

# Actualisation de l'évaluation de l'impact radiologique des rejets gazeux émis par les cheminées d'extraction de la plateforme de fluoration du CHU de Toulouse-site de Purpan

## I. Objectif :

L'objectif de cette étude est d'analyser l'impact radiologique des rejets gazeux de la plateforme de fluoration du CHU de Toulouse en réalisant l'évaluation de l'exposition de la population située à proximité du site.

Suite à une augmentation de l'activité de recherche sur cette plateforme de fluoration et aux projections pour les années à venir, nous avons actualisé et complété cette étude d'impact.

## II. Contexte :

La plateforme de fluoration du CHU de Toulouse est composée d'un cyclotron utilisé pour la production de  $^{18}\text{F}$  et d' $^{15}\text{O}$ , d'un laboratoire de radiopharmacie équipé d'un automate de fluoration Trasis et de deux hottes blindées ventilées, et d'un laboratoire de contrôle qualité

Ce centre de production académique de radiopharmaceutiques produit des médicaments radiopharmaceutiques (MRP) expérimentaux radiomarqués au  $^{18}\text{F}$  ( $^{18}\text{F}$ -DPA- ;  $^{18}\text{F}$ -LBT999) ou radiomarqués à  $^{15}\text{O}$  (uniquement de  $\text{H}_2^{15}\text{O}$ ) pour des essais cliniques ou des études précliniques.

La radioactivité résiduelle dans les rejets atmosphériques est mesurée en continu par 3 sondes de détection placées respectivement dans le conduit de la cheminée d'extraction des enceintes, dans le conduit d'extraction du cyclotron et dans le conduit d'extraction des salles

Pour réaliser cette évaluation, nous avons utilisé les résultats des activités rejetées sur les 12 derniers mois.

## III. Description du site et de son environnement

La plateforme de fluoration est située dans l'enceinte du Centre Hospitalier Universitaire de Toulouse sur le site de Purpan.

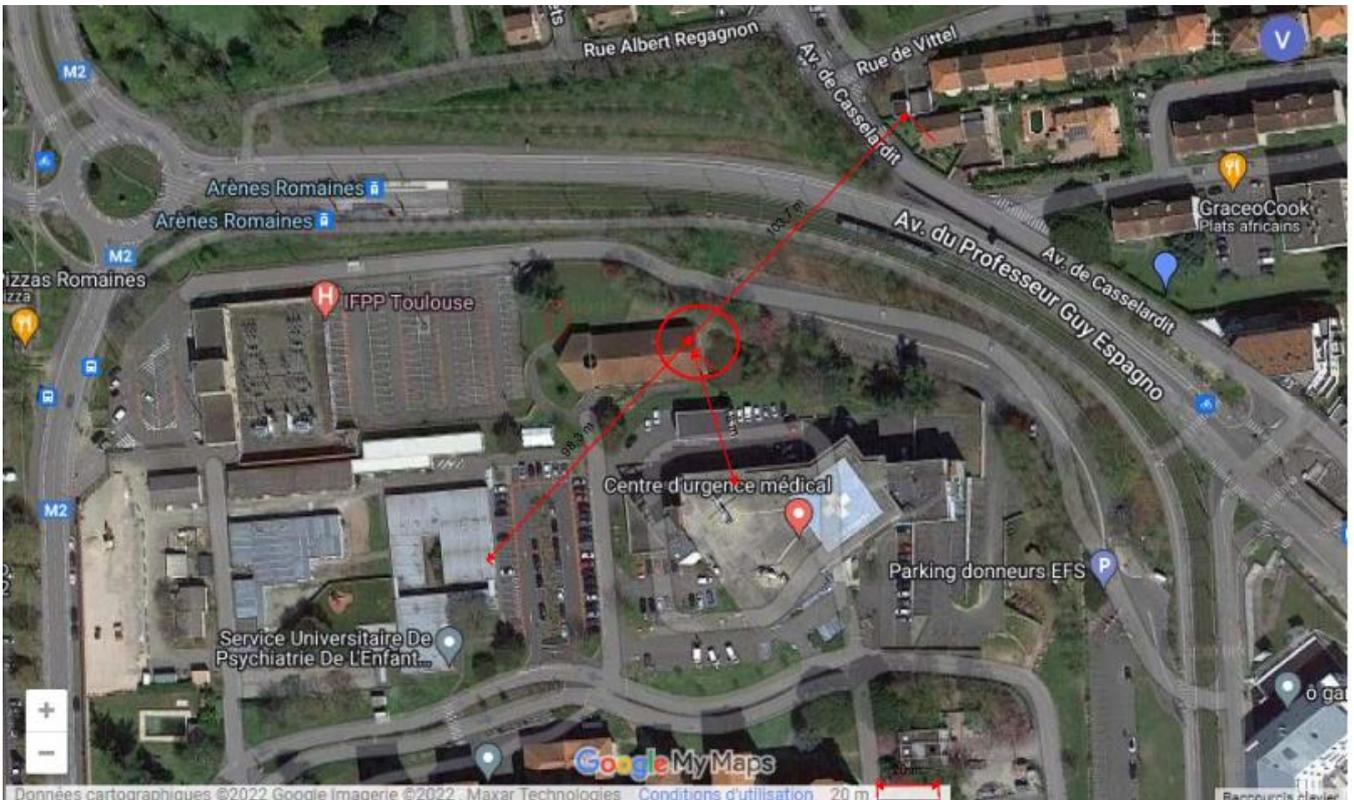
Cette plateforme de recherche et son environnement sont visibles sur le plan ci-dessous.

Le bâtiment le plus proche est le centre d'Urgence médicale (le SAMU) situé, à 43 m de la plateforme de fluoration. Les premières habitations et autres structures au sein de la structure hospitalière sont situées à plus de 100m.

La hauteur de ce bâtiment (le SAMU) étant supérieure aux points de rejet des cheminées, nous avons étudié l'impact des travailleurs présents au niveau de ce bâtiment pouvant se trouver directement dans le panache des rejets.

Nous avons également calculé l'impact radiologique pour une personne se situant pendant toutes les synthèses, à 15 m de la plateforme de fluoration (cf Annexe 2 : Tableau résultats des calculs).

## Actualisation de l'évaluation de l'impact radiologique des rejets gazeux émis par les cheminées d'extraction de la plateforme de fluoration du CHU de Toulouse-site de Purpan



### IV. Méthode de calcul :

Dans le cas de l'étude de dispersion d'un radioélément, la décroissance de l'activité du radioélément est prise en compte grâce au paramètre de demi-vie.

#### Analyse des voies de transfert :

Concernant les effluents liquides potentiellement radioactifs, ces derniers sont confinés dans des cuves de décroissance jusqu'à décroissance des radioéléments. Par conséquent **le risque d'exposition interne par ingestion pour la population n'est pas retenu**

Concernant les rejets gazeux potentiellement radioactifs, les risques d'exposition sont retenus car, le module de synthèse est susceptible de présenter des traces de fluor 18 sous forme gazeuse provenant de la phase liquide lors de l'étape de synthèse.

Il existe une voie de transfert de cette phase gazeuse vers l'environnement du fait du réseau d'extraction aéraulique du module de synthèse. Bien qu'il y est un système de récupération des gaz dans le module de synthèse (qui a pour but de temporiser le rejet afin d'obtenir la décroissance du fluor 18), le rejet final est susceptible de présenter une activité résiduelle, par **conséquent le risque d'exposition interne par inhalation du panache est considéré comme une voie de contaminations potentielle.**

Les voies de contaminations par l'exposition externe aux dépôts radioactifs au sol et l'exposition interne par ingestion d'aliments contaminés ne sont pas considérées comme pertinentes du fait de la demi-vie courte et de la forme gazeuse des radioéléments.

# Actualisation de l'évaluation de l'impact radiologique des rejets gazeux émis par les cheminées d'extraction de la plateforme de fluoration du CHU de Toulouse-site de Purpan

Dans cette étude, nous étudierons :

- L'exposition interne par inhalation du panache
- L'exposition externe par submersion dans le panache

## 1- Prévision de l'activité sur la plateforme de fluoration

### Prévisionnel d'activité sur 1 an : 162 synthèses

Les valeurs de « rejet max » indiquées dans le tableau correspondent, pour chacun des MRP expérimentaux, à la valeur maximale observée sur les 12 derniers mois (extraction des résultats des mesures des sondes placées dans la gaine des cheminées d'extraction) et pour le développement de nouvelles synthèses avec une évaluation maximisante.

Projection sur 12 mois glissants			
Molécule	Rejet max par synthèse (Bq)	Projection nbre de synthèses estimées	Rejets annuels estimés (Bq)
LBT	1,00E+08	40	4,00E+09
DPA	2,00E+07	20	4,00E+08
FNM	1,30E+08	15	1,95E+09
NaF	1,00E+06	15	1,50E+07
MPPF	7,90E+07	10	7,90E+08
FMISO	3,00E+08	12	3,60E+09
FHBG	7,90E+07	10	7,90E+08
Développement autres molécules Fluorées	3,00E+08	20	6,00E+09
H <sub>2</sub> O <sup>15</sup>	5,00E+08	20	1,00E+10
<b>Rejets total</b>			<b>2,75E+10</b>

Activité totale pouvant être rejetée sur 12 mois glissants : 27,5 GBq

## 2- Evaluation de l'impact radiologique pour la population

Afin de réaliser cette évaluation, nous avons pris en compte des hypothèses pénalisantes qui conduisent à surestimer l'exposition réelle des personnes considérées.

Pour le calcul nous avons pris en compte les activités maximales (Bq) rejetées dans l'année et considéré une personne présente en permanence dans le bâtiment du SAMU et située dans le panache des rejets.

## Actualisation de l'évaluation de l'impact radiologique des rejets gazeux émis par les cheminées d'extraction de la plateforme de fluoration du CHU de Toulouse-site de Purpan

Il s'agit du bâtiment le plus proche (40m) avec une hauteur supérieure par rapport aux points de rejets.

Les autres structures sont situées à plus de 100 m (cf plan).

- Débit respiratoire pour une personne :  $0,96 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$
- Dose efficace engagée par unité d'incorporation par inhalation pour  $^{18}\text{F}$  :  $h(g)_{1\mu\text{m}} = 6.10^{-11} \text{ Sv}\cdot\text{Bq}^{-1}$  (arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 2003) (choix de la vitesse lente (S) car la plus pénalisante)
- Coefficient de dose par immersion dans un gaz pour le  $^{18}\text{F}$  :  $1,8 \cdot 10^{-10} \text{ Sv/Bq}$  (fédéral Guidance report 12)

Tableau de résultats

Molécule	Activité max rejetée par synthèse Bq	Nombre de synthèse/an	Vitesse du vent m/s	distance d'impact m	volume au point d'impact m <sup>3</sup>	Dose efficace par inhalation Sv/an	Dose efficace par exposition externe Sv/an	Dose efficace totale mSv/an
LBT	1,00E+08	40	4,2	40	174,24	1,75E-07	6,56E-05	<b>6,58E-05</b>
DPA	2,00E+07	20	4,2	40	174,24	1,75E-08	6,56E-06	<b>6,58E-06</b>
FNM	1,30E+08	15	4,2	40	174,24	8,53E-08	3,20E-05	<b>3,21E-05</b>
NaF	1,00E+06	15	4,2	40	174,24	6,56E-10	2,46E-07	<b>2,47E-07</b>
MPPF	7,90E+07	10	4,2	40	174,24	3,45E-08	1,30E-05	<b>1,30E-05</b>
FHBG	3,00E+08	10	4,2	40	174,24	1,31E-07	4,92E-05	<b>4,93E-05</b>
FMISO	7,90E+07	12		40	174,24	4,15E-08	1,55E-05	<b>1,56E-05</b>
développement Autres molécules fluorées	3,00E+08	20	4,2	40	174,24	2,62E-07	9,84E-05	<b>9,86E-05</b>
H <sub>2</sub> O <sup>15*</sup>	5,00E+08	20	4,2	40	174,24	4,37E-07*	1,64E-04*	<b>1,64E-04</b>
						<b>1,19E-06</b>	<b>4,44E-04</b>	<b>0,44</b>

\* L'O<sup>15</sup> est classé groupe de risque : 5 (guide pratique de Daniel Delacroix).

La dose par unité d'incorporation par inhalation pour le O<sup>15</sup> et le coefficient de dose par immersion dans l'air n'étant pas défini, nous avons appliqué les paramètres indiqués pour le  $^{18}\text{F}$  qui conduisent à une évaluation très majorante.

En considérant ces hypothèses pénalisantes ; une personne présente dans le bâtiment le plus proche (40 m), directement exposée dans le panache lors de l'ensemble des rejets réalisés dans l'année, présenterai une **exposition annuelle évaluée à 0,44 mSv/an**

## **Actualisation de l'évaluation de l'impact radiologique des rejets gazeux émis par les cheminées d'extraction de la plateforme de fluoration du CHU de Toulouse-site de Purpan**

### **Conclusion :**

Les hypothèses fixées dans cette étude ont été établies dans le but de privilégier l'aspect sécuritaire en majorant entre autres les activités rejetées et le temps d'exposition des personnes.

La dose efficace totale maximale reçue pour la population lors des rejets des effluents gazeux est estimée à **0,44 mSv/ an**. Cette valeur est bien inférieure à la limite réglementaire annuelle de 1 mSv fixée pour une personne du public, conformément à l'article R1333.11 du Code de la Santé Publique.

Les résultats de cette étude montrent donc que l'impact radiologique des effluents gazeux de cette installation, sur la population est négligeable.

## Actualisation de l'évaluation de l'impact radiologique des rejets gazeux émis par les cheminées d'extraction de la plateforme de fluoration du CHU de Toulouse-site de Purpan

### Annexe 1 : Méthode de calcul

#### Données:

**Période de recueil : du 01/06/2021 au 20/06/2022**

**Projection nombre de synthèses: 163 /an**

- Débit d'air extrait au niveau de la cheminée des enceintes: 120 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>
- Débit respiratoire moyen pour une personne: 0,96 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>
- Dose efficace engagée par unité d'incorporation applicable au public pour le <sup>18</sup>F : h(g)<sub>1μm</sub> = 6.10<sup>-11</sup> Sv.Bq<sup>-1</sup> (arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 2003) (choix de la vitesse lente (S) car la plus pénalisante)
- Coefficient de dose par immersion dans un gaz pour le <sup>18</sup>F : 1,8 10<sup>-10</sup> Sv/Bq (fédéral Guidance report 12)
- Vitesse du vent retenue : 15 km/h soit 4,2 m/s (cf annexe 3 : rose des vents pour Toulouse)

#### Volume du tronc de cône

$$V = \frac{\pi}{3} \cdot h \cdot \tan^2 \frac{\theta}{2} \cdot \left( 3 \cdot d^2 + \frac{h^2}{4} \right)$$

*d* : distance de calcul (m)    *h* : largeur du tronc de cône    *θ* : ouverture du panache

#### Activité à la distance d

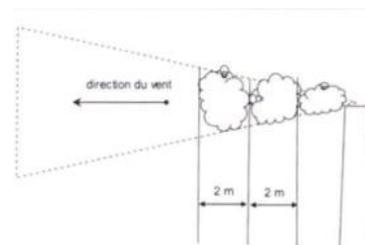
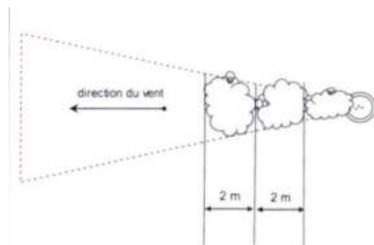
$$A(d) = \frac{a(Bq.s^{-1}) \cdot x(m)}{u(m.s^{-1})} \quad A = \frac{a \cdot h}{u}$$

*u* : vitesse du vent

#### Activité volumique à la distance d

$$A_v = \frac{A(d)}{V}$$

Formules de calcul extraites du document du CEA (DSM/SAC/PSE/SPR/SERD/2010-1422)



## Actualisation de l'évaluation de l'impact radiologique des rejets gazeux émis par les cheminées d'extraction de la plateforme de fluoration du CHU de Toulouse-site de Purpan

### Annexe 2 :

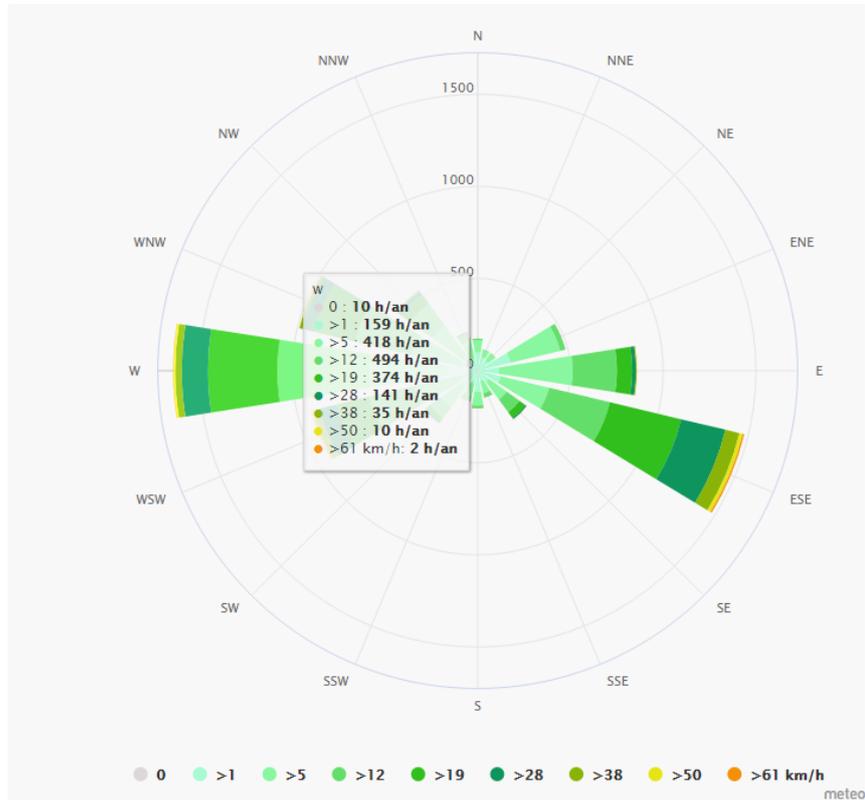
### Tableau résultats des calculs

Molécule	Activité max par synthèse Bq	Durée du rejet Heure	débit de rejet en Bq/s	Vitesse du vent m/s	angle de rejet 15°	distance d'impact m	largeur du tronc de cône m	volume au point d'impact m <sup>3</sup>	Activité volumique au point d'impact Bq/m <sub>3</sub>	activité inhalé Bq	Dose efficace par inhalation Sv/an	Dose efficace exposition externe Sv/an
LBT	1,00E+08	3	9,26E+03	4,2	15	15	2	24,50	1,80E+02	5,18E+02	1,24E-06	1,55E-04
DPA	2,00E+07	1,5	3,70E+03	4,2	15	15	2	24,50	7,20E+01	1,04E+02	1,24E-07	1,55E-05
FNM	1,30E+08	2,5	1,44E+04	4,2	15	15	2	24,50	2,81E+02	6,74E+02	6,06E-07	7,58E-05
NaF	1,00E+06	0,5	5,56E+02	4,2	15	15	2	24,50	1,08E+01	5,18E+00	4,66E-09	5,83E-07
MPPF	7,90E+07	2	1,10E+04	4,2	15	15	2	24,50	2,13E+02	4,09E+02	2,46E-07	3,07E-05
FHBG	3,00E+08	1,5	5,56E+04	4,2	15	15	2	24,50	1,08E+03	1,55E+03	9,33E-07	1,17E-04
FMISO	7,90E+07	2	1,10E+04	4,2	15	15	2	24,50	2,13E+02	4,09E+02	2,95E-07	3,68E-05
développement Autres molécules fluorées	3,00E+08	2	4,17E+04	4,2	15	15	2	24,50	8,10E+02	1,55E+03	1,87E-06	2,33E-04
<b>Molécules de 18F</b>											<b>5,32E-06</b>	<b>6,65E-04</b>
H <sub>2</sub> O <sup>15</sup>	5,00E+08	4	3,47E+04	4,2	15	15	2	24,50	6,75E+02	2,59E+03	3,11E-06	3,89E-04
<b>Molécule de 18F et H2O15</b>											<b>8,43E-06</b>	<b>1,05E-03</b>
LBT	1,00E+08	3	9,26E+03	4,2	15	40	2	174,24	2,53E+01	7,29E+01	1,75E-07	6,56E-05
DPA	2,00E+07	1,5	3,70E+03	4,2	15	40	2	174,24	1,01E+01	1,46E+01	1,75E-08	6,56E-06
FNM	1,30E+08	2,5	1,44E+04	4,2	15	40	2	174,24	3,95E+01	9,47E+01	8,53E-08	3,20E-05
NaF	1,00E+06	0,5	5,56E+02	4,2	15	40	2	174,24	1,52E+00	7,29E-01	6,56E-10	2,46E-07
MPPF	7,90E+07	2	1,10E+04	4,2	15	40	2	174,24	3,00E+01	5,76E+01	3,45E-08	1,30E-05
FHBG	3,00E+08	1,5	5,56E+04	4,2	15	40	2	174,24	1,52E+02	2,19E+02	1,31E-07	4,92E-05
FMISO	7,90E+07	2	1,10E+04	4,2	15	40	2	174,24	3,00E+01	5,76E+01	4,15E-08	1,55E-05
développement Autres molécules fluorées	3,00E+08	2	4,17E+04	4,2	15	40	2	174,24	1,14E+02	2,19E+02	2,62E-07	9,84E-05
<b>Molécules de 18F</b>											<b>7,48E-07</b>	<b>2,80E-04</b>
H <sub>2</sub> O <sup>15</sup>	5,00E+08	4	3,47E+04	4,2	15	40	2	174,24	9,49E+01	3,64E+02	4,37E-07	1,64E-04
<b>Molécule de 18F et H2O15</b>											<b>1,19E-06</b>	<b>4,44E-04</b>

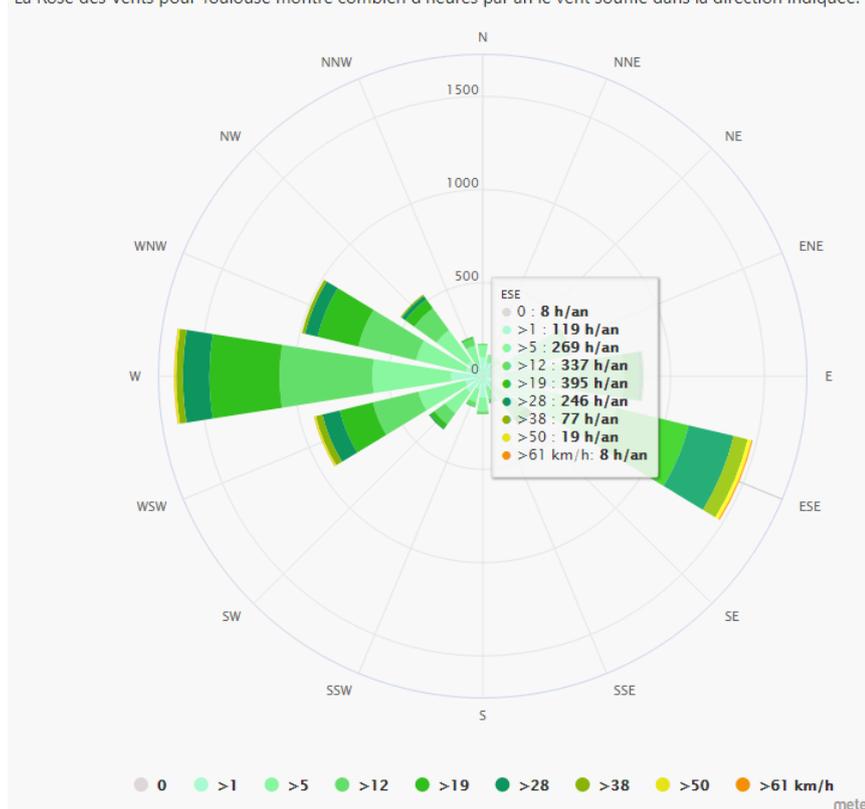
# Actualisation de l'évaluation de l'impact radiologique des rejets gazeux émis par les cheminées d'extraction de la plateforme de fluoration du CHU de Toulouse-site de Purpan

## Annexe 3 : Rose des vents

[https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/toulouse\\_france\\_2972315](https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/toulouse_france_2972315)



La Rose des Vents pour Toulouse montre combien d'heures par an le vent souffle dans la direction indiquée.



La Rose des Vents pour Toulouse montre combien d'heures par an le vent souffle dans la direction indiquée.