

## Comunicación C-4

# LA PREDICCIÓN A PARTIR DEL DÍA 4: ¿QUÉ SABEMOS PREDECIR? ¿QUÉ INFORMACIÓN DEBEMOS TRANSMITIR?

Bruno Mornet  
Thierry Lefort

(SCEM/PREVI, Météo-France)

### RESUMEN

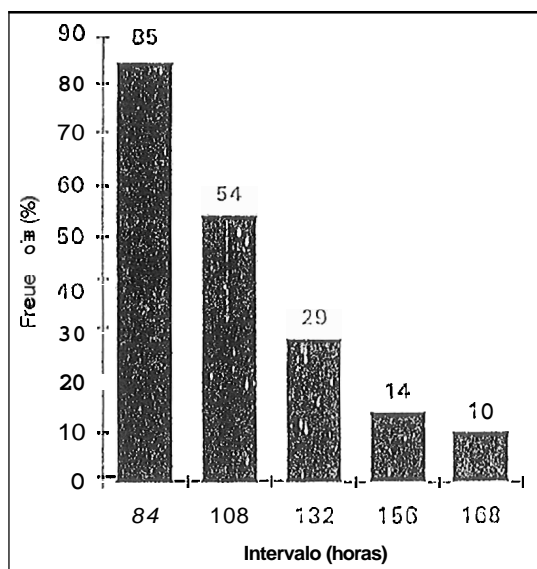
*Educados por la teoría noruega, los predictores han querido utilizar la experiencia de la meteorología sinóptica a medio plazo. Desde hace pocos años, los controles objetivos y subjetivos ponen de **manifiesto** que, a pesar de los **progresos** de los modelos numéricos, los fenómenos sinópticos quedan mal predichos a partir del día D+4. Por esta razón, el Centro Europeo recomienda una nueva aproximación para la ((predicción intermedia a medio **plazo**)» (D+4, D+5, D+6). En Météo-France, esta predicción de los fenómenos a gran escala, que llamamos supra-sinópticos, está en estudio desde la creación de un Grupo de Trabajo a Medio Plazo hace unos años. Si deseamos seguir una aproximación determinista, observamos que la Predicción por Conjuntos sólo trae una información **muy pobre**, pero al menos en un **25%** de los casos propone al predictor un escenario alternativo al del modelo de alta resolución. Por fin, tratamos **dejar patente** la diferente naturaleza de la información del tiempo a medio plazo, tras dos documentos gráficos, uno técnico y otro mediático, cada uno acompañado de un texto, cuyo estilo también es nuevo.*

### 1. Introducción

Desde que los hombres decidieron predecir el tiempo, han tratado de hacer cada vez más largo el plazo de la predicción. Desde hace muchos años, el uso de modelos numéricos ha permitido poner en operación una predicción a medio plazo, hasta cinco o siete días. Desgraciadamente, con una calidad muy baja: aunque los resultados actuales de los modelos hayan mejorado hasta el nivel que tenían antes las de corto plazo, una evaluación subjetiva de la predicción final aún da resultados muy decepcionantes (Mornet y Lefort, 1993). Además, un aumento de la resolución del modelo no parece implicar automáticamente una mejora de los resultados (Emmrich y Balzer, 1993; Tracton y Kalnay, 1993), y los predictores podrían estar tentados de ba-

sar la predicción a medio plazo en modelos de baja resolución. Aún más, el desarrollo reciente de técnicas de Predicción por Conjuntos ha abierto el camino hacia una aproximación probabilista a medio-plazo, pero la utilidad operativa todavía no está demostrada.

## 2. Calidad de la predicción a medio plazo



**Fig. 1.** Frecuencia de predicciones sinópticas «buenas»

Las herramientas tradicionales de la evaluación de la predicción numérica permiten medir una distancia matemática entre los campos atmosféricos modelizados y reales, pero no permiten estimar la calidad de la predicción. Desde hace muchos años, la evaluación subjetiva de los modelos disponibles es una de las tareas rutinarias del Servicio Central de Predicción de *Météo-France*. Una síntesis (Mornet y Lefort, 1993) que trata del modelo T213 del ECMWF ha mostrado unos resultados muy pobres cuando se basa en los conceptos sinópticos (frentes, bajas aisladas). Como se representa en la Fig. 1, la predicción sobre Francia está considerada como «buena» o «bastante buena» hasta las 108 horas (con un análisis del día D-1 a las 12 UTC, es decir la noche entre D+3 y D+4, donde D es el día en que se hace la predicción). Después de este límite, se puede considerar la predicción como inútil, ya que su probabilidad de ser «buena» es menor del 50%, y baja hasta el 10% para una predicción a D+6. Una evaluación similar hecha en 1987 daba un «límite del sinóptico» cercano a las 84 horas (siempre con el modelo del ECMWF).

Además, el problema de la variabilidad es manifiesto: en 2/3 de los casos, dos pasadas sucesivas del modelo T213 implican predicciones sinópticas D+4/D+5 diferentes. Esta proporción está próxima a 1/2 para predicciones D+3/D+4.

En consecuencia, no parece razonable establecer hoy una predicción a medio plazo sobre un esquema sinóptico después de D+3; hace falta una nueva aproximación. Debe ser posible predecir el tiempo a una escala más larga, que sabemos más predecible.

El límite de +108 h nos permite dividir el medio plazo en dos intervalos de tiempo, y dar estrictas (pero no definitivas) definiciones, usando la terminología propuesta en el *ECMWF User guide* (ECMWF, 1995):

- (1) medio plazo próximo, hasta las +108 horas del ECMWF, son D+2, D+3. Las predicciones se basan en esquemas sinópticos con ayuda de los modelos numéricos;
- (2) medio plazo intermedio, a partir de 108 h. Las predicciones se basan en fenómenos a gran escala, con ayuda de modelos numéricos. El límite del intermedio (+168, +192h?) todavía no es conocido.

Este artículo enfatiza en los aspectos operativos de la predicción a medio plazo intermedia.

## 3. Metodología para la predicción a medio plazo

La metodología tradicional está basada en la interpretación de modelos numéricos para predecir una evolución sinóptica, que después se traduce en tiempo que siente el usuario. En el medio plazo intermedio, una predicción del tiempo fiable se puede establecer en dos etapas: (1) interpretando fenómenos a gran esca-

la con ayuda de los modelos numéricos; (2) infiriendo las características principales del tiempo que siguen las influencias a gran escala.

### 3.1. Fenómenos de gran escala

El objeto es separar las escalas predecibles y no predecibles. Un medio simple es filtrar en el espacio o en el tiempo los detalles sinópticos (supuestos) no predecibles, para concentrarse en la evolución a gran escala, supuesta predecible. Este filtrado se puede hacer subjetivamente — olvidando con inteligencia los productos tradicionales, o con ayuda de técnicas de filtrado—.

Filtrar en el espacio consiste en ignorar los fenómenos sinópticos (frentes, ondulación) y concentrarse en sistemas a gran escala como grandes depresiones, flujo de las perturbaciones, bloqueos: «mira el bosque, no los árboles» (Persson, 1993). Un filtrado tal se puede hacer con la truncación espectral de las ondas cortas, por ejemplo hasta T10 (Persson, 1984), que hace desaparecer los fenómenos sinópticos (Fig. 2).

Filtrar en el tiempo consiste en olvidar la cronología del movimiento de un fenómeno sinóptico, cuya incertidumbre se muestra por la variabilidad diaria de los modelos: un error de 24 horas en la posición predicha de un frente es una circunstancia muy mala desde un punto de vista sinóptico, pero tendríamos que verla como una incertidumbre normal en el medio plazo intermedio.

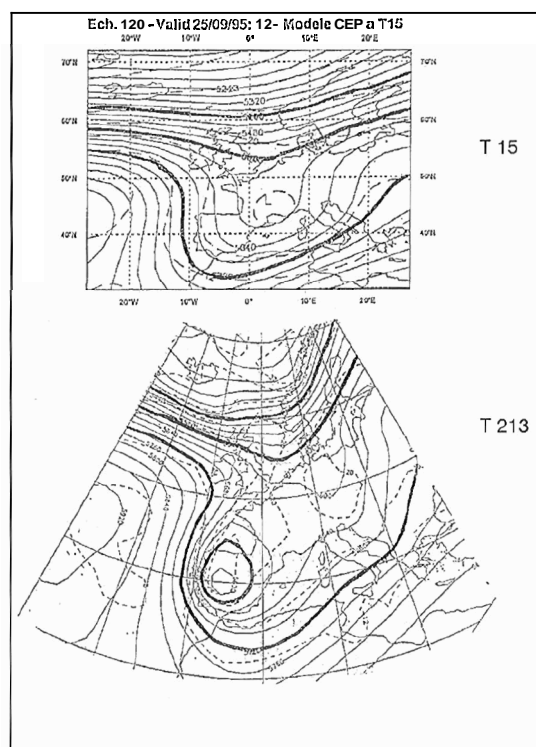


Fig. 2

Esta manera de proceder puede aparecer como muy «antigua» para separar escalas meteorológicas según sus predictibilidades. La partición, muy artificial, entre escalas sinópticas y gran escala es una aproximación necesaria: de hecho, los procesos atmosféricos son no lineales e implican intercambios de energía entre todas las escalas; en consecuencia la predictibilidad de una escala depende mucho de las influencias de las escalas más pequeñas. La visualización de estas interacciones en tiempo real podría ser muy útil para estimar la predictibilidad y elegir la escala apropiada según el plazo y con un nivel de incertidumbre (Tracton, 1990).

Una primera experimentación de un año hecha en *Météo-France* da por resultado un 60% de «buenas» predicciones a gran escala en el periodo D+4 / D+6 (Atger y Mornet, 1995).

### 3.2. Tipos de flujos y tipos de tiempo

Cada predictor sabe traducir en un boletín del tiempo a corto plazo la predicción de un sistema de frente cálido, frente frío, oclusión, con ayuda del esquema noruego. Hoy tiene que aprender cómo traducir en palabras una situación a gran escala, predicha a medio plazo.

Vautard (1990) propone una clasificación para el Atlántico, que sigue Ayrault (1995) para la campaña FASTEX. Persson (1993) propone para Europa occidental otra basada en las ideas antiguas de «gross Wetter Lage». Después de una experimentación, los predictores del Servicio Central de *Météo-France* han distinguido seis tipos de flujos, reunidos en cuatro clases, como sigue:

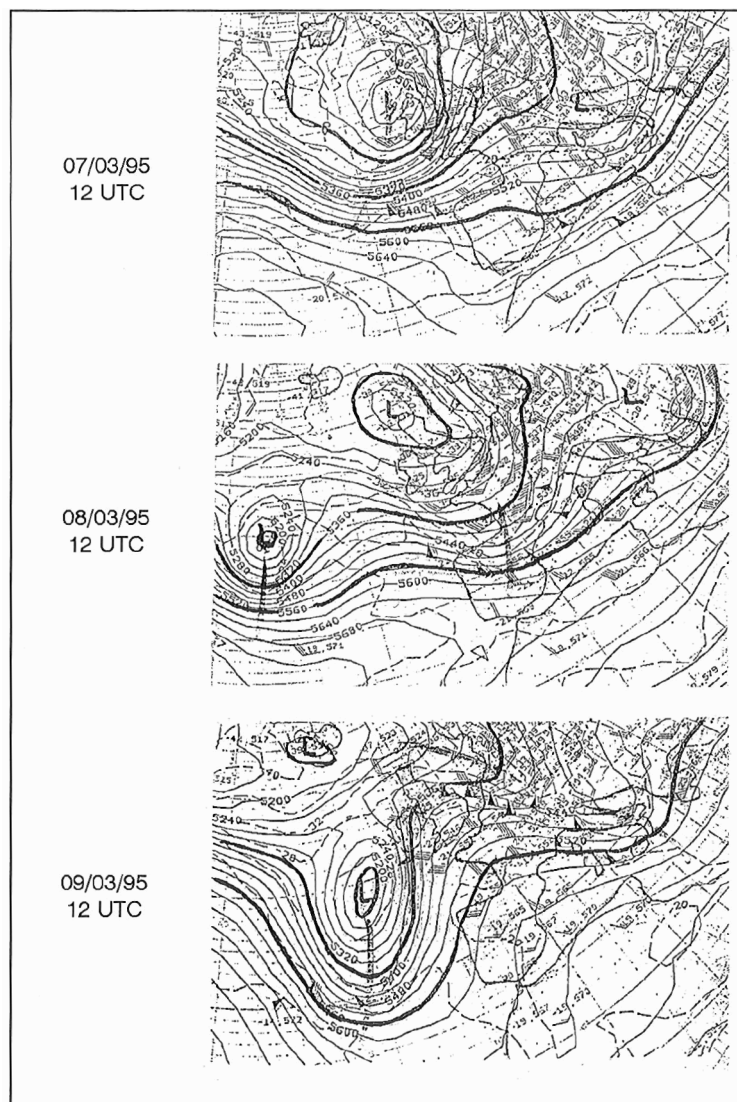
#### Ia. Flujo perturbado

- Ib. Flujo cuasi-rectilíneo
- IIa. Flujo ondulante
- IIb. Flujo pseudo-ondulante
- III. Bloqueo cálido
- IV. Bloqueo frío

Un tipo de flujo puede suponer varios tipos de tiempo según la orientación, la estación, la zona climática (por ejemplo: un flujo perturbado del noroeste sobre Francia no da el mismo tiempo en las zonas mediterráneas que en otras). Dentro de cada zona, sólo se admiten subzonas de tipo climatológico, como las costas mediterráneas, pero nunca basadas en detalles sinópticos.

Para cada clase, describimos las características técnicas en el vocabulario del predictor, y las características del tipo de tiempo que implica. También proponemos indicar los fenómenos que se excluyen y los que no se excluyen.

Ponemos el ejemplo de la clase II: flujo ondulante (Fig. 3):



**Fig. 3.** Análisis Z, T (500 hPa)

II1: ondulante «verdadero»: se encuentra en general en las latitudes templadas; según la escuela noruega, muestran en superficie una dorsal o alta presión, nubes de «cabeza», frente cálido, frente frío, aire inestable, etcétera. Se puede precisar la amplitud de las ondas. Puede seguir una situación de bloqueo cálido (desarrollo de la dorsal) o de bloqueo frío (una vaguada profunda). Caso típico de tiempo cambiando: un **día** con sol, un **día** con nubes y lluvia. El viento puede ser fuerte pero sólo durante una menor **parte** del período. En las costas mediterráneas de Francia, alternancia de un día con cielo nuboso (St, Sc) y viento de sur, de vez en cuando lluvia fuerte, un día con cielo claro y viento fuerte del noroeste (mistral y/o tramontana). En Fig. 3 se muestra un ejemplo.

II2: pseudo-ondulante: se encuentra más frecuentemente en las latitudes mediterráneas; alternancia **en altura** de dorsales y de vaguadas (o pequeñas bajas aisladas). Uno o dos días se observa un empeoramiento del tiempo, a menudo con temporales de evolución diurna (en montaña o generalizada según la estación); pero el sol domina durante el período.

Fenómenos que se excluyen: heladas fuertes generalizadas en Francia.

Fenómenos que no se excluyen: viento fuerte, tempestad. Lluvia fuerte. Nieve en las zonas bajas. Temporales fuertes.

Como título que resume este tipo de tiempo, proponemos «cambiante».

#### 4. Uso de los productos de la Predicción por Conjuntos

Un sistema de Predicción por Conjuntos (Ensemble Prediction *System*, EPS) está operativo en el ECMWF desde 1992. Una validación objetiva muestra la fiabilidad del EPS como sistema de predicción probabilista a medio plazo (Molteni y otros, 1994).

Desde mayo de 1994, los predictores franceses usaron y experimentaron los productos del EPS, en combinación con el modelo operativo T213. Ellos siguieron la metodología de fenómenos a gran escala, que definimos antes en este artículo.

Los resultados se resumen a continuación (Atger, 1995): las predicciones a medio plazo se elaboran como sigue.

##### 4.1. Predicción probabilista

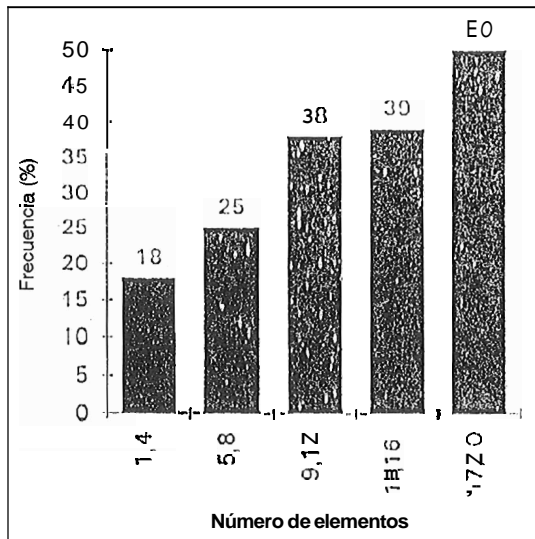
(1) Definir uno o varios guiones, que son varias evoluciones de la gran escala que implican varios tipos de tiempo. Uno de estos guiones es el del **T213**, basado en el modelo de alta resolución. Los otros son guiones del EPS, obtenidos por una clasificación subjetiva de los runs del EPS, en una lógica de gran escala. El guión del T213 no es necesariamente uno de los guiones del EPS.

(2) Estimar la probabilidad de cada guión de ser considerado como «bueno». La probabilidad de un guión del EPS se puede deducir de su número de elementos (runs), tras una relación teórica, que depende del hecho de que el guión del T213 esté o no representado en los guiones del EPS (Fig. 4). La probabilidad del escenario del T213 está estimada desde una frecuencia observada, y depende del hecho de que esté o no representado en los escenarios del EPS (Fig. 5).

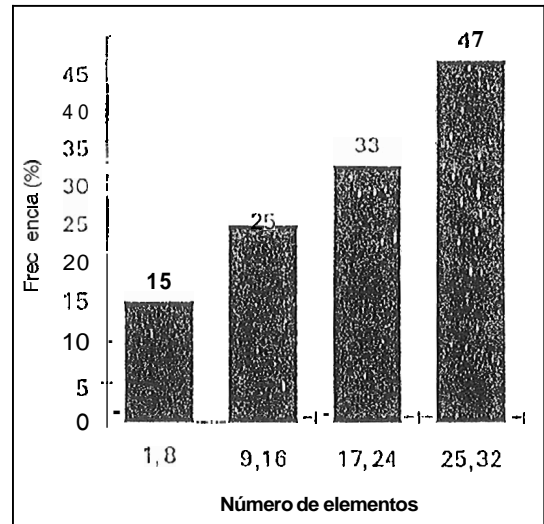
##### 4.2. Predicción determinista

Una predicción más determinista se puede deducir fácilmente a partir del producto precedente, «puro» probabilista. Una predicción tal comprende:

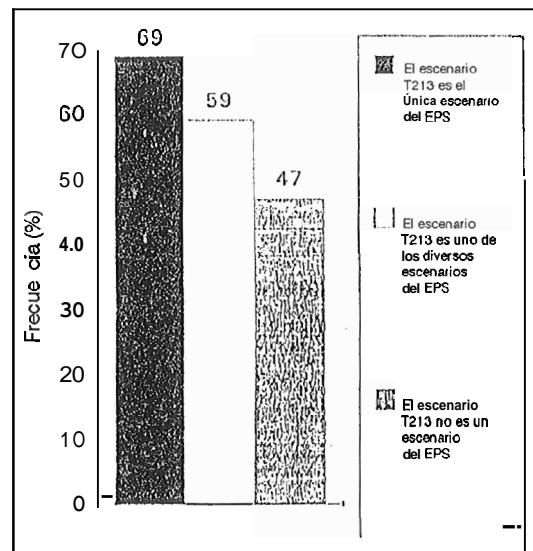
- (1) El escenario más probable. De hecho, el guión del T213 es casi siempre más probable (Fig. 4 y Fig. 5).
- (2) La probabilidad de este escenario (Fig. 5), o una traducción en términos de nivel de confianza.



**Fig. 4.** Frecuencia de escenarios del EPS «buenos» distintos del T213 (cuando el escenario T213 es un escenario del EPS)



**Fig. 4 bis.** Frecuencia de escenarios del EPS «buenos» (cuando el escenario T213 no es un escenario del EPS)



**Fig. 5.** Frecuencia de escenarios T213 «buenos»

En consecuencia, en una predicción meramente probabilista, donde se excluyen estimaciones de incertidumbre, la Predicción por Conjuntos sólo trae una información muy pobre, ya que el T213 es al menos tan probable como el mayor escenario del EPS. Eso no es una sorpresa, cuando sabemos la diferencia de resolución entre T63 y T213.

## 5. Presentación de la predicción supra-sinóptica

Una vez que el predictor ha elegido el escenario más probable, ¿cómo presentar la predicción?

Ya que la naturaleza de la información es diferente de la del corto plazo o del medio plazo próximo, la presentación debe ser diferente: es decir, otro vocabulario, otros gráficos (Gadomski y Knight, 1986).

### 5.1. Documento gráfico técnico

Se trata de elaborar un documento que resuma la situación a gran escala predicha para el período D+4 / D+6. Acordamos que el guión predicho puede ser diferente de los campos que han recibido los predictores regionales y locales, ya que sólo el predictor del Servicio Central recibe los productos del EPS. Por supuesto, este documento viene acompañado de un texto que se llama «guías técnicas»), que trae explicación y argumentación.

Una experimentación hecha con varias fechas y varios predictores da por resultado la imagen que se muestra en la Fig. 6.

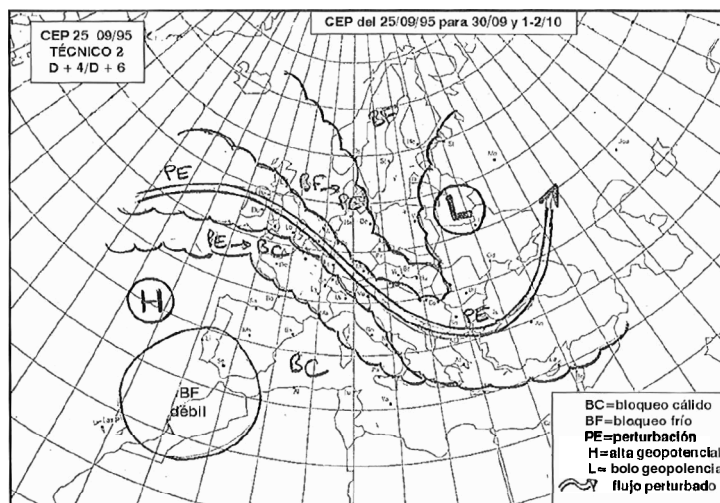


Fig. 6

La línea doble quiere indicar el trayecto de las perturbaciones sinópticas (relacionado con el chorro). Eso es bastante simple cuando la situación a gran escala está estable durante tres días; si no es el caso, más que indicar una evolución con agujas, definimos zonas donde se pase de un tipo de tiempo a otro durante el período, pero sin precisión de cronología. Este documento no pretende únicamente definir límites de tipos de tiempo, sino también dar a un predictor regional o local una idea simple y clara de la situación a gran escala que está predicha por el servicio nacional, con ayuda del T213 y del EPS.

### 5.2. Documento gráfico mediático

Se trata de un documento para el gran público, por ejemplo tras un boletín de la televisión o un diario: Fig. 7. Un zoom sobre Francia debe permitir discernir zonas regionales donde se esperan tipos de tiempo diferentes. Por supuesto, se transmite también un texto mediático.

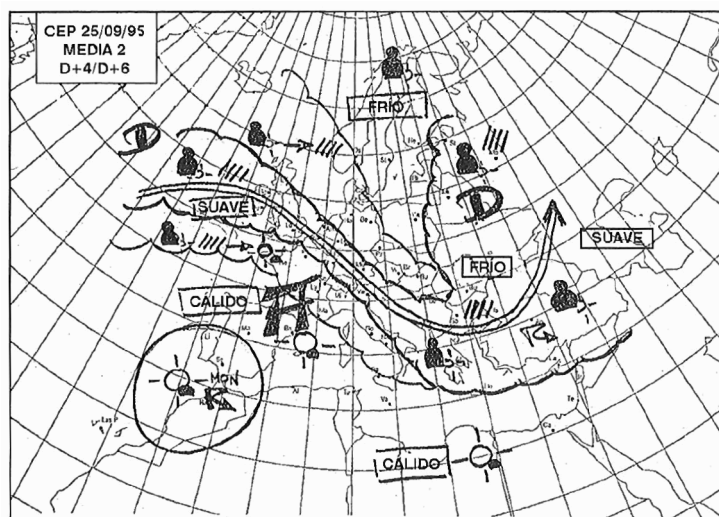


Fig. 7

## 6. Conclusiones

(1) La comparación entre las frecuencias observadas de los «buenos» guiones del T213 (Fig. 5) y «buenas» predicciones sinópticas (Fig. 1) confirma que la metodología a gran escala, que llamamos supra-sinóptica, era juiciosa.

(2) La comparación entre las frecuencias observadas de los «buenos» guiones del T213 y de los «buenos» guiones del EPS, diferentes del T213 (Fig. 4), subraya la importancia de un modelo de alta resolución, también a medio plazo intermedio.

(3) Los controles subjetivos muestran que, en una aproximación determinista, la Predicción por Conjuntos —aunque de ayuda muy débil— puede en un 25% de los casos proponer al predictor una alternativa casi probable como el escenario del T213. Eso significa que, casi dos veces a la semana, el predictor no tiene sólo que traducir los fenómenos a gran escala del T213, sino que tiene que probar su capacidad de experto para elegir la solución buena de entre las dos que le dan las técnicas numéricas.

(4) Lo importante no es saber qué día preciso es el límite de la predicción sinóptica (este límite está siendo desplazado lentamente); lo importante es un aspecto más positivo, que trae más esperanza: es que nosotros, meteorólogos de 1996, podamos afirmar con argumentos científicos, que ya se puede predecir algo después del límite del sinóptico.

Debemos desarrollar en el mundo de los meteorólogos una nueva escuela: la escuela de la meteorología supra-sinóptica. Es decir, convencer de primera a los mismos predictores, y difundir esta nueva metodología. Entonces, con ayuda de nuestros servicios de comunicación y de la prensa, hay que sensibilizar a los usuarios sobre la naturaleza diferente de la información a medio plazo; debemos pensar juntos en unos documentos de un nuevo tipo, y en un vocabulario de un estilo nuevo.

## Referencias

Atger, F., 1995: *Medium Range forecasting with EPS and T213, 3rd meeting on EPS, ECMWF*

Atger, F., 1995: *Prevision d'Ensemble: bilan d'une évaluation subjective. Note SCEM/PREVI/PG, MÉTÉO-FRANCE.*

Atger, F. y B. Mornet, 1995: *Operational medium range weather forecasting. 2nd ECAM, Toulouse, France.*



Ayrault, F., 1995: *Cliniologie des cyclogenèses sur l'Atlantique Nord: premiers résultats*. Note CNRM/GMME, MÉTÉO-FRANCE.

ECMWF, 1995: *User Guide to ECMWF products, ed 2.1, Meteorological Bulletin M3.2*, ECMWF.

Emmrich, P. y K. Balzer, 1993: *Progress in medium-range forecasting by means of ensemble forecasting*, *Fourth Workshop on Meteorological Operations Systems*, pp. 173-177, ECMWF.

Gadomski, F. y P. Knight, 1986: *A method for presenting Medium-Range Forecasts*. *Weather and forecasting*, vol. 1, pp. 97-100.

Mornet, B. y T. Lefort, 1995: *Operational Practice in Medium-Range Forecasting at Météo-France: new, possible methodology and perspectives*.

Mornet, B. y T. Lefort, 1993: *Synthèse des contrôles subjectifs du modèle T213 du CEPMMT, bilan final*. Note SCEM/PREVI/PG, MÉTÉO-FRANCE.

Persson, A., 1984: *The application of filtered forecast fields to synoptic weather prediction*. *Technical Memorandum no. 95*, ECMWF.

Vautard, R., 1990: *Multiple weather regimes over the North-Atlantic: analysis of precursors and successors*. *Monthly Weather Review*, 118, pp. 2056-2081.

#### **Agradecimientos**

Este artículo expone y resume las ideas, resultantes de una reflexión de tres años, conducida en Météo-France en un Grupo de Trabajo sobre la predicción a Medio Plazo, cuyo liderazgo debemos a Frederic Atger, ahora desempeñando un puesto en el Centro Europeo. Una gran parte de este artículo consiste simplemente en una traducción del artículo presentado durante la ECAM 95 por Atger y Mornet.