DDE, SDAP, la DRAC et la DIREN. Les résultats de ces échanges – présentés en annexe - montrent que des études complémentaires spécifiques restent à mener sur certains aspects, en travaillant dans une logique de territoire plus restreint que ne peut le permettre un atlas élaboré à l'échelle régionale.

La compilation de ces données dans deux cartes ainsi que les discussions menées ont mis en évidence la difficulté de l'exercice : la nature même des enjeux paysagers fait que leur appréciation peut varier d'un individu à un autre et que la représentation cartographique est délicate. C'est pour cette raison que le paysage se trouve en deuxième partie de l'Atlas : les données présentées restent générales et ne peuvent pas être intégrées dans la synthèse puisqu'elles ne sont pas factuelles. **La sensibilité des paysages vis à vis de l'éolien n'a vocation en effet à être analysée localement que pour les zones définies comme potentiellement favorables à partir des éléments issus de la première partie de cet Atlas (énergie, environnement et technique).**

Néanmoins, compte tenu des bases de données existantes (mais qui ne sauraient être exhaustives sur le sujet), il a été décidé d'élaborer deux cartes qui ont pour objectif :

- d'attirer l'attention des porteurs de projets (et décideurs locaux) sur l'importance de cet aspect en Bourgogne
- de présenter un état des lieux – factuel - le plus objectif possible
- de mettre en évidence les zones les plus reconnues socialement
- de dissuader ainsi l'apparition de projets dans des zones emblématiques
- d'orienter les projets vers les zones moins reconnues

Les deux cartes « paysage » de l'atlas et les documents sources qui ont servi à leur élaboration, renseignent sur :

- l'identité des entités et sous entités paysagères,
- leurs différentes échelles paysagères,
- la topographie générale et les variations de relief plus locales
- la présence de végétation, de l'urbanisation, des infrastructures, des éléments symboliques,
- l'ouverture visuelle (longueurs de vues) depuis les entités paysagères.

**Les cartes élaborées restent indicatives et renvoient sur les études paysagères déjà réalisées. Les données représentées ne peuvent être, par nature, exhaustives, et les études approfondies restent bien sûr obligatoires, tous les secteurs étant considérés a priori comme sensibles.**

# 1 LES ENTITES PAYSAGERES

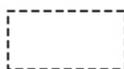
- **Les entités paysagères :** Elles sont issues de la carte « Paysages de Bourgogne, les grands ensembles paysagers » (DIREN, 1997) qui établit un inventaire des paysages de la région à la fin du vingtième siècle, décrit leur état actuel et les classes en six grands ensembles paysagers : les systèmes cultivés, forestiers, de bocages, de vignobles, de vallées alluviales et enfin, les systèmes composites. Les numéros des entités renvoient à l'annexe 2.E.
- **Les longueurs de vue :** Elles sont issues de la notice accompagnant la carte précédemment citée et ont été définies pour chacune des entités paysagères en fonction de trois critères : la morphologie du relief, la structure des paysages (type de végétation...) et l'échelle de perception (champ de vision). Elles sont réparties en trois classes : vue longue (> à 10 km), vue moyenne (3-10 km) et vue courte (< 3 km) (voir tableau en annexe 2, page 70).
- **Les panoramas ou points de vue :** il s'agit des principaux points de vue ou panoramas de la région, définis par la Diren. Ils ont été positionnés à partir du fond de carte 1/25000<sup>e</sup> de l'IGN, et leur position a été validée par les services des DDE.
- **Les altitudes :** Elles sont obtenues à partir de la BD Alti de l'IGN (Cette base de données résulte de la numérisation des altitudes)

## Légende de la carte 6 Entités paysagères

### Altitudes (en mètres)

	750
	650
	550
	450
	350
	250
	150
	100

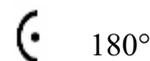
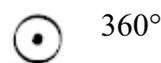
### Limites des entités paysagères



### Longueur de vue

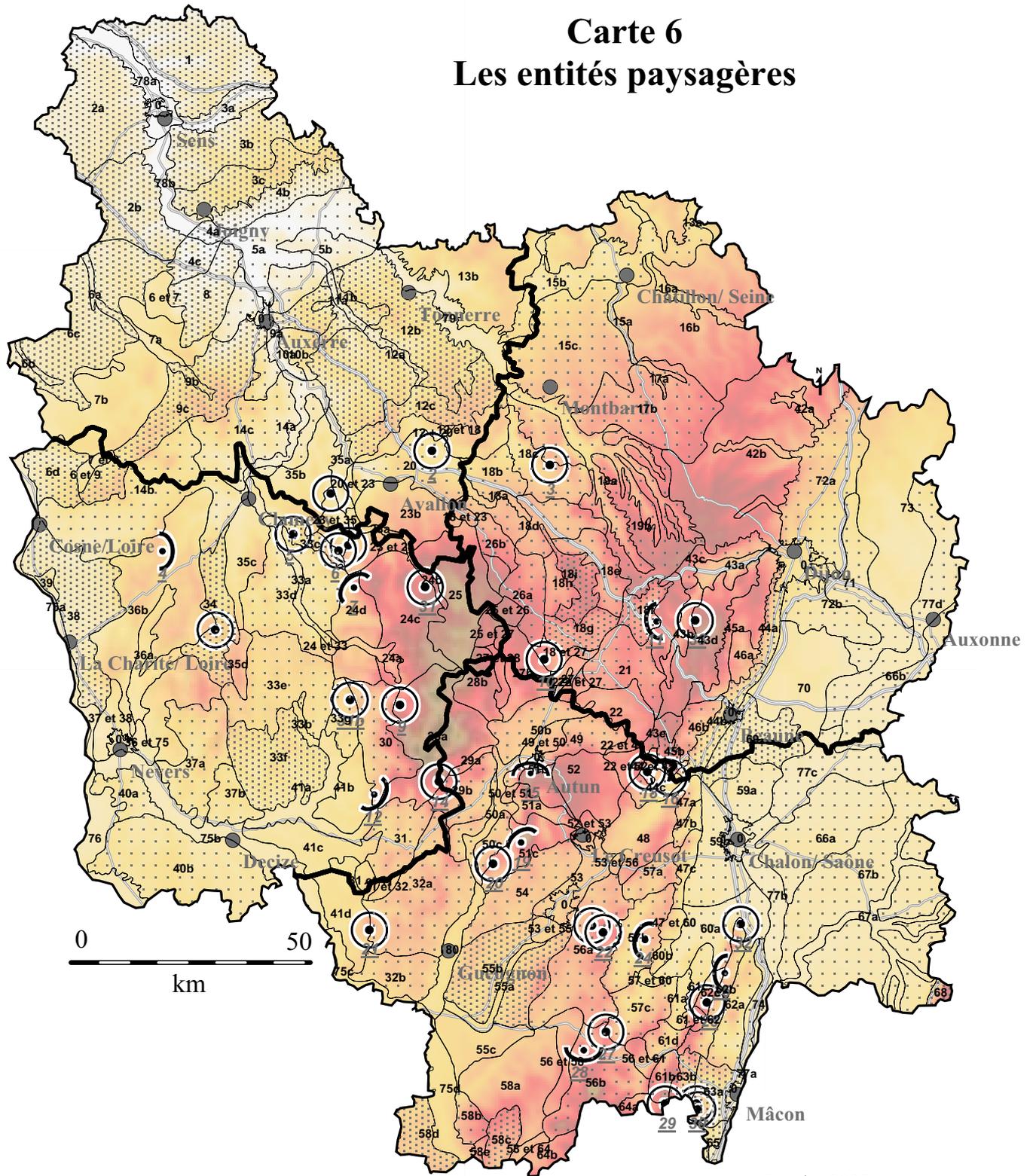
	vue longue
	vue moyenne
	vue courte

### Panoramas



(cône de vision représenté par l'extérieur de l'arc de cercle)

## Carte 6 Les entités paysagères



Janvier 2005  
Source des données: Diren,  
BD Alti IGN, BD Carto IGN

**EOLE PAYSAGE**

*SERT*

***Cette carte présente un inventaire des entités paysagères  
de Bourgogne telles que recensées par la Diren en 1997***

## 2 LA RECONNAISSANCE DES PAYSAGES

### 2.1 Les données

#### ❖ Contexte

La carte de la reconnaissance sociale des paysages présentée ici s'appuie sur une carte intitulée « Les paysages socialement reconnus de Bourgogne - La reconnaissance sociale des paysages au travers des lieux et axes localisés de façon explicite » réalisée en décembre 1999 par DAT Conseils pour le compte de la DIREN et du Conseil Régional.

Elle s'inscrit dans la continuité de la carte de 1997 inventoriant les entités paysagères bourguignonnes (voir chapitre précédent). Ces deux cartes ont pour vocation de servir d'outils de connaissance des paysages de la région.

**Remarque :** la reconnaissance d'un paysage repose non seulement sur des qualités intrinsèques de ce paysage mais aussi sur les actions menées pour le promouvoir.

#### ❖ Elaboration

La carte « les paysages socialement reconnus de Bourgogne » est le résultat synthétique d'une étude qui a, d'une part, analysé les publications en rapport avec les paysages bourguignons et, d'autre part, pris en compte la perception de ces paysages par les acteurs régionaux (voir liste ci-après) et les actions qu'ils ont menées en faveur des paysages. L'ampleur de la reconnaissance des paysages dépend ici de leur fréquence d'apparition dans les publications ou dans les enquêtes. La notion de reconnaissance d'un paysage rejoint donc ici celle de notoriété d'un lieu.

#### ❖ Résultat

La carte d'origine présente ainsi une légende riche et complexe intégrant huit catégories de reconnaissance pour le territoire, quatre pour les voies d'eau et deux pour les villes et villages. Afin de simplifier sa lecture et d'insister sur les éléments les plus importants dans le cadre de l'Atlas, une agrégation de certains niveaux a été réalisée en accord avec la DIREN: trois niveaux de reconnaissance pour les territoires et les voies d'eau et un seul pour les villes et villages. Il est à noter que l'agrégation de données entraîne un biais dans la lecture de la carte. En effet, des éléments présentant des niveaux de reconnaissance différents sur la carte d'origine vont ainsi pouvoir se retrouver dans la même catégorie. De même l'écart entre deux catégories paraîtra artificiellement plus important.

#### ❖ Limites

- 1) Cette carte reflète la reconnaissance des paysages bourguignons à un moment donné, celui durant lequel les publications ont été recueillies et les enquêtes effectuées (fin 1998, début 1999). Cependant, la notoriété d'un espace peut évoluer, positivement ou négativement, au gré de sa promotion ou de son abandon.
- 2) Cette carte n'est pas une carte de sensibilité du paysage. Elle a été élaborée sans aucun lien avec la problématique éolienne et n'est présente dans cet atlas qu'en vue d'appréhender un aspect plus subjectif des paysages. **Elle doit être lue comme une carte d'alerte sur la valeur accordée collectivement aux paysages et non comme un zonage présentant des niveaux d'interdiction ou d'autorisation d'implanter des éoliennes.**

#### ❖ Compléments

Liste des acteurs de l'aménagement du territoire enquêtés lors de l'élaboration de cette carte:

- les organismes d'aménagement (DDE, DDAF, organismes consulaires, Conseils Généraux, SDAP, ONF, CRPF, agences de l'eau, EDF, SAPRR, VNF) ;
- les structures intercommunales ayant l'aménagement et le développement de vastes territoires pour compétence ;

- les organismes touristiques (CRT, CDT, Offices de Tourismes et Syndicats d'Initiatives de communes urbaines au sens de l'INSEE, professionnels tels que voyagistes) ;
- des associations et organismes de protection de la nature et du patrimoine (associations, Conservatoire des Sites Naturels, maisons de la nature, maisons paysannes, Parc Naturel Régional du Morvan, ... ) ;
- des associations d'usagers, de niveau départemental à régional et leurs fédérations (randonneurs pédestres, VTTistes ou équestres, spéléologues, chasseurs et pêcheurs, tourisme par air) ;
- universitaires, membres des écomusées, muséum d'histoire, Lions Clubs, ...

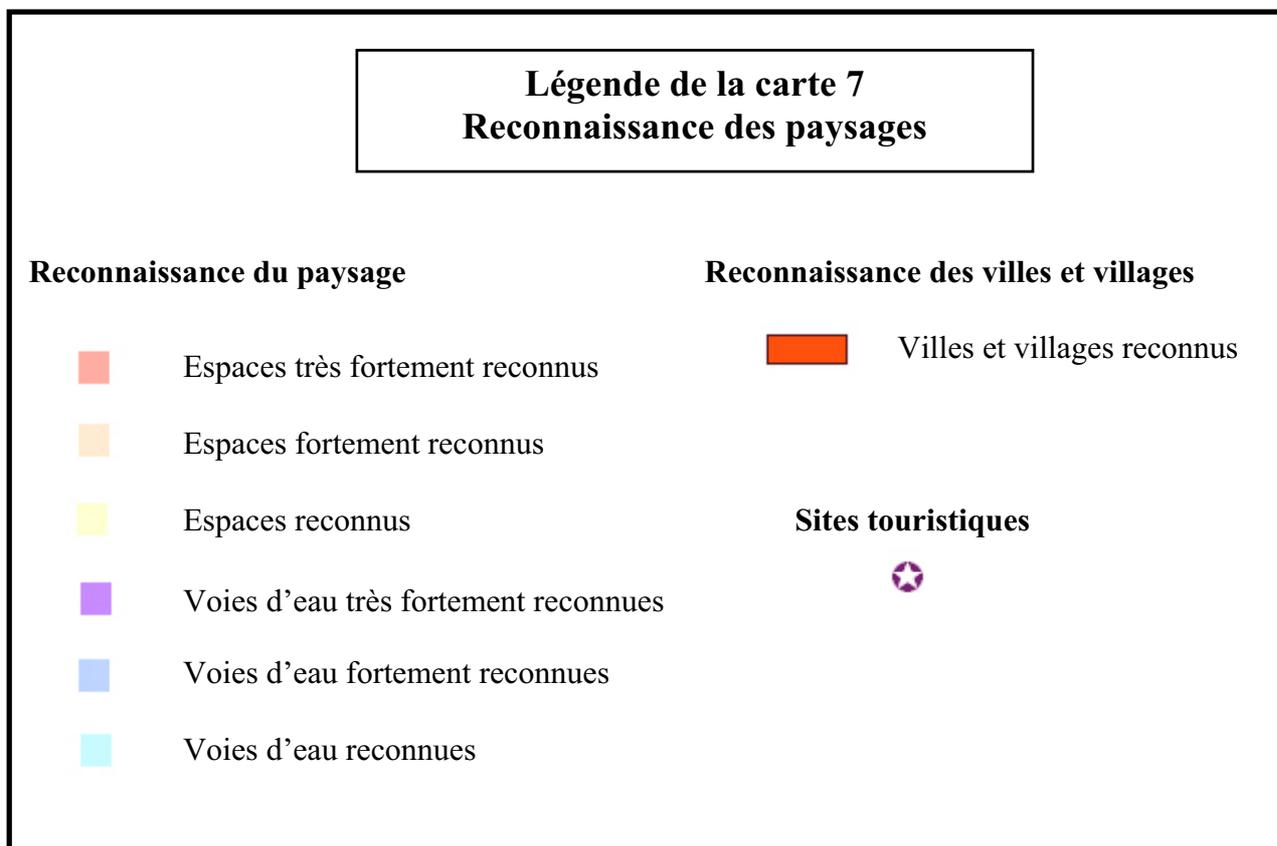
Liste des publications analysées :

- 5 atlas routiers et touristiques
- 21 guides touristiques
- 21 livres de photos d'art
- 18 revues de voyages et patrimoine
- 4 vidéocassettes

Sont également représentés sur cette carte :

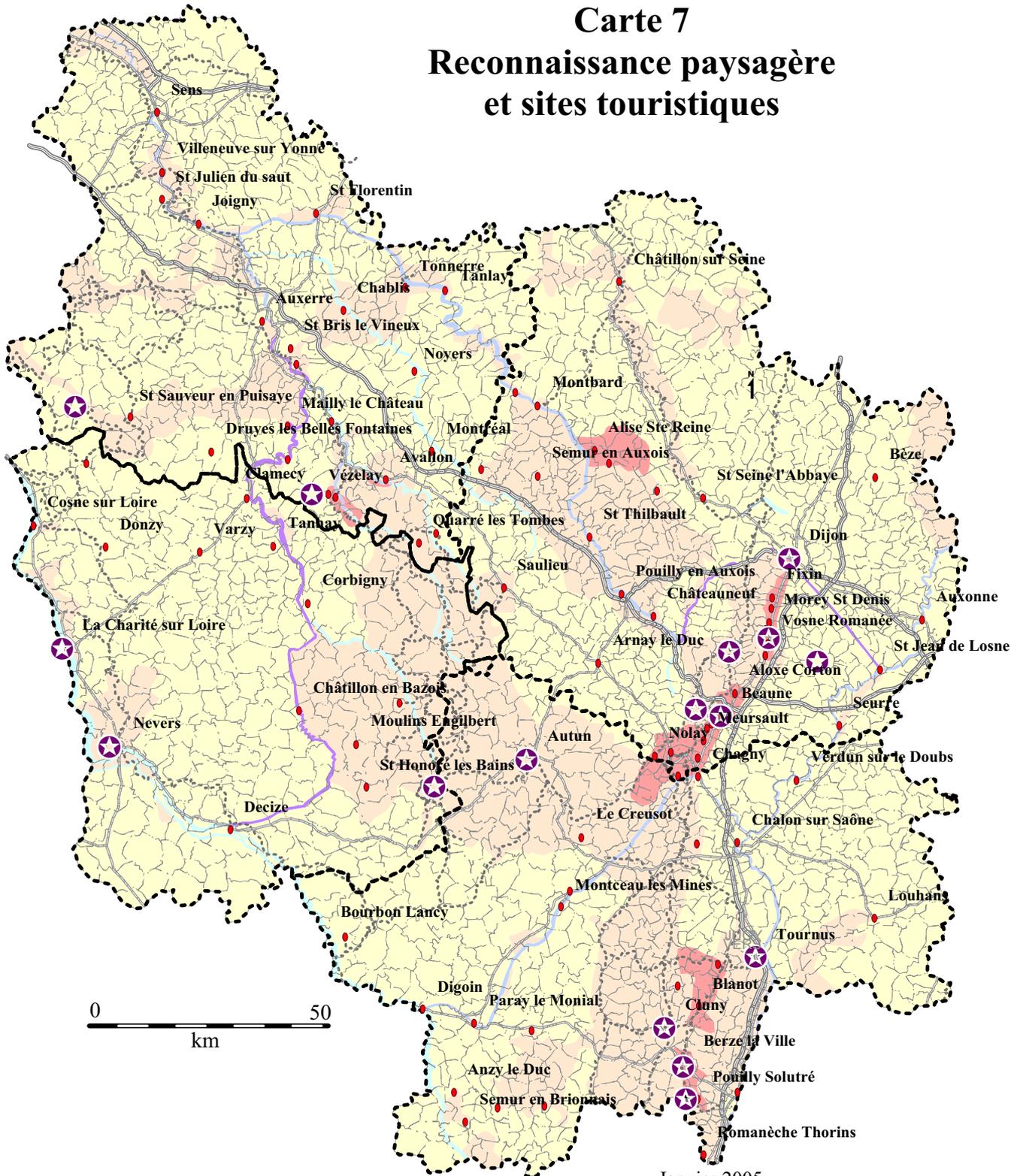
- Les sites touristiques reconnus. Ils ont été définis par La Diren (voir la liste en annexe 2 page 70).
- Les sentiers de grande randonnée. Ils proviennent de la BD Carto<sup>7</sup> de l'IGN.

## 2.2 Carte de la reconnaissance des paysages



<sup>7</sup> La BD Carto représente et décrit l'ensemble des informations présentes sur le territoire : réseau routier et ferré, hydrographie, entités administratives, habillage, toponyme, équipement.

## Carte 7 Reconnaissance paysagère et sites touristiques



Source des données: Diren, SDAP, DDE, BD Carto IGN  
Carte simplifiée issue de la carte "Les paysages socialement  
reconnus en Bourgogne - La reconnaissance sociale des paysages  
au travers des lieux et axes localisés de façon explicite" (DIREN, Conseil Régional, 1999)

EOLE-PAYSAGE

SERT

**Cette carte a pour fonction d'alerter sur la valeur accordée collectivement aux paysages.  
Elle ne représente pas des niveaux de sensibilité du paysage en lien avec l'implantation d'éoliennes**

### **2.3 En conclusion sur les aspects paysagers :**

L'atlas régional est une première étape dans le cadrage des projets éoliens : il informe sur la qualité des territoires. Le paysage ne peut être analysé au niveau régional. Il peut faire l'objet d'études de sensibilités spécifiques à l'échelle d'une ou plusieurs communautés de communes voire d'un « pays », ce qui permet d'appréhender la notion de cohérence territoriale et de produire un projet de paysage éolien inscrit dans un territoire.

Une telle réflexion ne sera bien sûr utile que dans les zones apparaissant comme favorables.



# **A N N E X E S**

## **ANNEXE 1 : VALIDATION DU MODELE DE CALCUL DU GISEMENT**

- A) Méthodologie, validation
- B) Critères de qualité des roses des vents modélisées
- C) Roses des vents observées et modélisées à 10 m
- D) Roses des vents Aladin et Mésos-NH pour la Bresse

## **ANNEXE 2 : LISTE DES ELEMENTS CARTOGRAPHIQUES**

- A) ZPPAUP
- B) Sites Unesco
- C) Sites touristiques
- D) Panoramas
- E) Entités paysagères

## **ANNEXE 3 : CONCERTATION AVEC LES SERVICES DE L'ETAT**

## **ANNEXE 4 : DEVELOPPEMENT INDICATIF D'UN PROJET EOLIEN**

## **ANNEXE 5 : CARNET D'ADRESSES**



# ANNEXES 1 : ETUDE DU GISEMENT :

## A) METHODOLOGIE – ET – VALIDATIONS

### A.1 Méthodologie détaillée de l'étude du gisement

#### A.1.1 Les roses des vents

##### ❖ *Qu'est-ce qu'une rose des vents ?*

Une rose des vents permet de connaître, pour un point donné, les fréquences d'observation du vent suivant des critères de direction et de force.

Le format des roses des vents présentées dans ce rapport comprend 4 classes de force et 18 classes de direction. Pour la force du vent, le classement est le suivant:

- la classe des vents calmes, dont la vitesse est strictement inférieure à 2m/s ; elle ne prend pas en compte la direction.
- la classe des vents faibles, dont la vitesse est comprise entre 2m/s et 5m/s ;
- la classe des vents moyens, dont la vitesse est comprise entre 5m/s et 8m/s ;
- la classe des vents forts, dont la vitesse est strictement supérieure à 8m/s.

Pour la direction du vent, **la direction exprimée est celle de l'origine du vent (« la direction d'où vient le vent »).**

La **figure 1**, propose un exemple de représentation graphique d'une rose, avec le tableau récapitulatif associé.

La rose des vents est utile au développeur de projets éoliens, non pas d'une manière quantitative, mais bien plutôt qualitative, quand il s'agit de délimiter des sites d'intérêt.



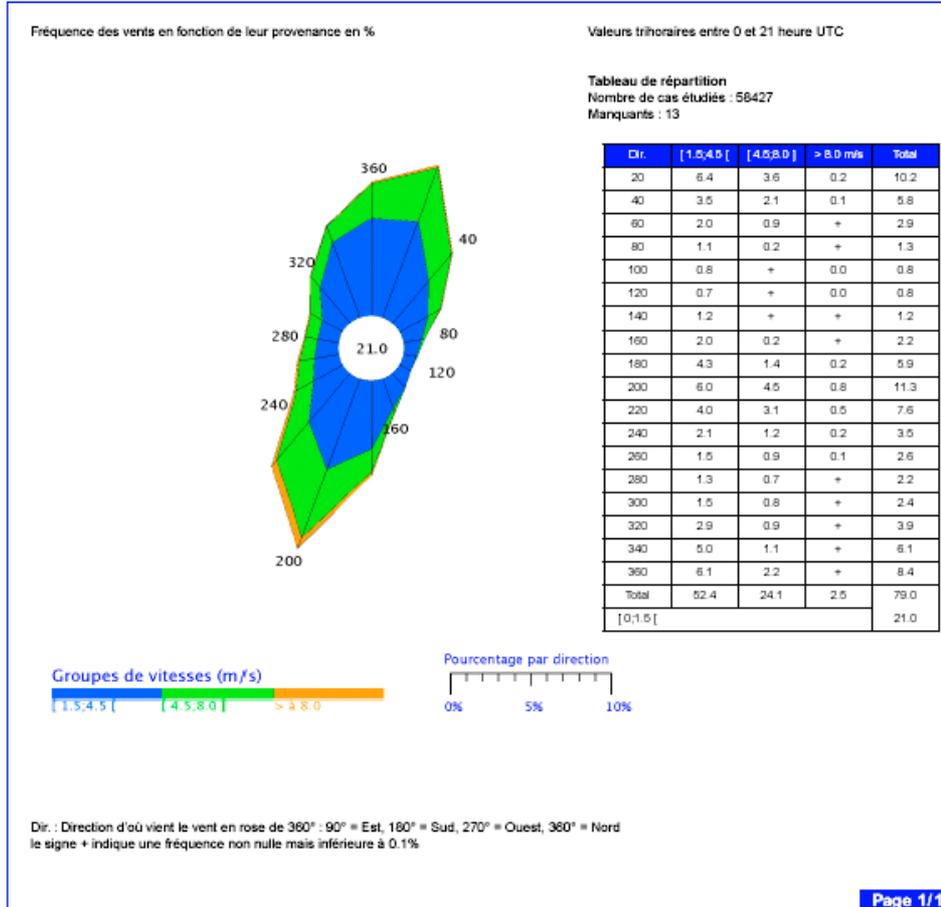
## ROSE DES VENTS

Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn

Du 01 JANVIER 1981 au 31 DÉCEMBRE 2000

DIJON-LONGVIC (21)

Indicatif : 21473001, alt : 219 m., lat : 47°16'06"N, lon : 05°05'18"E



**Figure 1 :** Représentation de la rose des vents observés à Dijon-Longvic de 1981 à 2000, montrant notamment la prédominance des vents de sud-sud-est (directions de 180 à 220°) et de nord-nord-est (directions de 340 à 40°).

### ❖ Les roses des vents modélisées sur la France à résolution moyenne

La reconstitution des roses des vents modélisées est basée sur l'utilisation des résultats du modèle Aladin sur 5 ans. Afin d'expliquer ce qu'est le modèle Aladin, un résumé des modèles opérationnels à Météo-France s'impose.

Météo-France a développé et met en œuvre, en particulier pour répondre à ses engagements relevant de la mission de Service Public, deux *modèles numériques opérationnels de prévision du temps* : ARPEGE et ALADIN. Ils sont utilisés opérationnellement par des experts prévisionnistes, qui élaborent des messages d'alerte et de suivi des phénomènes météorologiques. Ces modèles sont également utilisés pour répondre à des besoins spécifiques exprimés par des professionnels.

- Le modèle ARPEGE est un modèle global à 41 niveaux verticaux. Sa résolution horizontale maximale est de 19,1km sur la France (pôle de dilatation à 46,5°N/2,6°E), tandis que la résolution minimale se situe aux antipodes avec 234km. Le schéma numérique est semi-lagrangien à deux niveaux temporels (pas de temps de 900s). Les équations pronostiques sont écrites pour la pression de surface, la température, les composantes horizontales du

vent et l'humidité spécifique vapeur. Le modèle comprend un jeu complet de paramétrisations physiques pour simuler les phénomènes à l'échelle sous-maille (rayonnement, diffusion verticale turbulente, schéma de convection profonde, modèle de végétation sophistiqué ISBA...).

Un **système d'assimilation de données** permet de déterminer avec précision un état donné de l'atmosphère fournir des états successifs sur une période fixée, et est utilisée pour **corriger la prévision en minimisant l'écart à l'observation**. L'assimilation de données d'observation est de type variationnelle, afin de prendre en compte une grande variété de systèmes d'observation : parmi elles, les observations de surface, comme celles des stations terrestres (par exemple Auxerre, Dijon, Macon et Nevers sur le domaine d'étude), les navires et les bouées, les observations d'avion, les radio-sondages (Lyon au point le plus proche du domaine), les mesures de vent par les satellites géostationnaires, et les mesures de radiance par les satellites défilants.

- Le modèle **ALADIN** est un modèle à aire limitée, également opérationnel à Météo-France depuis 1997, qui utilise les champs du modèle Arpège à l'initialisation et au couplage aux conditions aux limites latérales. Le domaine est un carré de 2740km de côté centré sur le point de résolution maximal d'Arpège, ayant une résolution uniforme de 12km. Le pas de temps est de 470s, et les parties dynamiques et physiques sont identiques à celles d'Arpège. Le modèle Aladin bénéficie de l'assimilation de données effectuée dans Arpège. en tenant compte des diverses observations météorologiques disponibles : cette opération est répétée pour

L'élaboration des **roses des vents modélisés sur la France** consiste à utiliser l'archive du modèle **Aladin sur 5 ans**, à raison de 2 lancements (ou runs) par jour (à 0h et 12h UTC), qui fournissent chacun des prévisions toutes les 3 heures, à la résolution horizontale de 12km.

### A.1.2 Les vents modélisés à résolution fine

L'utilisation de l'archive Aladin sur 5 ans permet d'obtenir une cartographie des vents moyens à la résolution horizontale de 12 km. Mais cette résolution est insuffisante pour déterminer avec précision les zones d'intérêt pour l'exploitation de l'énergie éolienne.

Il a donc été proposé d'élaborer des champs de vent moyen à la résolution horizontale de 2 km. Ceci ne peut pas être produit à l'aide de prévisions météorologiques opérationnelles puisque aucun modèle météorologique ne fonctionne à cette résolution de manière opérationnelle. Il faut alors avoir recours à un modèle météorologique dédié à l'échelle fine, comme le modèle non-hydrostatique Mésos-NH qui a été utilisé pour cette étude et que nous allons présenter dans ce paragraphe, la méthodologie utilisée pour le calcul des vents moyens sur la Bourgogne étant ensuite précisée.

#### ❖ *Présentation du modèle Mésos-NH*

Afin d'améliorer la connaissance des mécanismes atmosphériques à échelle fine et des solutions numériques visant à les modéliser, le Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM) de Météo-France et le Laboratoire d'Aérodynamique du CNRS ont développé conjointement le modèle Mésos-NH. Largement testé par la communauté nationale des sciences de l'atmosphère, notamment dans le domaine de la recherche, il a été validé dans de nombreuses configurations météorologiques (écoulements orographiques, contrastes terre/mer, situations convectives extrêmes...), et est maintenant utilisé dans le cadre d'études.

Le modèle **Mésos-NH** (Lafore et al., 1998) est capable de reproduire les écoulements atmosphériques sur une large gamme d'échelles, de plusieurs centaines de kilomètres à la dizaine de mètres. L'hypothèse non- lui permet en effet d'appréhender les phénomènes météorologiques locaux tels que les brises, les effets orographiques...

Il constitue un puissant outil doté de caractéristiques avancées : schéma de turbulence tridimensionnel permettant de bien reproduire la dynamique de la couche limite, schéma microphysique détaillé, schéma de ville (Masson, 2000), schéma de surface et de végétation ISBA (Noilhan et Planton, 1989)...

La technique des modèles emboîtés accroît son domaine d'application à échelle fine : il est ainsi possible d'augmenter localement la résolution dans des sous-domaines où une forte résolution est requise pour étudier un phénomène particulier.

Le modèle Méso-NH utilise pour cette étude un modèle numérique de terrain (BD Alti IGN à résolution de 250 m), et les fichiers Corine Land Cover à la résolution de 1 km pour connaître les caractéristiques du sol (végétation, rugosité, pourcentage de ville...).

Son utilisation dans le cadre du calcul du vent par adaptation dynamique au relief s'est déroulée dans la configuration suivante :

- Utilisation d'une grille de 150\*120 points à la résolution de 2 km sur la Bourgogne.
- Calculs effectués sur 40 niveaux verticaux jusqu'à l'altitude de 19km, avec un premier niveau à 10m ; cette résolution verticale permet de représenter la dynamique de la troposphère sur toute son épaisseur, ce qui s'avère important lors d'un passage perturbé ou de phénomènes convectifs par exemple.
- Initialisation et couplage à partir des champs Aladin.

#### ❖ *Méthodologie*

Les simulations numériques effectuées à échelle fine avec le modèle Méso-NH sont rapidement très coûteuses en temps de calcul : il faut donc également limiter le nombre de journées simulées.

La méthodologie retenue est alors la suivante :

- Une classification statistique (de type « nuées dynamiques ») a été effectuée à partir de champs météorologiques provenant du modèle européen CEPMMT. Elle permet d'aboutir à un certain nombre de classes représentatives des types de temps météorologiques sur l'Europe de l'Ouest (19 au total).
- Pour chaque classe de type de temps, des journées étalon sont définies (comprises entre 1979 et 1993). On obtient ainsi 95 dates pour représenter au mieux les 19 types de temps considérés.
- Pour chaque journée étalon, des simulations Aladin ont été effectuées. Les résultats obtenus servent à définir les conditions aux limites du domaine d'étude pour le modèle Méso-NH.
- Pour chaque journée étalon, à partir de la simulation Aladin, une adaptation dynamique au relief a été effectuée à la résolution de 2 km, sur toute la journée considérée, à l'aide du modèle Méso-NH.
- Nous obtenons au final, pour chaque journée et à chaque point de la grille de 2 km sur les 40 niveaux verticaux, 24 valeurs horaires de vent en direction et force qui sont ensuite utilisées pour le calcul du **vent moyen aux niveaux 50 m et 80 m**.

Les différentes étapes de cette méthodologie ont déjà été appliquées et validées dans le cadre d'études internes à Météo-France mais également en externe dans le cadre de participations à l'élaboration d'atlas éoliens pour d'autres régions (Limousin, Poitou-Charentes par exemple).

#### ❖ *Méthode de qualification statistique*

Pour la rose des vents comme pour le champ de vent moyen modélisés, l'erreur globale commise dans la reconstitution de la climatologie du vent par un modèle météorologique peut être estimée par rapport à la climatologie observée en un même point, si l'on suppose que l'observation est parfaite. Cette erreur peut être estimée sur le vent à 10m, car il constitue le paramètre de mesure météorologique enregistré pour les stations du réseau d'observation de Météo-France.

Cette erreur trouve son origine à deux niveaux. Elle provient en effet :

- de l'échantillonnage limité des situations aboutissant à cette climatologie ; dans le cas des roses Aladin 5 ans, la durée de 5 ans considérée est suffisamment importante pour limiter l'erreur statistique. Elle est à l'inverse plus importante pour l'échantillon des 95 dates étalon, utilisées pour le calcul du vent moyen.
- de l'erreur numérique des simulations à une résolution de 2 km, notamment dans la représentation du relief.

Les stations d'observation qui ont été utilisées comme point de validation pour les vents moyens et les roses des vents à 10m sont au nombre de 22 sur la région Bourgogne.

La **figure 2**, présente l'emplacement des stations d'observation utilisées comme points de validation, ainsi que le relief considéré par le modèle Méso-NH pour les simulations à une résolution de 2 km.

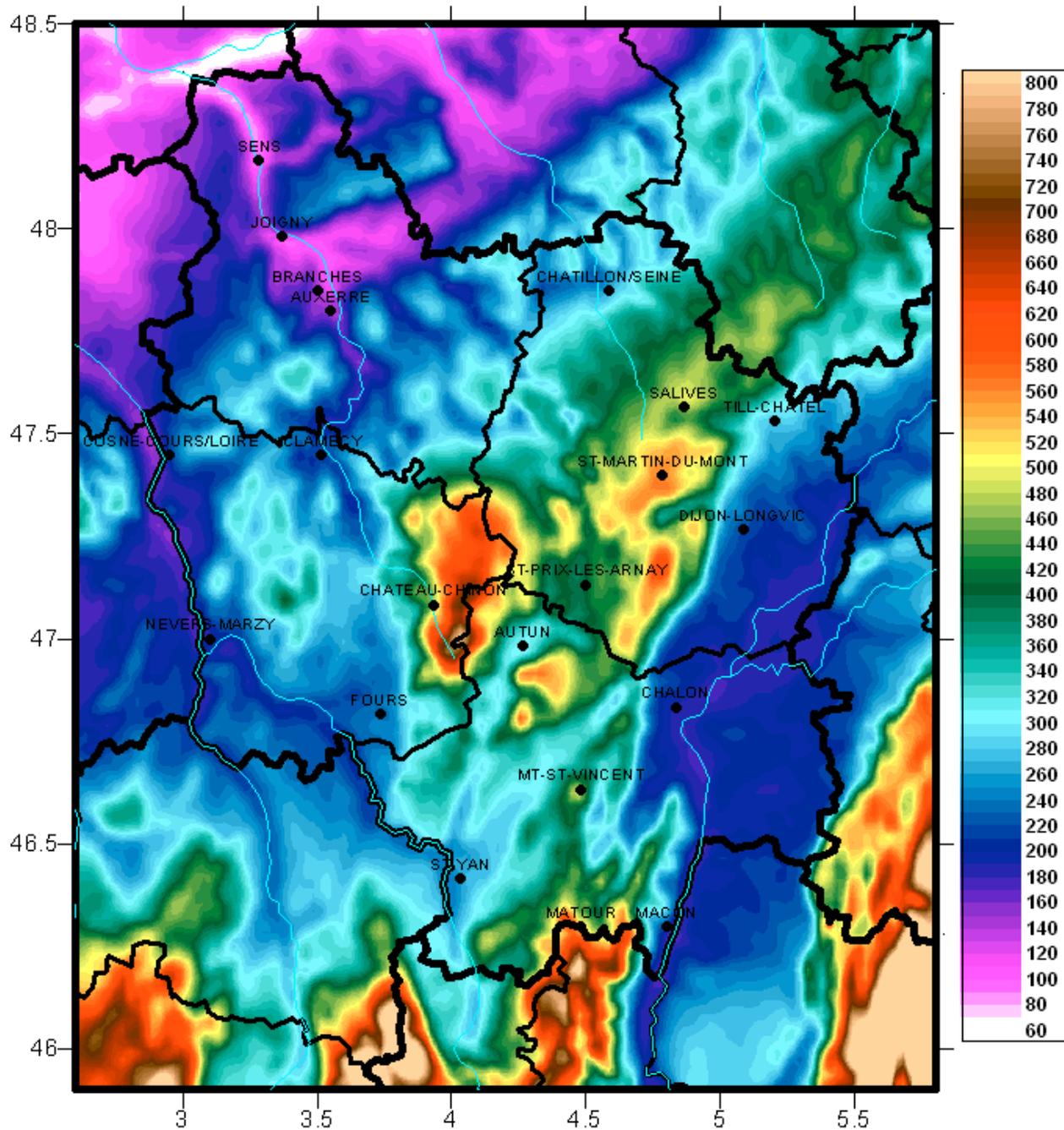
### A.1.3 Cas particulier de la cartographie de l'énergie disponible

Pour étudier les variations du vent en un lieu, on procède à un ajustement par une loi statistique dite de Weibull qui permet de décrire la distribution de la vitesse du vent à l'aide de deux paramètres dits d'échelle et de forme.

Ces coefficients de Weibull sont moins sensibles aux variations locales de relief et de rugosité que le vent moyen. Il a donc été décidé d'utiliser les vents calculés à partir des cinq années d'archive du modèle Aladin, soit à une maille de 12 km environ, pour les calculer.

Cette solution présente également l'intérêt d'être basée sur cinq années de données, et non pas sur 95 jours de simulation, ce qui est plus intéressant pour un calcul de distribution.

L'obtention de ces coefficients permet de calculer une **densité d'énergie disponible aux niveaux 50 et 80m**, ce qui constitue le deuxième résultat de cet atlas après les vents moyens Méso-NH.

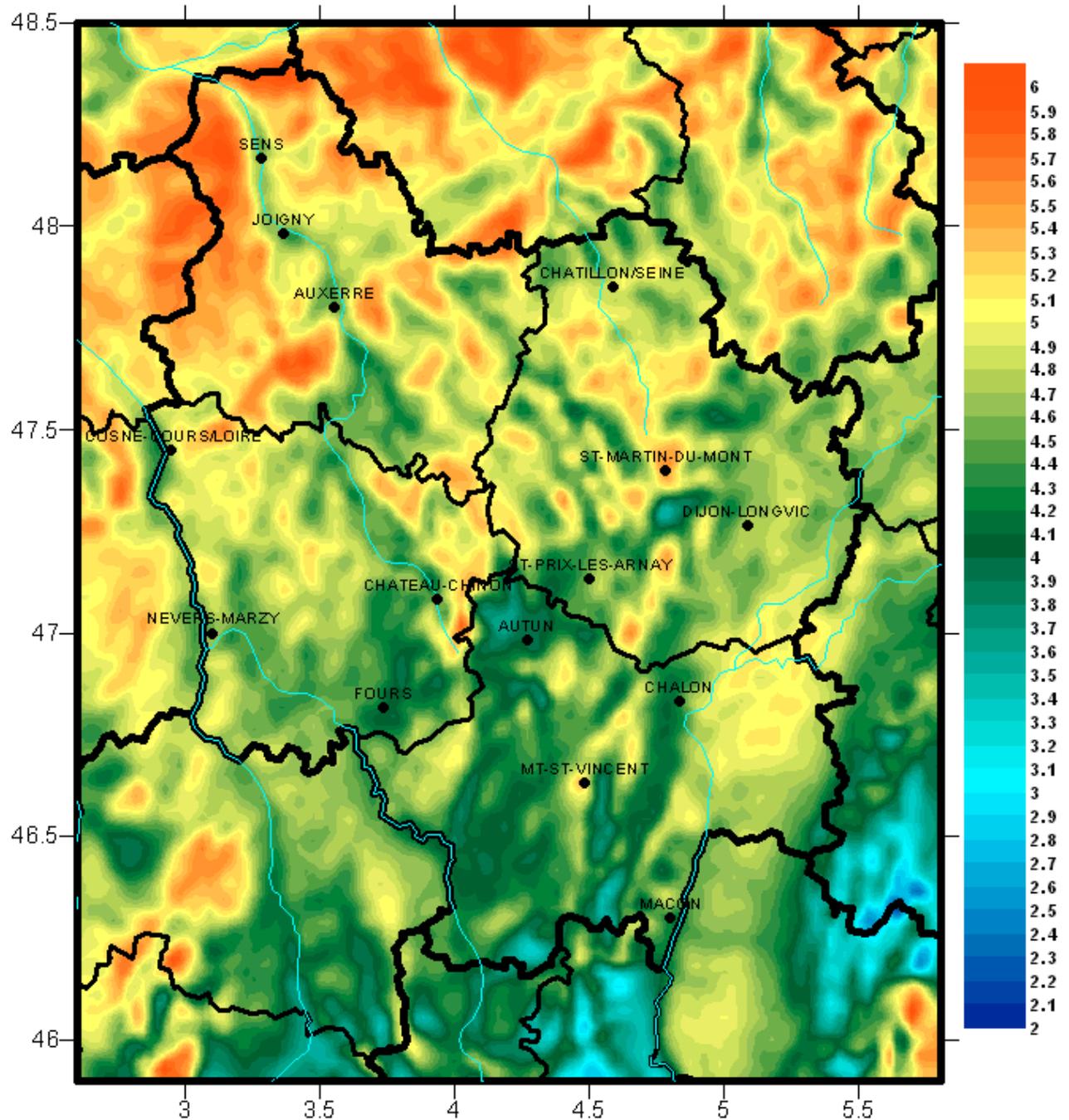


*Figure 2 : Relief de la Bourgogne à la résolution de 2 km, avec l'emplacement des stations d'observation utilisées comme points de validation.*

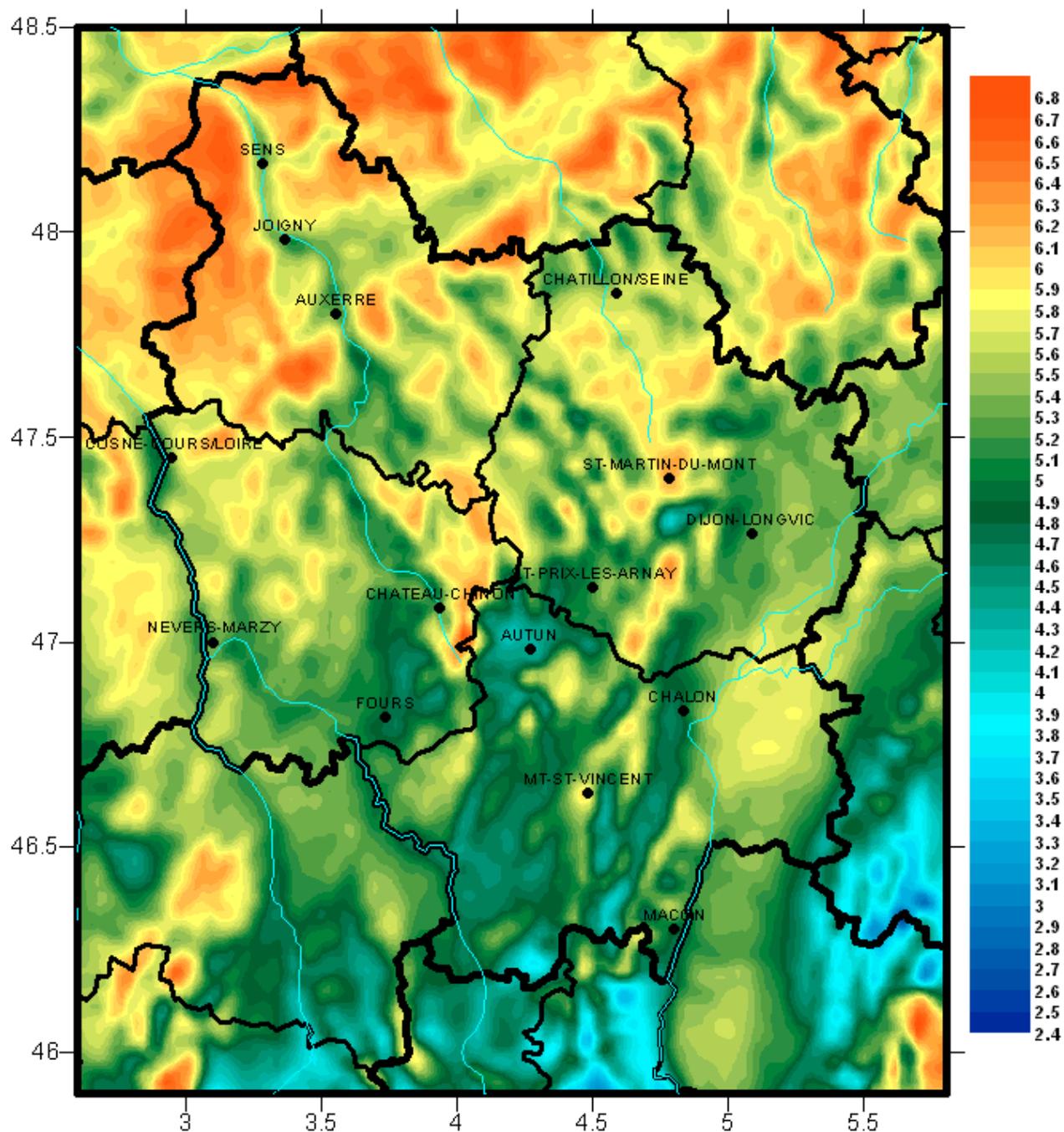
## A.2 Présentation cartographique des résultats

### A.2.1 Les vents moyens

Les figures 3 et 4 présentent respectivement les champs de vent moyen à 50 et 80 m obtenus par adaptation dynamique de Méso-NH sur les 95 dates, à la résolution de 2 km. (Voir aussi chapitre 2 « gisement éolien en Bourgogne »)



*Figure 3 : Vent moyen à 50 m en m/s calculé par Méso-NH à la résolution de 2 km à partir des 95 situations choisies.*



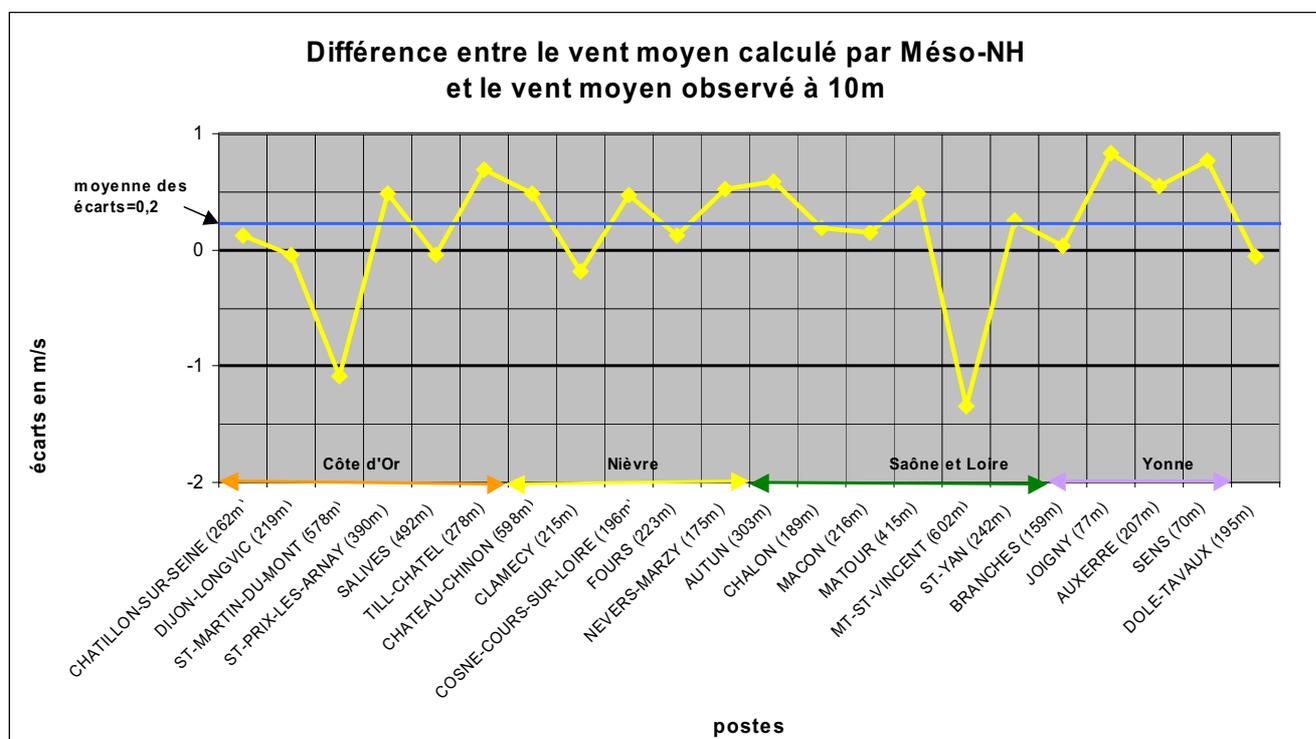
*Figure 4 : Vent moyen à 80 m en m/s calculé par Méso-NH à la résolution de 2 km à partir des 95 situations choisies.*

Dans l'ensemble, les champs de vents obtenus à partir de Méso-NH sont cohérents et bien adaptés au relief avec une bonne représentation des grandes vallées (Yonne, Seine, Loire...) mais également de petites vallées telles que celles de l'Ouche et du val d'Autun.

### ❖ Qualification de la cartographie des vents moyens

Une première analyse des résultats obtenus pour le calcul du vent moyen avec Méso-NH est présentée en **figure 5**. Elle compare les résultats obtenus, pour le vent à 10 m, avec les observations de 22 stations choisies parmi les points de mesure disponibles, en excluant les séries inférieures à 3 années disponibles sur la période 1994-2003 et les stations présentant des problèmes de qualité de mesure (présence d'obstacles, site non représentatif...).

La moyenne des écarts obtenus montre une surestimation du modèle légèrement inférieure à 0,2 m/s, mais la variabilité est importante : la surestimation est quasi-générale et peut atteindre des valeurs proches de 1 m/s. Toutefois, deux sites présentent des sous-estimations supérieures à 1m/s. Celui de Saint-Martin-du-Mont (21), installé depuis 1999 sur un plateau de grandes cultures, est bien classé dans la qualification des sites utilisée par Météo-France. L'autre point de mesure est situé au sommet du Mont-Saint-Vincent (71) et constitue une référence au niveau de l'historique de la mesure (depuis 1943), mais la représentativité de la mesure n'est pas optimale de par sa position sur un sommet isolé. Ce site est considéré comme surestimant la force réelle du vent. De plus, l'altitude considérée par Méso-NH avec une maille de 2 km est d'environ 500 m pour le point représentatif du Mont-Saint-Vincent, soit une différence de 100 m avec la réalité qui accentue encore la sous-estimation du modèle pour ce point.



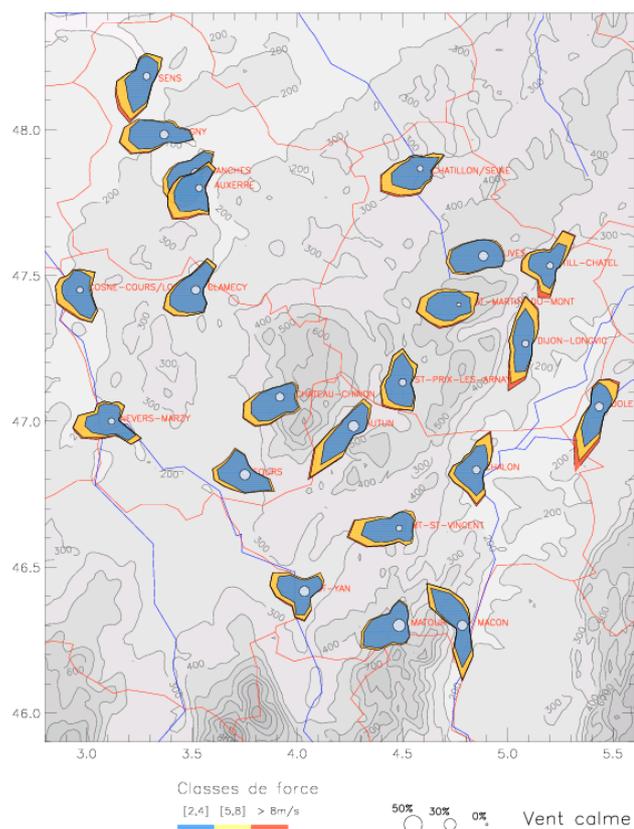
**Figure 5 :** Différence entre le vent moyen modélisé et les observations en 22 points de mesure (modèle – observation).

### ❖ Qualifications à l'aide des roses des vents à 10 m

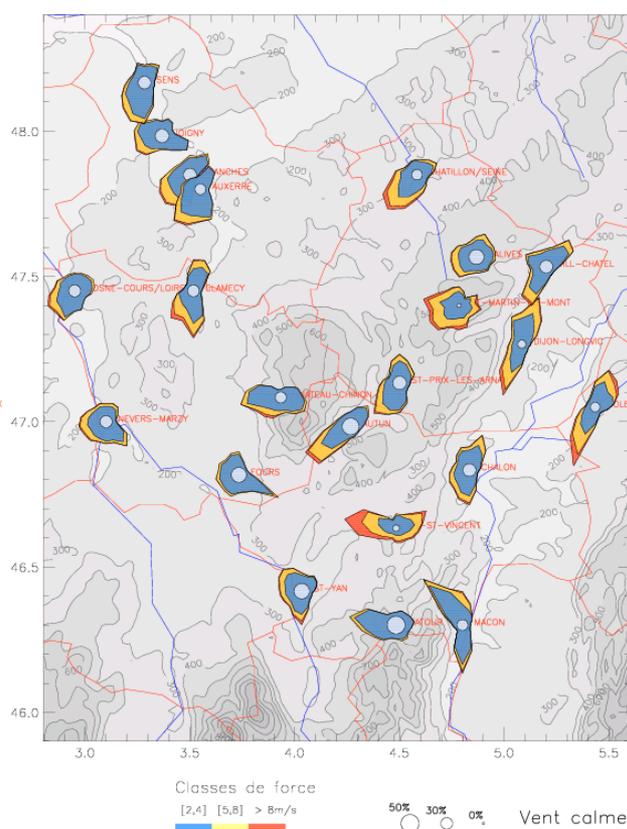
Pour qualifier objectivement les résultats obtenus lors des simulations Méso-NH, Météo-France a défini des critères de qualité calculés à partir des roses des vents à 10 m et prenant en compte, non seulement la force du vent, mais également sa direction.

La **figure 6** présente une cartographie des roses des vents à 10 m, calculées sur les 22 points de mesure déjà utilisés dans le paragraphe précédent. A gauche, sont tracées les roses des vents calculées par Méso-NH au point le plus proche des sites et à droite, figurent les roses tracées à partir des données observées disponibles sur la période 1994-2003 choisie en référence.

Roses Meso-NH 95 dates



Roses Observées 1994-2003



**Figure 6 :** Comparaison des roses des vents à 10 m entre Mésos-NH et l'observation sur les 22 points de mesure considérés

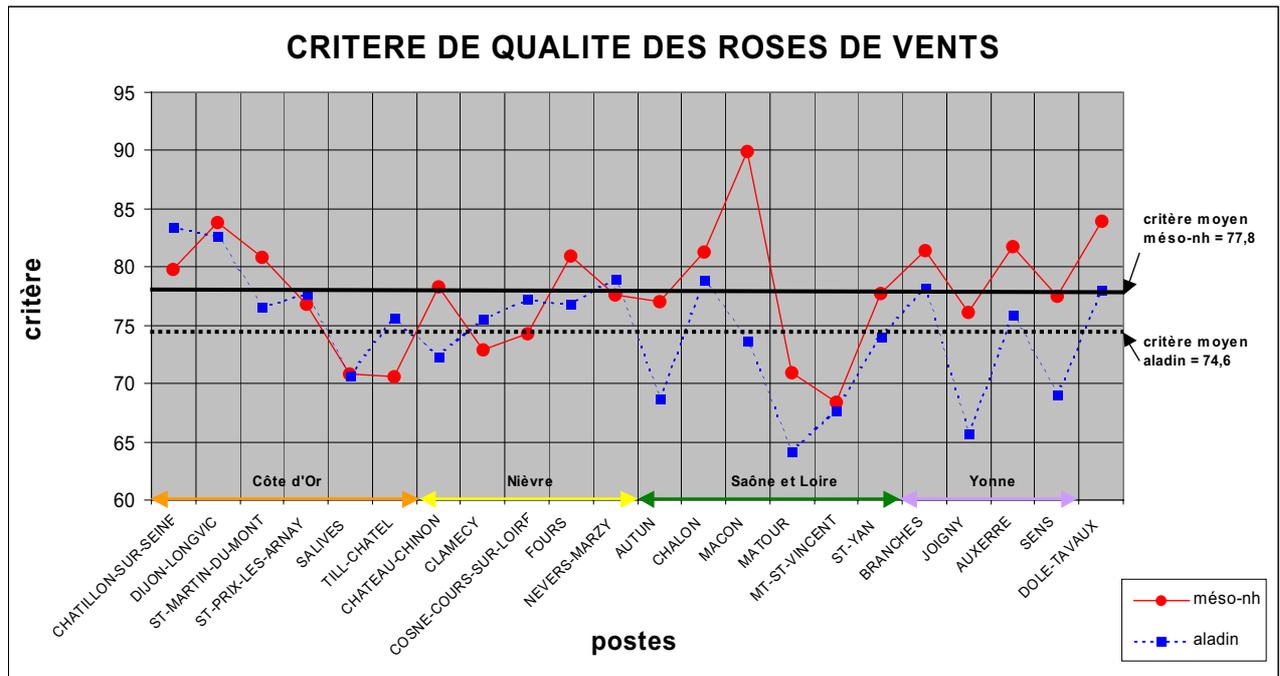
La comparaison graphique, à partir de la figure 6, montre que les directions de vents sont bien restituées par Mésos-NH à partir des 95 situations et ceci à une échelle de 2 km. Par contre, le modèle affiche une sous-estimation de la classe des vents calmes qui est compensée par une surestimation des vents faibles (entre 2 et 4 m/s), ceci apparaissant de manière plus lisible dans les tableaux joints aux roses des vents ponctuelles présentées dans l'**annexe C**.

La forte sous-estimation du modèle Mésos-NH par rapport aux mesures effectuées à Saint-Martin-du-Mont (21) et au Mont-Saint-Vincent (71), signalée au paragraphe précédent, est bien visible sur les roses au niveau de la classe des vents forts (> 8 m/s).

Pour analyser plus finement ces résultats, trois critères de comparaison ont été définis. Le premier est un critère global qui prend en compte à la fois les 18 classes de direction, les 3 classes de force et la classe des vents calmes. Le second prend uniquement en compte les 18 classes de direction et le troisième ne considère que les 4 classes de force du vent. Ces trois critères sont définis entre 0 et 100 (0 si pas de classe commune et 100 pour des roses identiques). Le détail du calcul des critères est présenté en **annexe B**.

Le critère 1 (ou critère global), calculé sur les 22 points de mesure choisis pour le contrôle, affiche une valeur moyenne de 77,8%, ce qui présente une amélioration par rapport aux résultats obtenus avec le modèle Aladin (74,6%).

Le détail par station est présenté, ci-dessous, dans la **figure 7**.



*Figure 7 : Comparaison des critères globaux calculés pour Méso-NH et Aladin sur les 22 points de mesure considérés*

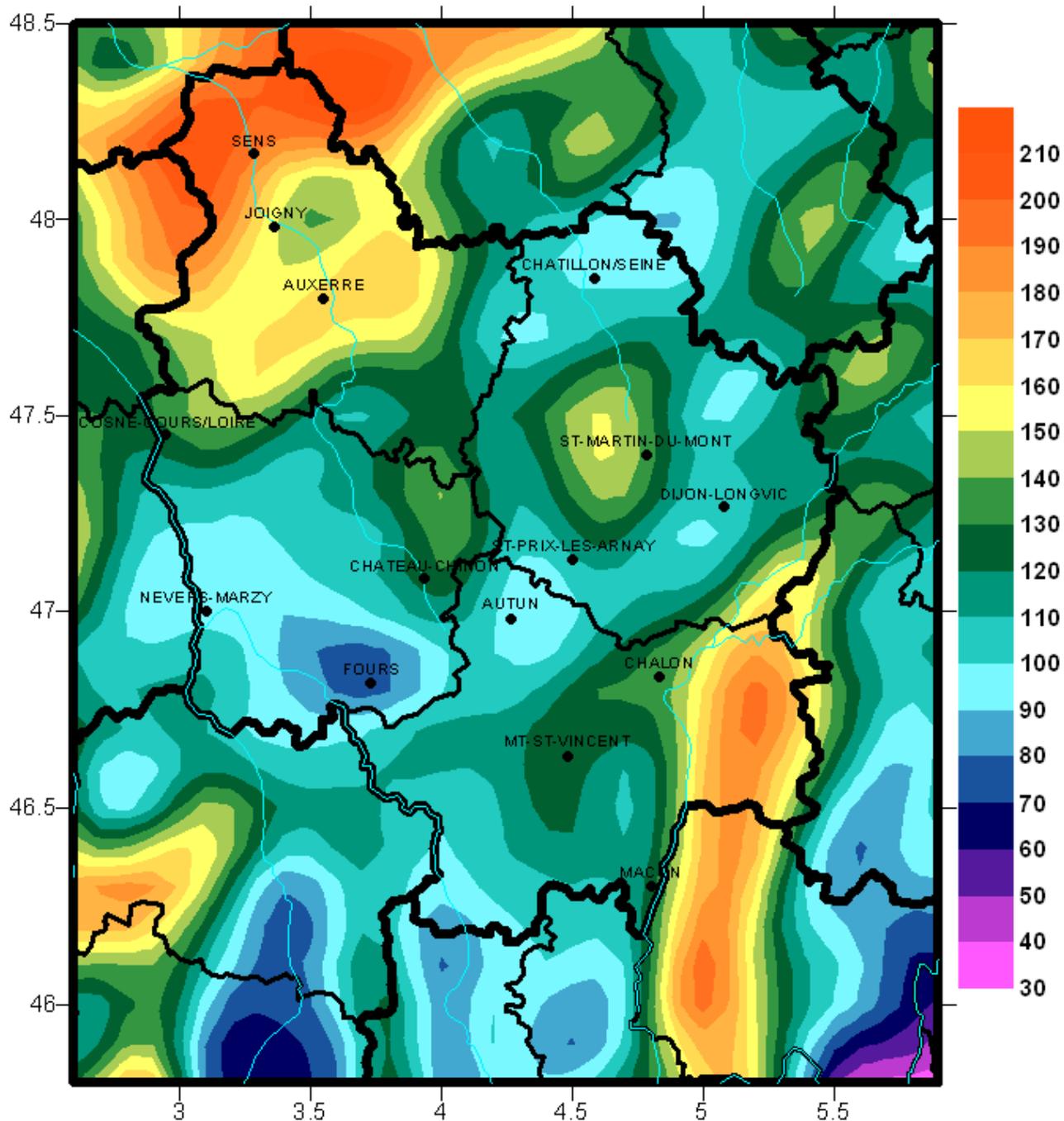
Cette différence entre les critères Aladin et Méso-NH montre la pertinence de la simulation à une échelle de 2 km, faite avec Méso-NH sur les 95 dates sélectionnées, par rapport à la profondeur d'archive du modèle opérationnel Aladin, qui ne décrit la France qu'avec une maille de 12 km environ.

### A.2.2 L'énergie disponible

L'énergie disponible aux niveaux 50 et 80 m a été calculée à partir de cinq années de données du modèle Aladin car, pour ce paramètre, la profondeur de l'archive utilisée a été considérée comme prépondérante par rapport à une simulation à échelle plus fine mais effectuée seulement sur 95 dates.

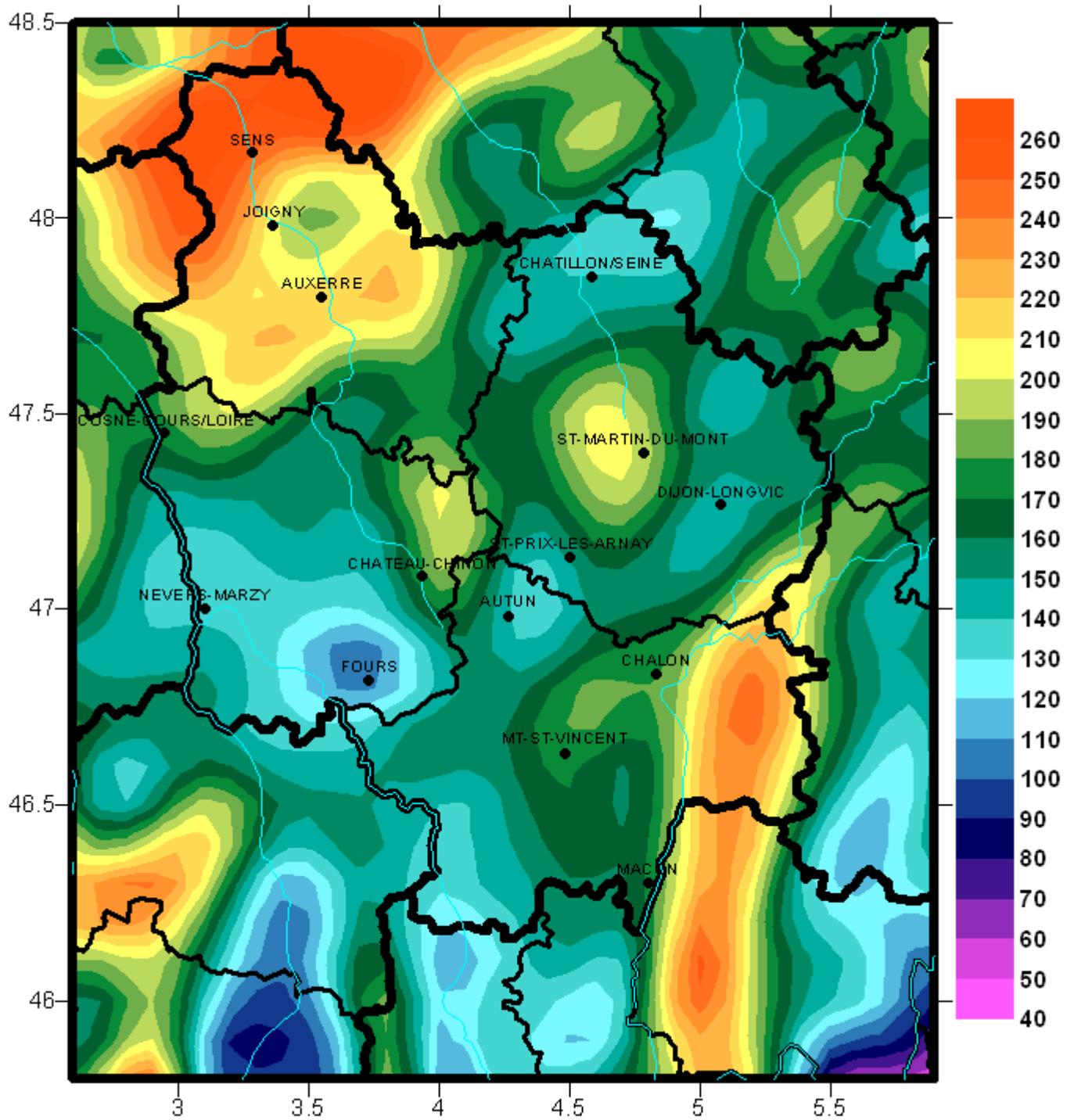
Les résultats présentés sur ces cartes (**figures 8 et 9**) confirment une grande partie des résultats énoncés dans le paragraphe sur les vents moyens :

Ce résultat apparaît également dans le calcul du vent moyen effectué à partir du modèle Aladin, celui-ci faisant ressortir une zone de vent moyen élevé de manière plus accentuée que dans les résultats de Méso-NH. Cette différence entre les deux modèles peut également être retrouvée sur les roses des vents calculées au point proche de Louhans qui sont présentées en **annexe 1D**. D'autre part, la distribution de Weibull associée à cette zone présente une dispersion importante (paramètre de forme K faible) et donc un pourcentage important de vents forts qui est pris en compte au niveau du calcul de l'énergie disponible.



**Figure 8 :** Energie disponible à 50m en  $W/m^2$  calculée à partir de 5 années d'archive du modèle Aladin.

La figure 9 présentant l'énergie disponible à 80 m met en évidence les mêmes zones de potentiel éolien que la carte à 50 m, les valeurs pour l'énergie disponible étant de l'ordre de 50  $W/m^2$  plus fortes qu'à 50 m.



*Figure 9 : Energie disponible à 80m en  $W/m^2$  calculée à partir de 5 années d'archives du modèle Aladin.*

### **A2.3 Références**

Frank, H.P., Landsberg, L., 1997 : Modelling the wind climate of Ireland. *Boundary Layer Meteorol.*, **85**, 359-378.

Harlander, U., 1997 : Flow climatology in the Alpine region as simulated by a simple shallow water model. *Contr. Phys. Atmosp.*, **70**, 285-299.

Heimann, D., 1986 : Estimation of regional surface wind field characteristics using a three layer mesoscale model. *Contr. Phys. Atmosp.*, **59**, 518-537.

Lafore , J.-P. et al., 1998 :The Meso-NH atmospheric simulation system. Part 1 : Adiabatic formulation and control simulations. *Ann.Geophysicae*, **16**, 209-228.

Masson, V., 2000 : A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models. *Boundary Layer Meteorol.*, **94**, 357-397.

Noilhan, J., and S.Planton, 1989 : A simple parameterization of land surface processes for meteorological models. *Mon.Wea.Rev.*, **117**, 536-549.

## B/ CRITERES DE QUALITE DES ROSES DES VENTS MODELISEES

On note  $c_i$  toutes les classes de la rose des vents observée,  $d_i$  ses classes de direction et  $f_i$  ses classes de force et on prime ces notations pour la rose des vents modélisée.

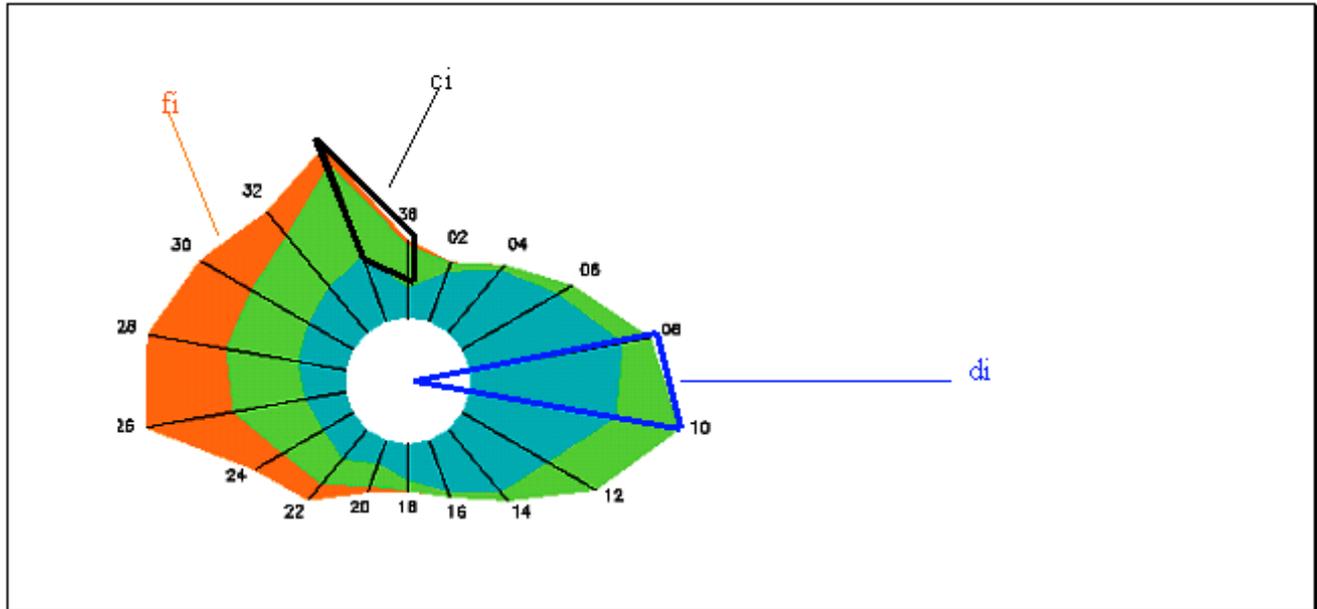


Figure 1 : Représentation des différents types de classe sur une rose des vents

- 1<sup>er</sup> critère : il s'agit de faire la somme des différences (en valeur absolue) entre chaque classe de la rose à qualifier et celle analogue de la rose des vents observée (soit une somme de  $[(18 \times 3) + 1]$  différences (en fait 18 directions  $\times$  3 classes de forces + la classe des vents calmes). Le critère ainsi obtenu a une valeur comprise entre 0 et 100. En effet la somme des classes d'une rose des vents fait 100% : s'il n'y a aucune classe commune entre les roses à comparer, on obtient la valeur 0, alors que le critère est de 100% si la rose simulée coïncide avec la rose observée.

Le premier critère s'écrit sous la forme :

$$C_1 = 100 - \frac{1}{2} \left( \sum_{i=1, (18 \times 3 + 1)} |c_i' - c_i| \right)$$

- 2<sup>ème</sup> critère : il s'agit d'un critère de qualité en direction. Il consiste à faire la somme des différences (en valeur absolue) entre chaque classe de direction de la rose à qualifier et la classe de direction analogue d'une rose des vents observée. Pour ce faire, on ajoute les valeurs des classes de force d'une même direction. On calcule ainsi la somme de 18 différences.

Avec les notations définies plus haut, le critère s'écrit sous la forme :

$$C_2 = 100 - \frac{1}{2} \left( \sum_{i=1, 18} |d_i' - d_i| \right)$$

- 3<sup>ème</sup> critère : il s'agit d'un critère de qualité en force. Il faut faire la somme des différences (en valeur absolue) entre chaque classe de force de la rose à qualifier et la classe de force analogue d'une rose des vents observée. Pour ce faire, on ajoute les valeurs des classes de direction d'une même classe de force. On calcule ainsi la somme de 4 différences.

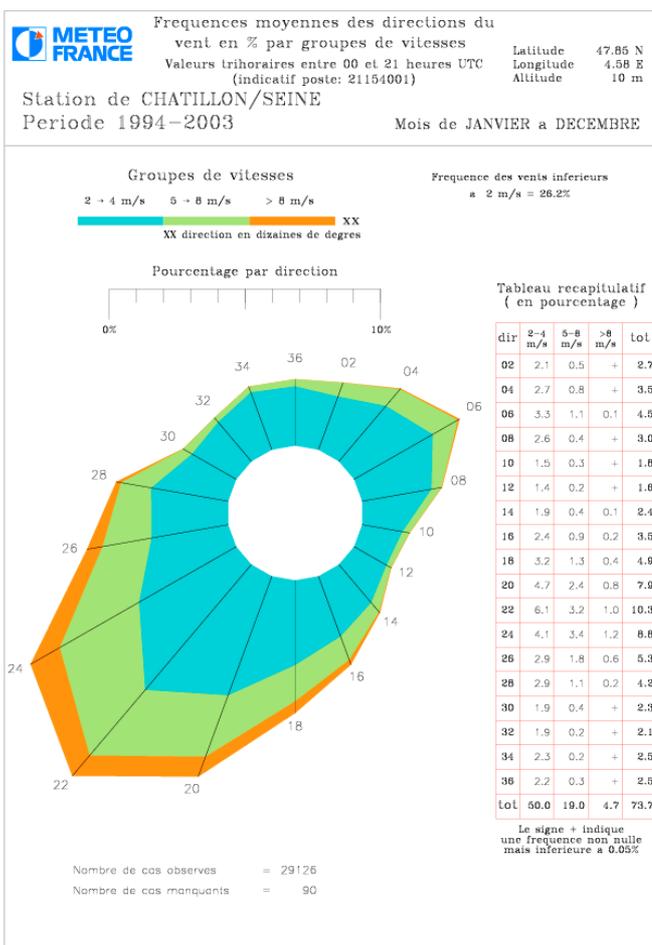
On peut donc écrire le troisième critère sous la forme :

$$C_3 = 100 - \frac{1}{2} \left( \sum_{i=1, 4} |f_i' - f_i| \right)$$

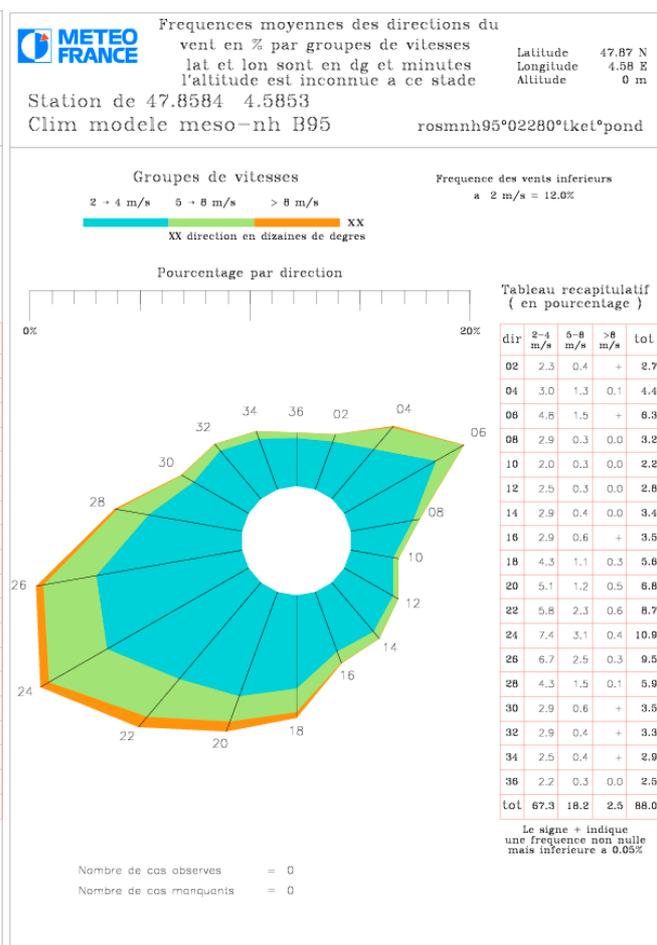
## C/ ROSES DES VENTS OBSERVEES ET MODELISEES A 10M

### Département de la COTE D'OR

#### Châtillon-sur-Seine

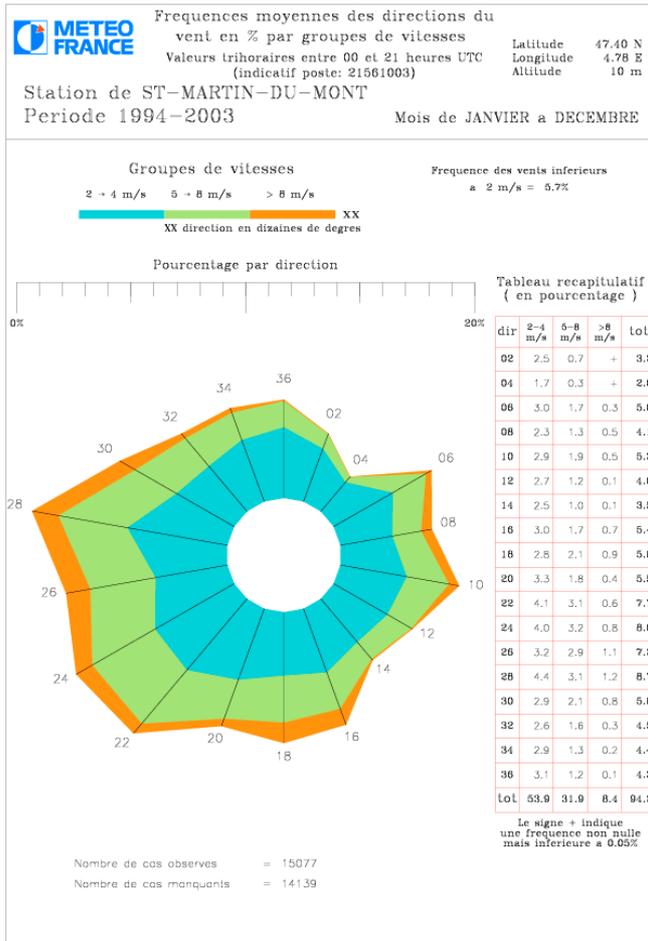


*Rose des vents observés*

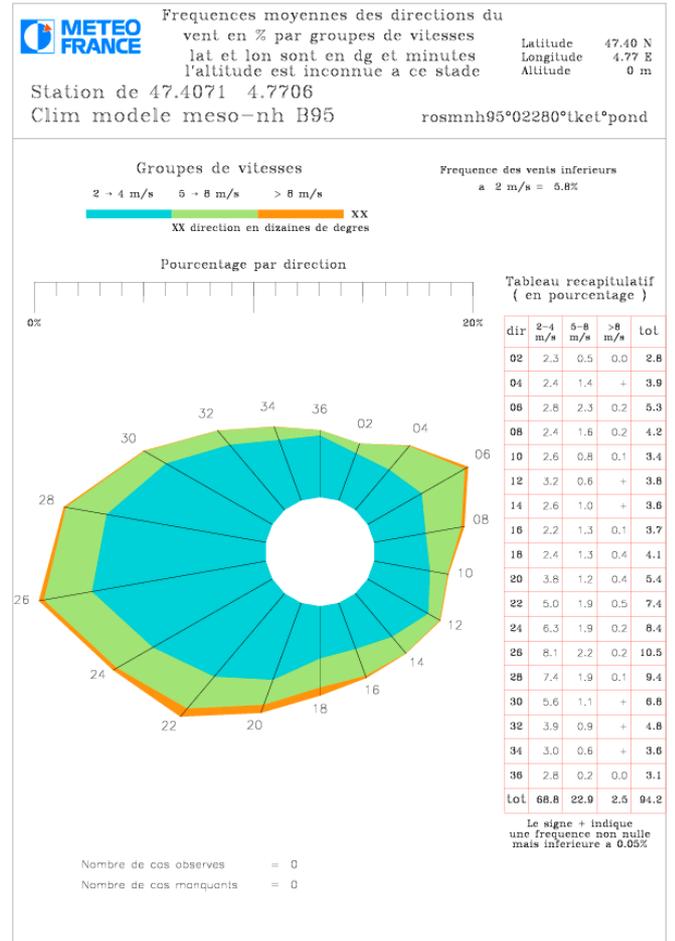


*Rose des vents modélisés*

**Saint-Martin-du-Mont**



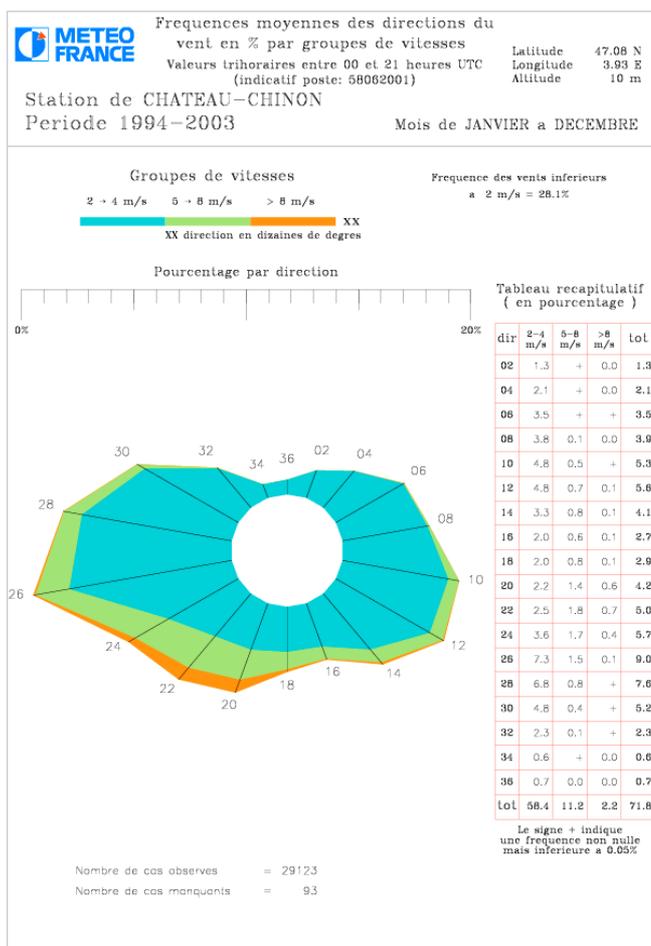
*Rose des vents observés*



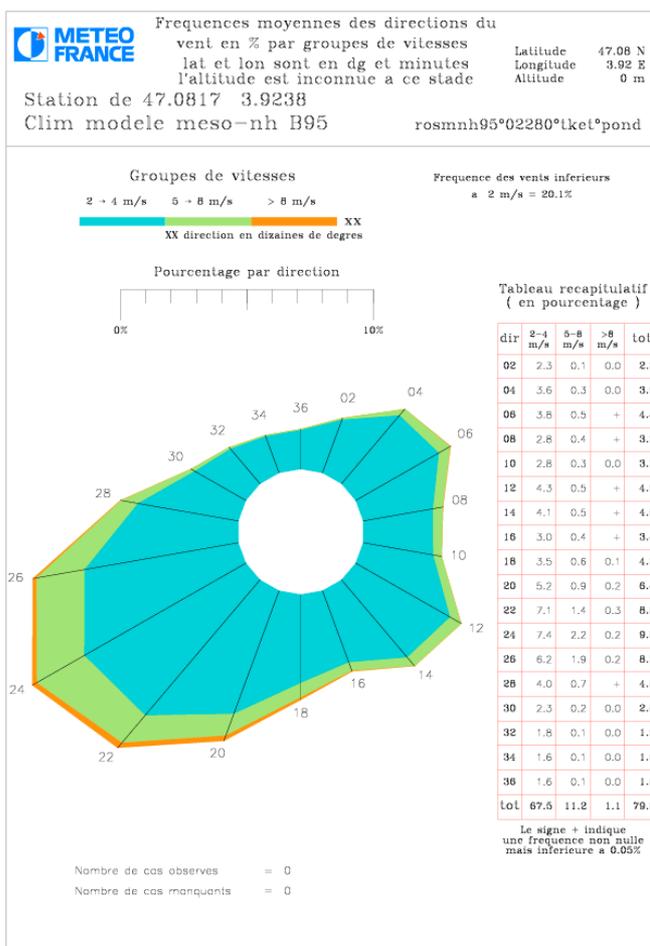
*Rose des vents modélisés*

## Département de la NIEVRE

### Château-Chinon

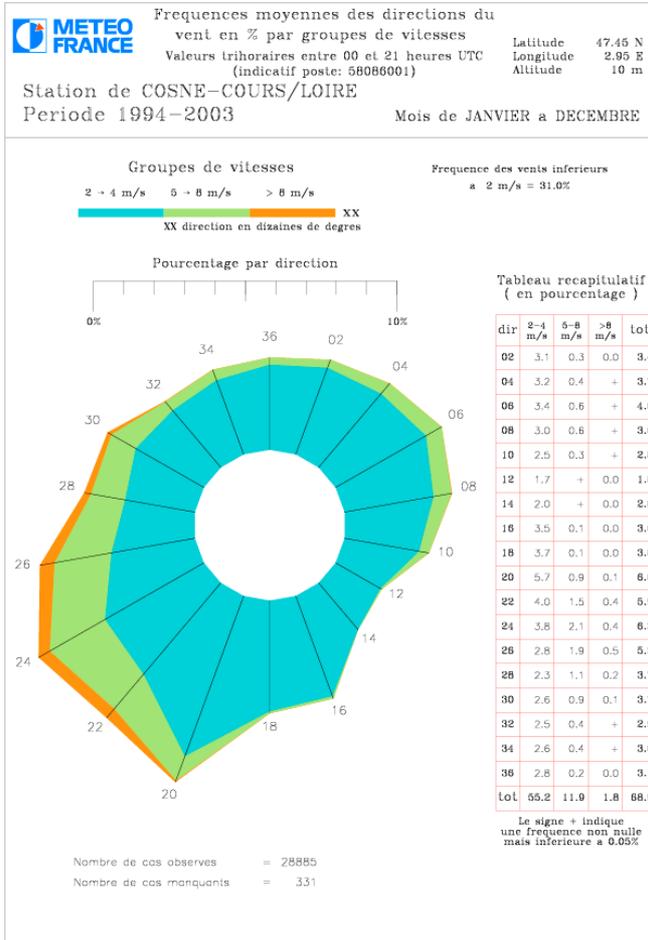


*Rose des vents observés*

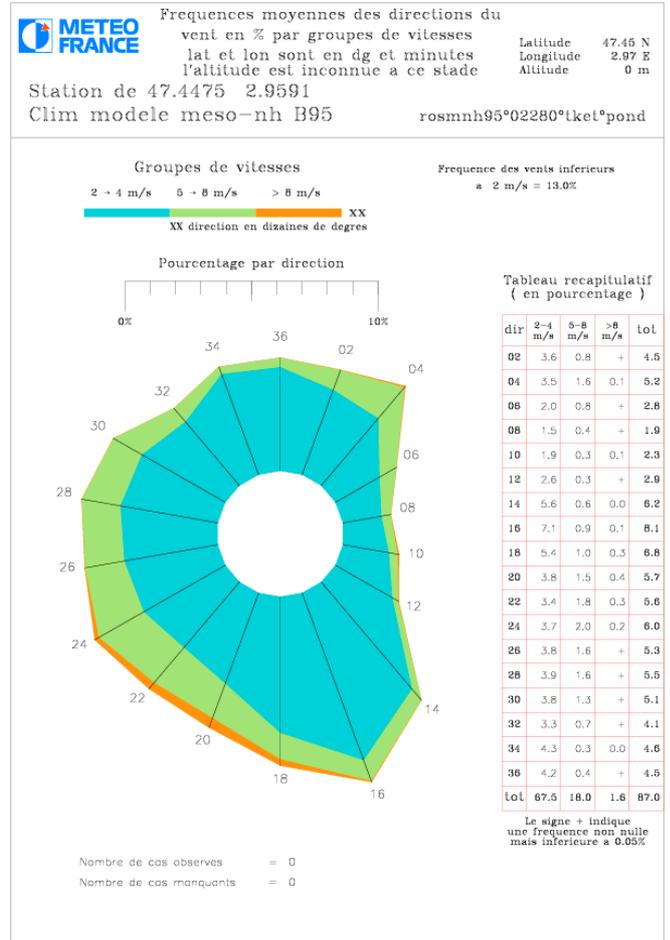


*Rose des vents modélisés*

**Cosne-Cours-sur-Loire**



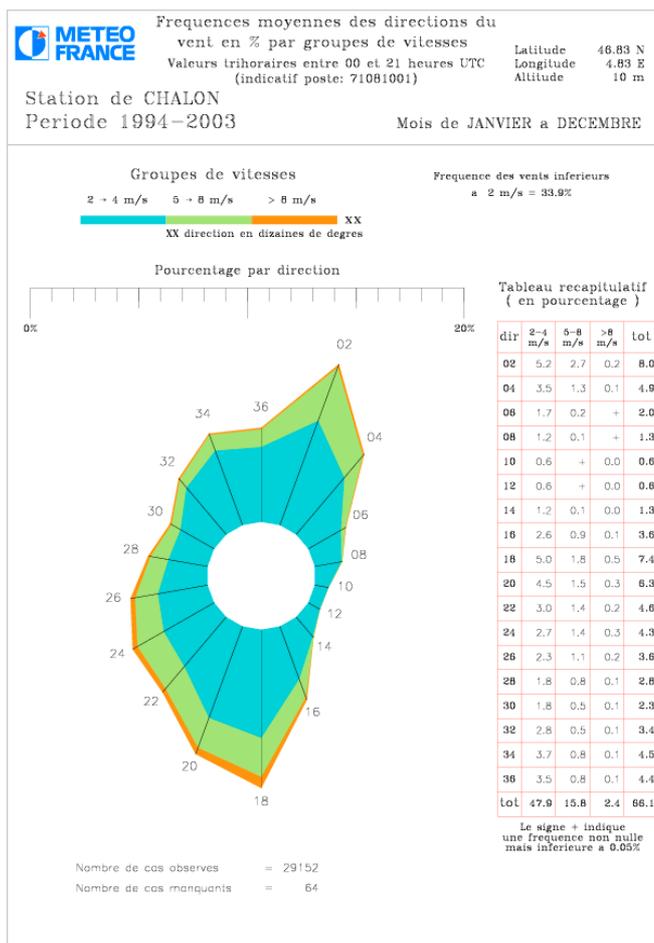
*Rose des vents observés*



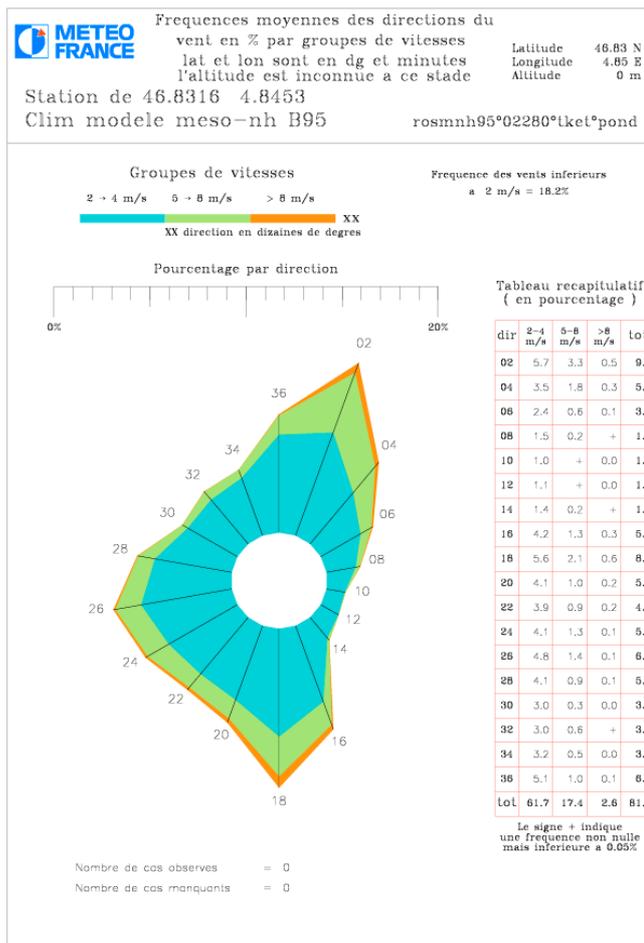
*Rose des vents modélisés*

## Département de la SAONE-ET-LOIRE

### Chalon-sur-Saône

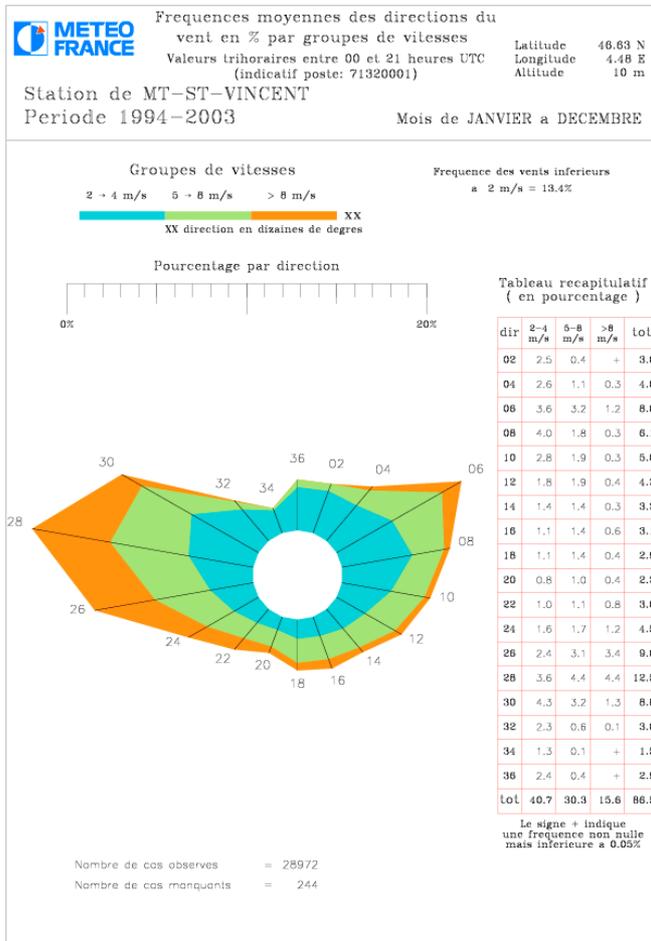


*Rose des vents observés*

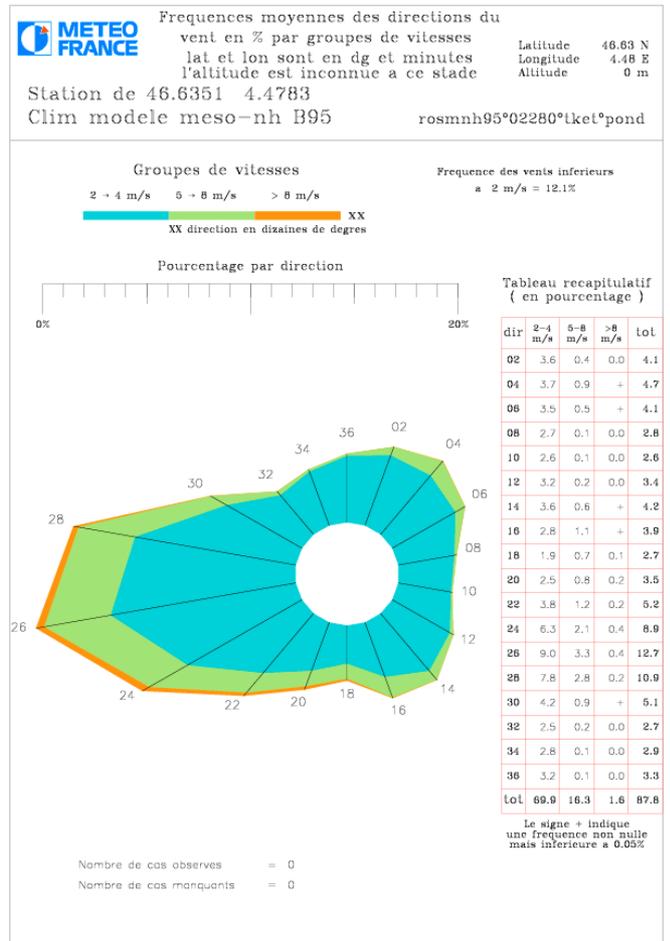


*Rose des vents modélisés*

### Mont-St-Vincent



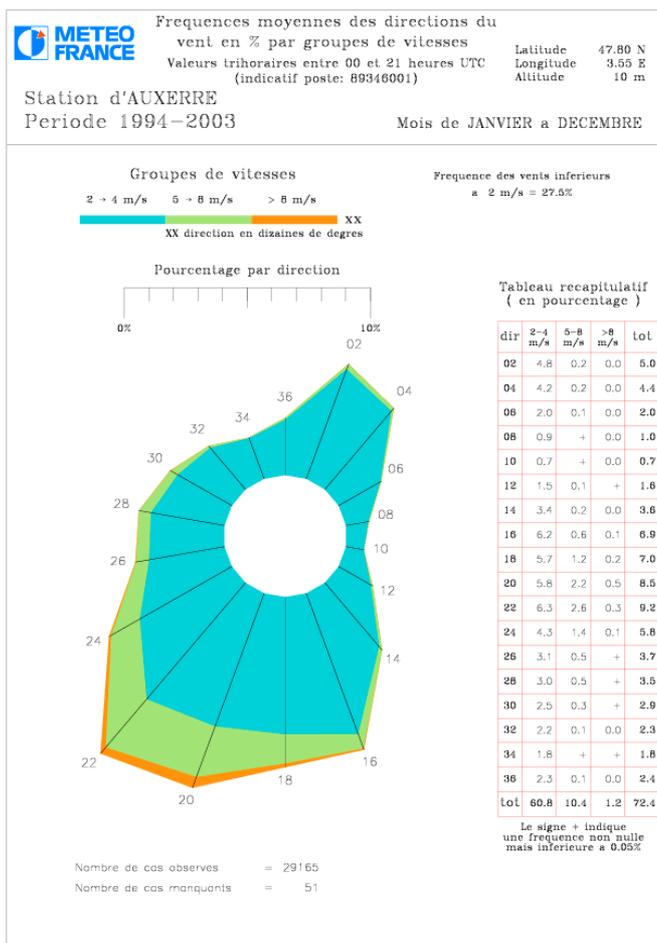
Rose des vents observés



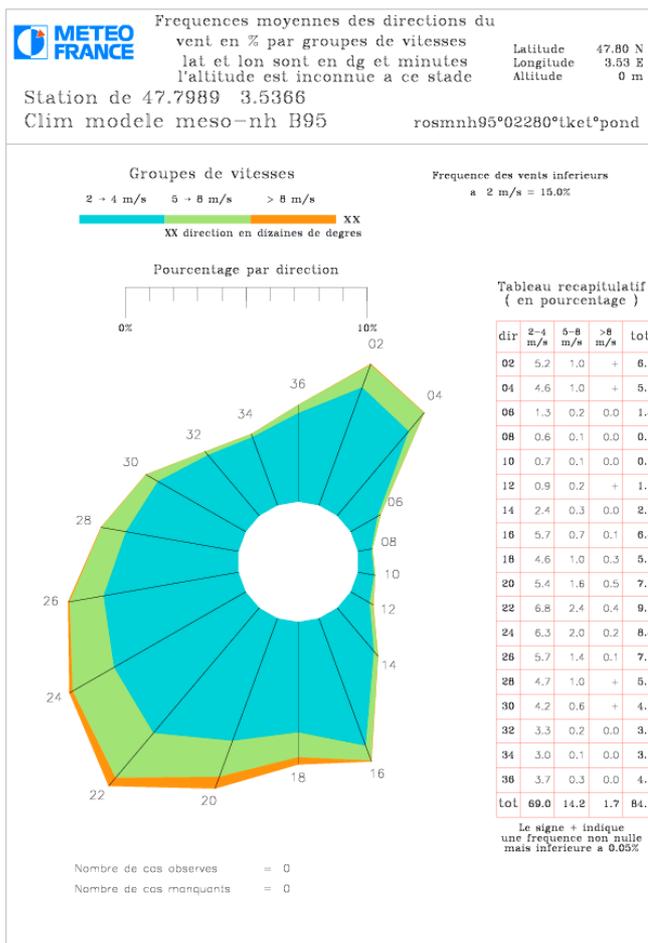
Rose des vents modélisés

## Département de l'YONNE

### Auxerre

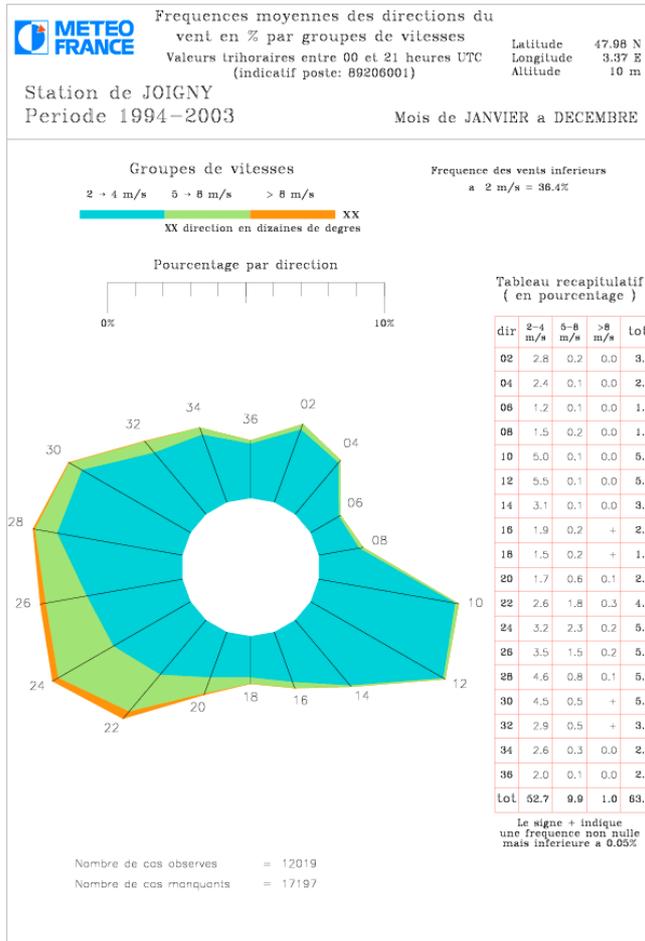


*Rose des vents observés*

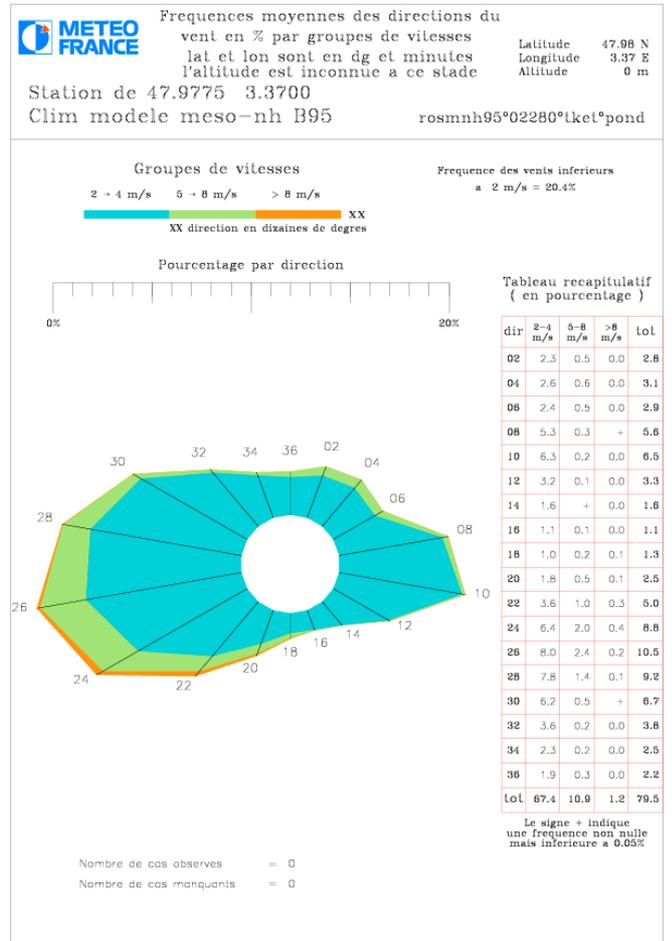


*Rose des vents modélisés*

## Joigny



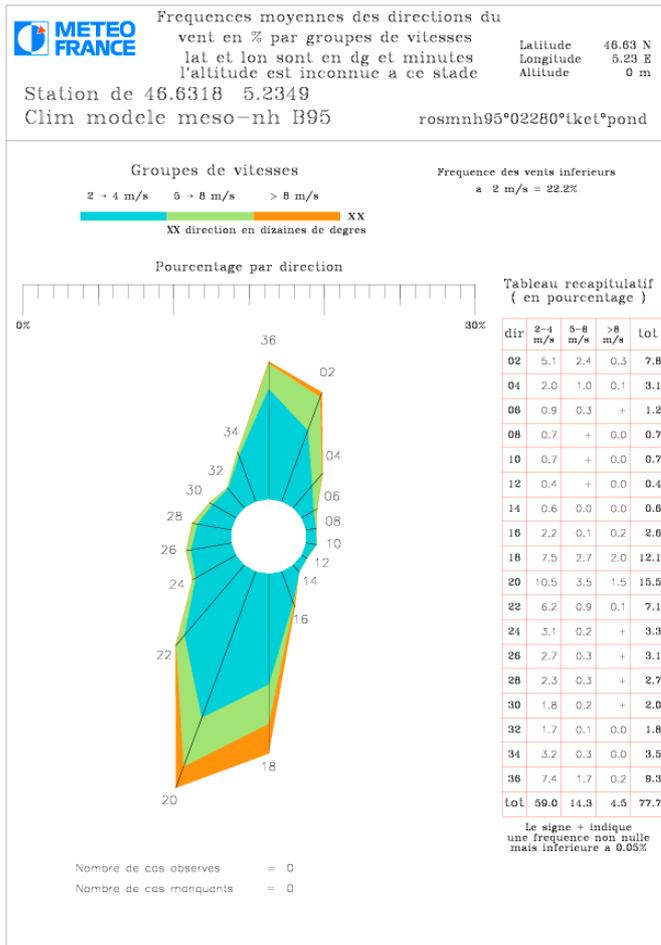
*Rose des vents observés*



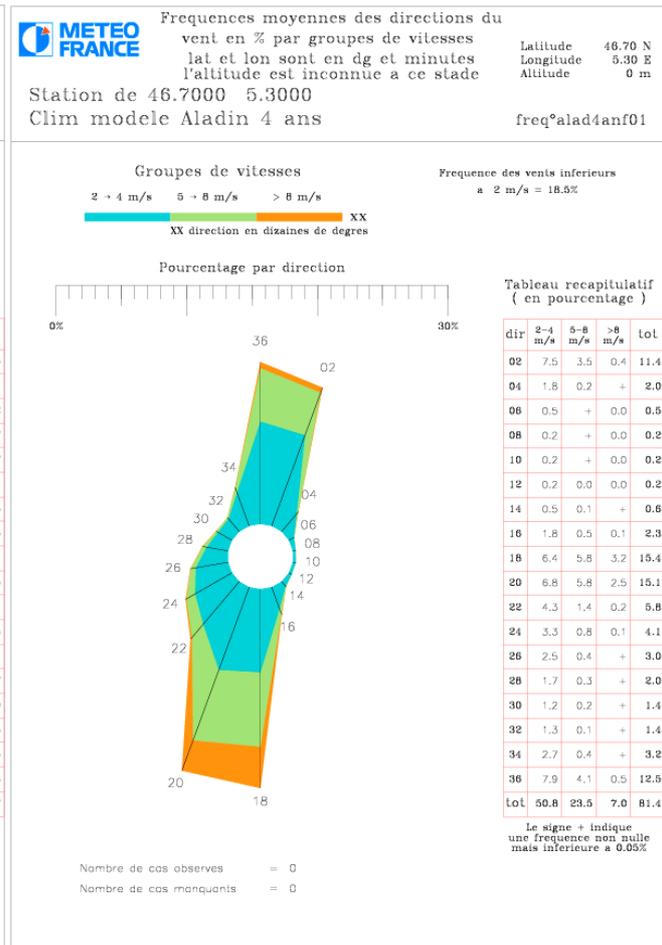
*Rose des vents modélisés*

## D/ ROSES DES VENTS ALADIN ET MESO-NH POUR LA BRESSE

Cette annexe présente les roses des vents Méso-NH et Aladin à 10m au point le plus proche de Louhans (71) située en Bresse Bourguignonne, région pour laquelle Aladin, modèle choisi pour estimer l'énergie disponible, prédit un potentiel éolien supérieur à celui estimé à partir du vent moyen calculé à l'aide du modèle Méso-NH.



Rose des vents Méso-NH « Louhans »



Rose des vents Aladin « Louhans »

La comparaison des roses ci-dessus montre que la climatologie des vents issue d'Aladin présente un plus fort potentiel pour l'éolien en Bresse avec plus de vents forts (7% contre 4,5% de vents > 8 m/s), plus de vents moyens (23,5% contre 14,3% de vents compris entre 5 et 8 m/s) mais également moins de vents calmes (18,5% contre 22,2% de vents < 2m/s).



## ANNEXE 2 : LISTE DES ELEMENTS CARTOGRAPHIES

Les données suivantes ont été obtenues auprès de la DIREN Bourgogne

### A) Liste des communes sur le territoire desquelles se trouve une ZPPAUP

Département	Commune
Côte d'Or	Arnay-le-Duc
Côte d'Or	Flavigny-sur-Ozerain
Côte d'Or	Fontaines-les-Dijon
Côte d'Or	Is-sur-Tille
Côte d'Or	Saint-Romain
Côte d'Or	Saint-Seine-L'Abbaye
Nièvre	Decize
Saône-et-Loire	Fontaines
Saône-et-Loire	Saint-Gengoux-le-National
Yonne	Avallon
Yonne	Cravant
Yonne	La Ferté-Loupière
Yonne	Noyers
Yonne	Tanlay
Yonne	Villeneuve-sur-Yonne

### B) Liste des communes sur le territoire desquelles se trouve un site inscrit au patrimoine mondial de l'humanité (UNESCO)

Département	Commune
Yonne	Fontenay
Yonne	Vezelay

### C) Liste des panoramas cartographiés

#### Côte d'Or

N°	NOM	VISION
3	Collines de Semur-en-Auxois	
10	Butte de Bard le Régulier	360°
11	Panorama de Châteauneuf	190°
33	Mont-Saint-Jean	
34	Butte de Thil	

**Nièvre**

<b>N°</b>	<b>NOM</b>	<b>VISION</b>
4	Panorama de Menou	180°
5	Butte de Metz-le-Comte	360°
6	Butte de Neuffontaines	360°
7	Panorama de la Justice-Lormes	180°
8	Butte de Montenoison	360°
9	Panorama du Calvaire Château-Chinon	360°
12	Panorama de Saint-Honoré	190°
31	Montagne de Dun	300°
36	Bazoches	

**Saône et Loire**

<b>N°</b>	<b>NOM</b>	<b>VISION</b>
14	Panorama du Mont-Beuvray	360°
15	Panorama de la Croix de la Libération	180°
16	Montagne des 3 croix	360°
17	Mont de Rome-Château	360°
18	Mont Rème	360°
19	Panorama du Rocher du Carnaval	180°
20	Panorama de Dettey	
21	Signal de Mont	360°
22	Mont-Saint-Vincent	360°
23	Panorama de Gourdon	360°
24	Saint-Clément-sur-Guye	180°
25	Panorama de Brancion	
26	Mont-Saint-Romain	
27	Butte de Suin	360°
28	Panorama de Beaubery	180°
29	Panorama de La Mère Boitier	
30	Roche de Solutré	360°
30b	Mont de Pouilly	360°
32	Montage Saint Cyr	

## Yonne

N°	NOM	VISION
1	Collines de Vezelay	360°
2	Butte de Montréal	360°

### D) Liste des sites touristiques fréquentés cartographiés

Lettre de référence	Commune	Département
a	Saint Fargeau	Yonne
b	Abbaye de Fontenay	Côte d'Or
c1 et c2	Clos Vougeot et Côte de Nuits	Côte d'Or
d1 et d2	Beaune et Côte de Beaune	Côte d'Or
e	Autun	Saône-et-Loire
f	Mont Beuvray Bibracte	Nièvre/ Saône-et-Loire
g	Tournus	Saône-et-Loire
h	Berzé la ville	Saône-et-Loire
i	Solutré	Saône-et-Loire
j	Cluny	Saône-et-Loire
k	La Charité sur Loire	Nièvre
l	Abbaye de Cîteaux	Côte d'Or
m	Nevers	Nièvre
n	Dijon	Côte d'Or

### E) Liste des entités paysagères, caractéristiques et longueur de vue

N°	ENTITE	MORPHOLOGIE DU RELIEF	STRUCTURES DU PAYSAGE	ECHELLES DE PERCEPTION	CLASSE
01	Sénonais	Plateau ondulé <b>L'horizontalité est très dominante</b>	Champs ouverts ponctués d'arbres fruitiers et de bosquet Habitat groupé	Champ de vision large et lointain	<b>Vues longues</b>
02	Gâtinais	Plateau ondulé <b>L'horizontalité est très dominante</b>	Champs ouverts ponctués d'arbres et de bosquets avec des arrières plans forestiers	Champ de vision larges et lointains Changements d'échelles dans les vallées	<b>Vues longues</b>
03	Pays d'Othe	Plateau ondulé <b>L'horizontalité est très dominante</b>	Champs marqués par les arbres	Champs de vision larges et lointains	<b>Vues longues</b>

04	Cuesta d'Othe	Versant assez rectiligne ouvert vers le sud-est, devancé de buttes témoins  <b>L'horizontalité est très dominante</b>	Champs ouverts, parcellaire plus étroit	Champs de vision très larges et lointains de l'ordre de plusieurs dizaines de kms	<b>Vues longues</b>
05	Val Florentin	Vallée évasée à versants doux	Paysage varié passant d'espaces ruraux à des espaces d'activité et d'habitat Plans multiples et espace cloisonné par la végétation	Champs de vision court Paysage complexe et confus	<b>Vues moyennes</b>
06	Puisaye orientale	Plateau ondulé	Paysage de champs très ouverts interrompus e villages arborés	Champs de vision larges et lointains Changement d'échelle dans les vallées marquées par l'arbre	<b>Vues longues</b>
07	Puisaye Bocagère	Plateau ondulé	Bocage et bois	Espace cloisonné	<b>Vues courtes</b>
08	Pays de Tholon	plaine	Espace mixte de culture et herbages	Paysage ouvert champ de vision large	<b>Vues longues</b>
09	Forterre	Plateau ondulé <b>Horizontalité dominante</b>	Espace dde culture	Larges champs de vision	<b>Vues longues</b>
10	Jardin de l'Auxerrois	Plateaux et coteaux	vignoble	Champs de vision large à limité	<b>Vues moyennes</b>
11	Chablisien	Plateau  <b>Horizontalité dominante</b>	vignoble	Champs de vision ample	<b>Vues longues</b>
12	Plateau de Noyers	Plateau ondulé  Horizontalité dominante	Espace de culture avec bois	Champs de vision large et lointain	<b>Vues longues</b>
13	Plateau nord Bourguignons	plateau	Espace forestier	Champs de vision très limité	<b>Vue courte</b>
14	Plateau nord nivernais	Plateau ondulé	Cultures ponctuées de bosquets	Champs de vision plus ou moins large, paysage ouvert	<b>Vues moyennes</b>
15	Plateau du Chatillonnais	Plateau incliné vers le nord  <b>Horizontalité dominante</b>	Espace de culture et de bois	Champ de vision large	<b>Vues moyennes</b>
15c	Vallée de la Seine	Vallée sinueuse	Prairies et cultures très arboré	Espace cloisonné	<b>Vues courtes</b>
16	Forêt Châtillonnaise	plateau	Espace forestier Entre-ouvert de clairières	Espace fermé	<b>Vues courtes</b>
17	Duesmois	Plateau ondulé	Grande culture animé d'arbres	Champ de vision variable	<b>Vues courtes</b>
18,b,c,d, e	Auxois	Dépression ondulé <b>Horizontalité dominante</b>	Espace d'herbage et culture, parfois bocagère qui progresse	Champs de vision variables	<b>Vues moyennes</b>
18f,g,i	Auxois	Dépression ondulée	Espace d'herbage, culture à haies basses	Vision large	<b>Vues longues</b>
18a	Auxois vallée du Serein	vallée	herbages	Champs de vision à petite échelle	<b>Vues courtes</b>
19	Haut Auxois	Plateau creusé de vallées	Herbages et cultures	Champs de visions variables	<b>Vues moyennes</b>
20	Terre plaine	Dépression <b>Horizontalité dominante</b>	Semi bocage	Champs de vision large estompé par les arbres	<b>Vues moyennes</b>
21	Arnétois	Dépression ondulée	Bocage à haies basses	Champs de vision large estompé par les arbres	<b>Vues moyennes</b>

22	Sud Arnétois	Dépression entaillée de vallons Horizontalité dominante	bocage	Champs de vision assez restreints qui s'ouvrent sur les hauteurs	<b>Vues courtes</b>
23	Morvan septentrional	Plateau bosselé	bocage	Champs de vision restreints	<b>Vues courtes</b>
24	Morvan troué	Petite montagne avec vallées encaissées	Espace boisé	Champs de vision fermés	<b>Vues courtes</b>
25	Morvan central	Petite montagne aux micro paysages typés	Espace très boisé	Champs de visions restreinte	<b>Vues courtes</b>
26	Pays de Saulieu	Plateau incliné et ondulé	Bocage cultivé et à herbage	Champs de vision variable ouvert vers l'est	<b>Vues moyennes</b>
27	Morvan oriental	Plateau entaillé de vallées	Versants boisés et vallée en herbage	Champs de vision restreints et changeant	<b>Vues courtes</b>
28	Haut Morvan	Moyenne montagne empâtée	Très boisé	Champs de vision restreints à moyen	<b>Vues courtes</b>
29	Pays sous Beuvray	Versant et collines	Bocage à herbage et culture	Champs de vision restreints avec des échappées vers le sud-est	<b>Vues moyennes</b>
30	Bas Morvan	collines	bocage	Champs de vision amples fractionnés par les haies	<b>Vues moyennes</b>
31	Pays de Luzuy	collines	Bocage aux plantées de chênes	Champs de vision amples fractionnée par les haies	<b>Vues moyennes</b>
32	Pays d'Issy l'évêque	collines	bocage	Champs de vision fractionnés avec des échappées vers l'ouest	<b>Vues moyennes</b>
33	Bazois	Dépression bosselée	Bocage à maille large	Champs de vision ouverte	<b>Vues moyennes</b>
33c,f	Plateau de Metz et Bazois sud	dépression	Espace de culture	Champs de vision large	<b>Vues longues</b>
34	Vaux de Montenoison	Dépression évasée dominée par un semi de buttes	Espace d'herbage et culture	Champs de vision courts à larges	<b>Vues longues</b>
35	Basse Bourgogne boisée	plateau	Grands massifs forestiers	champs de vision restreints à part quelques échappées	<b>Vues courtes</b>
36	Forêt du Nivernais	Plateau ondulé	Grands massifs forestiers	Champs de vision limités	<b>Vues courtes</b>
37	Pays des Amognes	Collines et buttes	Espace boisé, de culture et d'herbage	Champs de vision large	<b>Vues moyennes</b>
38	Couloir Charitois	plateau	Espace cultivé	Champs de vision larges et lointains	<b>Vues longues</b>
39	Coteau de Pouilly	Plateau ondulé et versant	vignoble	Champs d vision large	<b>Vues moyenne</b>
40	Entre Loire et Allier	Dépression ondulée	Espace de bois culture et herbage très marquée par le foisonnement des arbres	Champs de vision changeants passant de quelques centaines de mètres à des larges échappée	<b>Vues moyennes</b>
41	Hautes terrasses de Loire	Plaine inclinée vers la Loire	Espace bocager marqué par les arbres	Champs de vision fragmentés	<b>Vues courtes</b>
42	Montagne nord dijonnaise	Plateau incisé de vallée	Espace forestier	Champs de vision ferme avec sur les points hauts des panoramas lointains	<b>Vues courtes</b>
43	La montagne	Plateau incisé de vallée	Espace forestier à clairière agricoles	Champs de vision fractionnés et fermés	<b>Vues courtes</b>
43 c,e	La montagne , pays de Malain et plateau sud	plateau	Espace agricole	Champs de vision amples et ouverts	<b>Vues moyennes</b>
44	Vignoble bourguignon	versant	vignoble	Champs de vision larges vers l'est	<b>Vues longues</b>
44c	couchois	Plateau et entrée de vallée	vignoble	Champs de vision complexes dus à la multiplicité des plans	<b>Vues moyennes</b>
45	Arrière côte	Plateau bosselé entaillé de vallées	Espace forestier agricole dans les vallées	Champs de vision complexes	<b>Vues courtes</b>

45b	Pays de Nolay	Grand entonnoir dans le plateau	Espace agricole	Champs de vision complexes , ouverture dominante	<b>Vues longues</b>
46	Vignobles des hautes côtes	Plateau très entaillé	Espace de vignoble avec bois et herbage	Champs de vision complexes très fragmentés	<b>Vues courtes</b>
46 b	Hautes côtes de Beaune	Plateau et versant	Espace de vignoble	Champs de vision larges dépouillés	<b>Vues moyennes</b>
47	Côte chalonnaise	Coteaux et vallées	Vignoble dominés de bois	Visions complexes	<b>Vues moyennes</b>
48	Vallée de la Dheune	vallée	Espace rural	Champs de vision variables de limité à moyen	<b>Vues courtes</b>
49	Pays d'Épinac	Dépression vallonnée	Espace rural bocager	Champs de vision complexe	<b>Vues moyennes</b>
50	Autunois val d'Arroux	Dépression Horizontalité dominante	Bocage arboré	Champs de vision marqués par les arbres	<b>Vues moyennes</b>
51	Montagne autunoise	Plateau entaillé de vallées	Espace forestier et rural	Champs de vision limités avec des échappées en point haut	<b>Vues courtes</b>
52	Plateau d'Antully	plateau	Espace de bocage et de polyculture	Champs de vision restreints par les haies hautes	<b>Vues courtes</b>
53	Bassin minier	dépression	Espace rural et industriel	Champs de vision ouverts mais atténués par les arbres	<b>Vues moyennes</b>
54	Bocage Montcellien	Dépression <b>Horizontalité dominante</b>	bocage	Champs de vision ouverts au-dessus des haies	<b>Vues moyennes</b>
55	Bas Charolais	collines	bocage	Champ de vision ouverts au-dessus des haies	<b>Vues longues</b>
55a,c	Entre Loire et Boubince, vallée de la Boubince	Plaine et vallée	Bocage	Champ de vision limités par les haies	<b>Vues courtes</b>
56	Haut Charollais	Collines et buttes	Bocage et culture	Champs de vision amples ou plus courts dans les points bas	<b>Vues moyennes</b>
57	Vallée de la Guye	vallée	Bocage et cultures	Champs de vision amples mais variables selon le positionnement	<b>Vues moyennes</b>
58a,e	Le Brionnais, vignoble brionnais	collines	Bocage avec herbage , vignoble	Champs de vision limités	<b>Vues courtes</b>
58 b	Bassin de Semur	collines	bocage	Champs de vision ouverts entre les arbres	<b>Vues moyennes</b>
58c,d	Vallée du Bezo, brionnais outre Loire	Vallée et versant	bocage	Champs de vision très ouverts vers le sud est ou vers le nord	<b>Vues longues</b>
59	Terrasses du Chalonnais	Terrasse alluviale <b>Horizontalité dominante</b>	Espace de culture forêt et prairies	Champs de vision variables	<b>Vues moyennes</b>
60	Basse Grosne	Terrasse alluviale	Espace de prairies arboré	Champs de vision large	<b>Vues moyennes</b>
61	Clunisois	Vallée	Espace agricole	Champs de vision longitudinaux	<b>Vues moyennes</b>
62	Monts du maconnais	Collines et buttes	Espace agricole avec bois et vignes	Champs de vision variables avec des échappées lointaines aux cols et points hauts	<b>Vues moyennes</b>
63	Sud mâconnais	coteaux	vignoble	Champs de vision très ouverts	<b>Vues longues</b>
64	Haut Beaujolais	vallées	Espace rural	Champs de visions variables	<b>Vues courtes</b>
65	Beaujolais bourguignon	Terrasse alluvial	vignoble	Champs de vision larges ouverts vers l'est	<b>Vues longues</b>
66	Bresse chalonnaise	plaine	Espace rural à culture	Champs de vision variables de restreint à ouvert	<b>Vues moyennes</b>

67	Bresse Louhannaise	plaine	Espace rural	Champs de vision variables très marqués par les arbres	<b>Vues moyennes</b>
67a	Vallée de la Seille	vallée	Espace rural	Champs de vision restreints	<b>Vues courtes</b>
68	Revermont	versant	Espace boisé	Champs de vision ouverts vers l'ouest	<b>Vues longues</b>
69	Plaine de Beaune	plaine	Espace cultivé	Champs de vision larges et lointains estompés par les arbres	<b>Vues longues</b>
70	Plaine de Côteaux	plaine	Massif forestier	Champs de vision très limités	<b>Vues courtes</b>
71	Plaine de Genlis	plaine	Espace cultivé	Champs de vision ouverts marqués par les arbres	<b>Vues moyennes</b>
72	Plaine dijonnaise	plaine	Espace cultivé	Champs de vision larges entrecoupés de plans	<b>Vues moyennes</b>
73	Plaine de Mirebeau	plaine	Espace cultivé	Champs de vision entrecoupés par une multiplicité de plans	<b>Vues courtes</b>
74	Hautes terrasses de Saône	coteaux	Espace agricole cloisonné par les haies	Champs de vision courts à plus large	<b>Vues moyennes</b>
75	Vallée de la Loire	vallée	Espace naturel et agricole	Champs de vision fragmentés	<b>Vues courtes</b>
76	Val d'Allier	vallée	Espace naturel et agricole	Champs de vision fragmentés, marqués par le foisonnement des arbres	<b>Vues courtes</b>
77	Val de Saône	vallée	Espace agricole	Champs de vision courts à ouverts	<b>Vues moyennes</b>
78	Vallée de l'Yonne	vallée	Espace agricole	Champs de vision fragmentés	<b>Vues courtes</b>
79	Vallée de l'Armançon	vallée	Espace agricole	Champs de vision de petite échelle	<b>Vues courtes</b>
80	Vallée de l'Arroux	vallée	Espace agricole	Champs de vision fractionnés	<b>Vues courtes</b>



## ANNEXE 3 :

# CONCERTATION AVEC LES SERVICES DE L'ETAT

Les services départementaux (DDE, SDAP) et régionaux (DIREN) de l'Etat ont été consultés. Ils ont ainsi relevé un certain nombre d'éléments, en particulier sur la carte de la reconnaissance des paysages, qui nécessitaient d'être ajoutés ou ajustés. Ces remarques, non intégrées à la cartographie, ont été reportées ici.

### A) Côte d'Or

- Territoires. Le Châtillonnais, la vallée des Tilles, l'Auxois Sud, le Nord Dijonnais, le sud du plateau de Langres, les Hautes-Côtes de Beaune, la vallée de la Seine au Sud de Chatillon/Seine, le secteur d'Arnay-le-Duc et de Saulieu devraient figurer en tant qu'espaces très sensibles.
- Voies d'eau. Le canal de Bourgogne est très reconnu en amont de Dijon, mais il ne l'est plus en aval. La haute vallée de l'Ouche est également très reconnue.
- Itinéraires. Il faudrait mettre en évidence les itinéraires routiers (route des grands crus...) et de randonnée (vélo-routes notamment) permettant une découverte privilégiée du paysage.
- Lieux de perception du paysage. Une mise en évidence des cônes visuels, belvédères, aires et lieux de co-visibilité aurait été souhaitable.

### B) Saône-et-Loire

- Secteurs d'intérêt paysager. La vallée de l'Arconce entre Charolles, Montceau-l'Etoile et Anzy-le-Duc, la vallée de l'Arroux entre Digoin et le nord de la Saône-et-Loire, la vallée de la Seille, la vallée du Sornin au sud de La-Clayette vers Charlieu, les retenues de Torcy-neuf, Montaubry et de la Sorme, la massif du Revermont dans les environs de Cuiseaux, la val de Saône, notamment dans la zone de Tournus-Mâcon (contraste entre rive droite urbanisée et rive gauche rurale) devraient apparaître en tant qu'espaces très sensibles. La Côte chalonaise et le clunisois (vallées de la Grosne, de la Guye et de la Gande) devraient apparaître en tant qu'espaces protégés.
- Villes et villages reconnus. Les communes de Pierre-de-Bresse, Couches, Sully, Palinges, La Ferté (commune de Saint-Ambreuil), Cormatin, Toulon-sur-Arroux, Gueugnon, Cuisery et Perrecy – les-Forges devraient être reconnues. Cluny peut-être considéré comme un site touristique reconnu.
- Panoramas. Le Mont Dardon à Uxeau, la Chapelle de Saint-Quentin au Rousset, la ligne de crête entre Saint-Christophe-en-Brionnais et Semur-en-Brionnais, la Montagne de Saint-Cyr à Montmelard, la colline de Montcenis et la colline de la Chaume au Creusot, Davernay à Buxy, Brancion (depuis le château) et la Mont Saint-Romain à Bissy-la-Mâconnaise sont à ajouter.  
*Remarque : certains panoramas sont remarquables vus d'en bas, à l'exemple de ceux donnant sur les villages de Montceau l'Etoile et Anzy-le-Duc à partir de la vallée de l'Arconce.*
- Voies d'eau. La Loire devrait être fortement reconnue. Plus que les cours d'eau, ce sont les vallées de la Loire et de la Saône qui sont des paysages sensibles

### C) Yonne

Seuls quelques exemples ont été fournis.

- **Territoires.** Il serait bon de différencier la Pays d'Othe et le Sennonnais et de signaler les revers de plateau dans les grandes vallées (exemple du val d'Yonne entre Avallon et Auxerre)
- **Panoramas.** Il faudrait ajouter : les points de vue de l'Auxerrois et la vision lointaine de la ville centre dans son écrin paysager, les fenêtres paysagères du Pays d'Othe, les points de vue du vignoble (Chablis, Saint-Bris, Irancy, etc.), les panoramas de l'Avallonnais et du Morvan.

### D) Ensemble de la région

- **Panoramas.** Une liste complémentaire de panoramas a été élaborée récemment par la DIREN. Ces points, nécessitent d'être numérisés, et une validation de leur positionnement sur le scan 25 doit être prévue (comme cela a été fait pour la première liste intégrée).
- **Monuments historiques.** L'ensemble des monuments historiques (environ 2000 pour la Bourgogne) n'a pu être cartographié pour des raisons de lisibilité et de cohérence de l'information. Un travail de sélection des monuments les plus emblématiques et pour lesquels la co-visibilité avec d'éventuels parcs éoliens serait particulièrement dommageable a été effectué par le SDAP de l'Yonne (cf liste suivante)

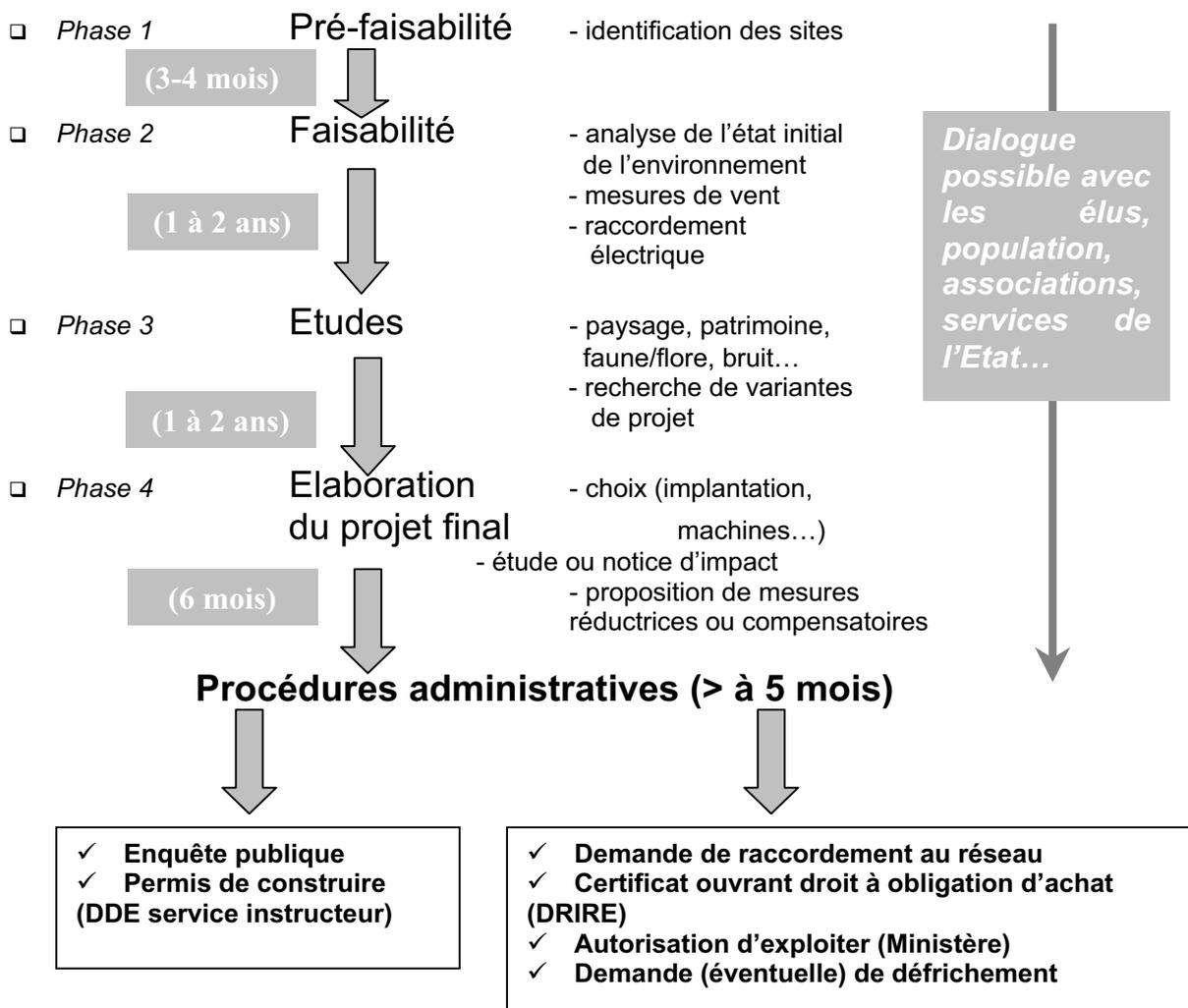
<b>COMMUNE</b>	<b>MONUMENT</b>
Cruzy-le-Chatel	Château de Meulnes
Montréal	Collégiale
Laroche-St-Cydroine	Eglise romane
Voisines	Eglise
Pisy	Maison forte
Pontigny	Abbatiale
Druyes-les-Belles-Fontaines	Château
Chitry-le-Fort	Eglise
Coulanges-la-Vineuse	Eglise
Michery	Chapelle de Cour Notre-Dame
Dixmont	Prieuré de l'Enfourchure
Villecien	Château du Fay
Jouancy	Château de M. Colette
Sainte-Magnance	Château
Sauvigny le Bois	Château de Montjalin

## ANNEXE 4

### DEVELOPPEMENT INDICATIF D'UN PROJET EOLIEN

Source : Pôle de Compétence Départemental de l'Eolien de la Côte d'Or (PCDE 21, 2003)

Entre la volonté première de construire un parc éolien et les premiers tours de pales, la durée moyenne est de 3 à 5 ans (voir figure suivante).



**Figure 1 :** Chronologie et durées indicatives de la conduite d'un projet éolien (*certaines phases peuvent se dérouler simultanément*). Les porteurs de projet prennent généralement contact avec les élus au cours des phases de Pré-faisabilité ou de Faisabilité.



## ANNEXE 5

### CARNET D'ADRESSES

<b>Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) Bourgogne</b> Le Mazarin 10, av. Maréchal Foch B.P. 51562 21015 Dijon Cedex	<a href="http://www.ademe.fr">www.ademe.fr</a> 76 Téléphone : 03.80.76.89.76
<b>Agence Nationale des Fréquences (ANFR)</b> Sites et servitudes 29238 Brest Cedex3	<a href="http://www.anfr.fr">www.anfr.fr</a> Servitudes radioélectriques
<b>ARD Rhône-Alpes-Bourgogne</b> 288, rue Duguesclin BP 3104 69211 LYON cedex	
<b>Conseil Régional de Bourgogne</b> 17, bd de la Trémouille BP 1602 21035 DIJON CEDEX	<a href="http://www.bourgogne.fr">www.bourgogne.fr</a> Téléphone : 03.80.44.33.00
<b>Direction de l'Aviation Civile Nord-Est</b> Aéroport de Strasbourg Entzheim 67960 Entzheim	<a href="http://www.dgac.fr">www.dgac.fr</a> Servitudes aériennes
<b>Direction Départementale de l'Equipement de Côte d'Or</b> 57, rue de Mulhouse 21033 Dijon Cedex	<a href="http://www.equipement.gouv.fr">www.equipement.gouv.fr</a> Téléphone : 03.80.29.44.44 Servitudes et information sur le permis de construire
<b>Direction Départementale de l'Equipement de la Nièvre</b> 2 rue des Patis BP 69 58002 Nevers Cedex	<a href="http://www.equipement.gouv.fr">www.equipement.gouv.fr</a> Téléphone :03.86.71.71.71 Servitudes et information sur le permis de construire
<b>Direction Départementale de l'Equipement de Saône et Loire</b> 37 BD Henri Dunant 71040 Mâcon	<a href="http://www.equipement.gouv.fr">www.equipement.gouv.fr</a> Téléphone : 03.85.21.28.00 Servitudes et information sur le permis de construire
<b>Direction Départementale de l'Equipement de l'Yonne</b> 3, rue Monge BP 79 89011 Auxerre Cedex	<a href="http://www.equipement.gouv.fr">www.equipement.gouv.fr</a> Téléphone :03.86.48.41.00 Servitudes et information sur le permis de construire
<b>Direction Régionale des Affaires Culturelles</b> Hôtel Chartraire de Montigny 39 rue Vannerie 21000 Dijon	<a href="http://www.culture.gouv.fr/bourgogne">www.culture.gouv.fr/bourgogne</a> Sites archéologiques et préconisations en matière archéologique
<b>Direction Régionale de l'Environnement (Diren)</b> 6, rue Chancelier de l'Hospital BP 1550 21 035 DIJON CEDEX	<a href="http://www.bourgogne.environnement.gouv.fr">www.bourgogne.environnement.gouv.fr</a> Tél. : 03.80.63.18.50 Données environnementales et paysagères (inventaires et protections) informations sur les études d'impact
<b>EOLE-PAYSAGE</b> 5 rue guersant 75017 Paris	<a href="http://www.eole-paysage.com">www.eole-paysage.com</a> Etudes d'impact de parc éolien

<b>Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)</b> Système électrique Est 8 bis, rue de Versigny BP 110 56601 Villers-lès-Nancy cedex	<a href="http://www.rte-france.fr">www.rte-france.fr</a>  Postes source, lignes THT, capacité d'accueil du réseau, raccordement pour les projets supérieurs à 12MW
<b>Ligue pour la Protection des Oiseaux</b> La Corderie Royale BP 90263, 17305 Rochefort Cedex	<a href="http://www.lpo.fr">www.lpo.fr</a>
<b>Météo France</b> Direction inter-régionale centre Est Aéroport de Bron 69500 Bron	<a href="http://www.meteo.fr">www.meteo.fr</a> Gisement éolien
<b>Parc Naturel Régional du Morvan</b> Maison du parc 58230 Saint-Brisson	<a href="http://www.parcs-naturels-régionaux.tm.fr">www.parcs-naturels-régionaux.tm.fr</a>
<b>Région Aérienne Nord</b> Etat Major/ Emploi Division Activités aéronautiques 78129 Villacoublay air	Servitudes aériennes militaires
<b>SERT, bureau d'études</b> 17, chemin du Petit Bois 69130 Ecully	Téléphone :04.72.18.02.02
<b>Service Départementale de l'Architecture et du Patrimoine (SDAP) de Côte d'Or</b> Hôtel Chartraire de Montigny 39 rue Vannerie 21000 Dijon	<a href="http://www.culture.gouv.fr">www.culture.gouv.fr</a> Téléphone : 03.80.68.42.85 Inventaires et protections (monuments historiques, sites inscrits et classés, Zppaup)
<b>Service Départementale de l'Architecture et du Patrimoine de la Nièvre</b> Tour Saint Trohé Rue Antony Duvivier 58000 Nevers	<a href="http://www.culture.gouv.fr">www.culture.gouv.fr</a> Téléphone : 03.86.71.93.30 Inventaires et protections (monuments historiques, sites inscrits et classés, Zppaup)
<b>Service Départementale de l'Architecture et du Patrimoine de Saône et Loire</b> 37 BD Henri Dunant 71040 Mâcon Cedex 9	<a href="http://www.culture.gouv.fr">www.culture.gouv.fr</a> Téléphone : 03.85.39.95.20 Inventaires et protections (monuments historiques, sites inscrits et classés, Zppaup)
<b>Service Départementale de l'Architecture et du Patrimoine de l'Yonne</b> Maison de l'Arquebuse BP 52 89010 Auxerre Cedex	<a href="http://www.culture.gouv.fr">www.culture.gouv.fr</a> Téléphone : 03.86.52.38.84 Inventaires et protections (monuments historiques, sites inscrits et classés, Zppaup)
<b>Société d'Histoire Naturelle d'Autun</b> Maison du Parc 58230 Saint- Brisson	Données sur les chauves-souris