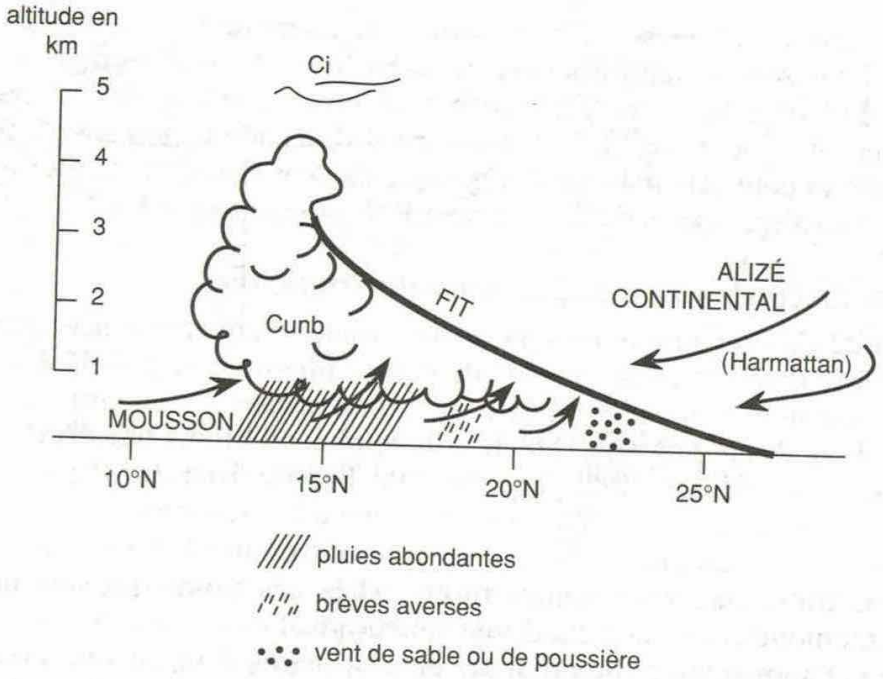

FIG. 6.4 — **Coupe du FIT en juillet en Afrique occidentale.**

boréal. Un plan de contact bien défini jusqu'à 3 000 m d'altitude les sépare : c'est le *front intertropical* ou FIT (fig. 6.4).

Le FIT est superficiel, puisque, au-dessus, le contact interhémisphérique retrouve des allures de CIT océanique. Notons que l'inclinaison du plan de contact du FIT s'inverse entre l'Afrique occidentale et l'Afrique orientale, en pente vers le Sud jusque vers 25° E et vers le Nord au-delà (soit côté opposé à la dépression thermique).

3. Les perturbations

On comprendrait mal les vicissitudes du temps, surtout aux latitudes tempérées, si l'on ne faisait pas intervenir les phénomènes ondulatoires qui naissent le long des fronts, quand deux masses d'air bien individualisées rentrent en contact.

3.1. *La zone tempérée. Les perturbations « norvégiennes »*

Aux moyennes et hautes latitudes, les fronts ondulent comme de simples rideaux pris dans un courant d'air.

3.1.1. La structure

Dans la mesure où les fronts jalonnent les zones de convergence, donc de basses pressions, les perturbations qui voyagent rarement seules (*trains de perturbations, familles de perturbations*) constituent autant de festons accrochés aux dépressions repérables au sol. En d'autres termes, la déformation

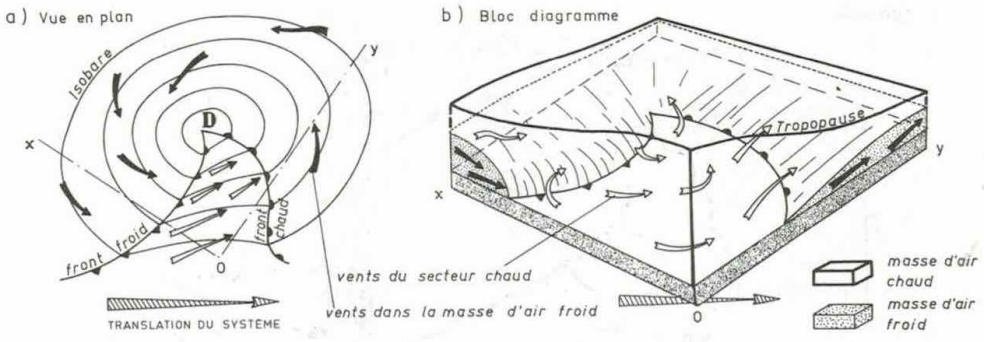

FIG. 6.5 — **Structure d'une perturbation des moyennes latitudes de l'hémisphère nord (« cyclone norvégien »).**

d'un front trahit un écoulement perturbé de l'air avec mouvement tourbillonnaire cyclonique et creusement d'une dépression.

Il convient en premier lieu d'analyser la structure d'un de ces festons pris individuellement. Pour ce faire, il faut imaginer ce que noterait par exemple un observateur placé au sol dans l'axe de déplacement d'une perturbation du front polaire de l'hémisphère nord cheminant d'Ouest en Est (fig. 6.5).

On se trouve tout d'abord au sein de la masse d'air polaire dans le *secteur froid antérieur* où dominent les vents faibles de SSE à SSW (fig. 6.6). À l'approche du système perturbé, la pression baisse progressivement tandis que le ciel se couvre peu à peu de nuages élevés à moyens, associés au front chaud en altitude : c'est la *tête* de la perturbation. Alors que les nuages stratiformes du *front chaud* apportent une précipitation fine de neige ou de pluie selon la saison, on entre dans le *corps* du système. Cette continuité franchie, on passe dans le *secteur chaud* de l'air tropical ou polaire. Les vents se renforcent en s'orientant franchement de Sud-Ouest. L'amélioration du temps est généralement plus sensible en été où les cumulus ne cachent pas totalement le ciel bleu, qu'en hiver où dominent la grisaille des stratus et les bruines. L'arrivée soudaine de sautes de vents de Nord-Ouest et d'un mur de nuages cumuliformes noirs trahit le passage de la seconde discontinuité, celle du *front froid*. L'instabilité est maximum alors que le baromètre est au plus bas. Des cumulonimbus et des cumulus bourgeonnants, tombent des averses courtes mais drues, de pluie, de neige, mais aussi de grêle entrecoupées d'éclaircies. Avec le *secteur froid postérieur* débute la *traîne* où le temps s'améliore alors que s'espacent les averses et que le ciel se dégage. La sensation de refroidissement, accentuée par le sol mouillé, subsiste quelques heures mais l'impression de beau temps revient d'autant plus vite que la pression remonte rapidement. Parfois, il arrive que des discontinuités secondaires à caractère de front froid fassent réapparaître le mauvais temps ou du moins les passages nuageux.

Dans le dispositif classique qui engendre une telle succession d'événements, les fronts (*stricto sensu*) ne sont pas symétriques. À l'avant, le front chaud est dominé par l'activité de l'air le plus chaud qui surmonte l'air froid plus dense et le dépasse grâce à sa vitesse plus grande (moins visqueux, il est aussi moins freiné en

© ARMAND COLIN. La photocopie non autorisée est un délit.

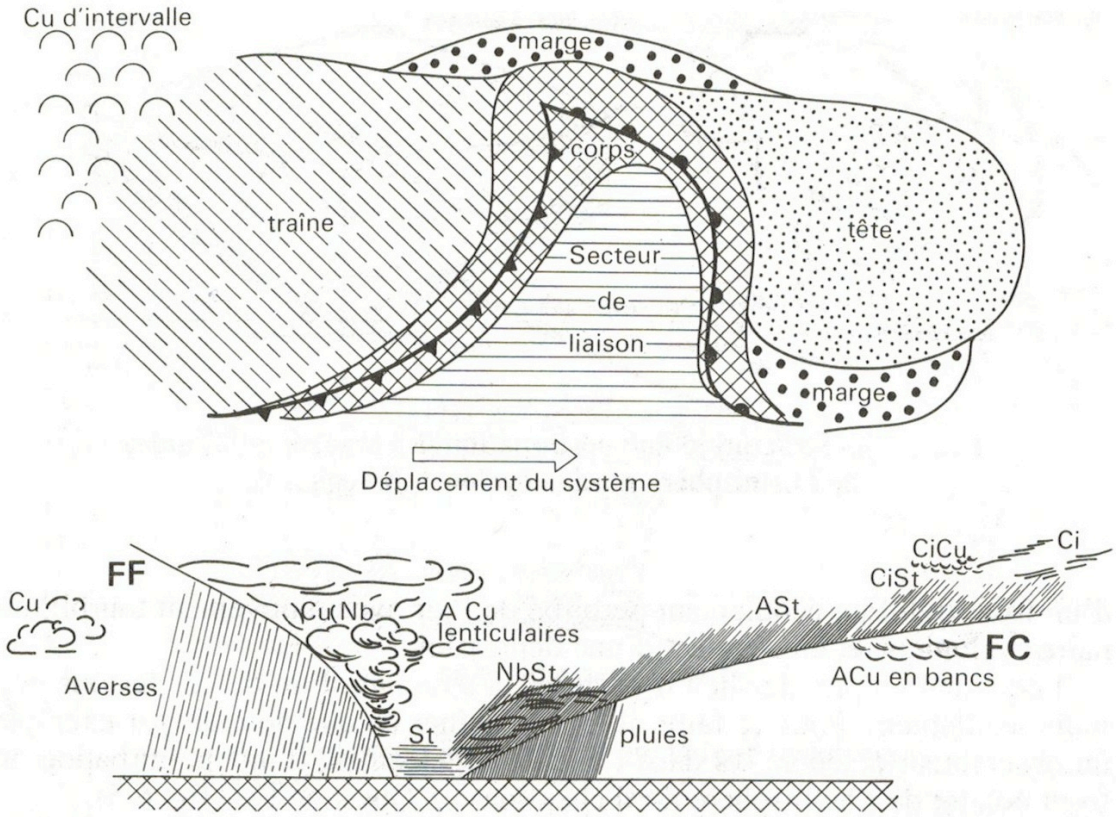

FIG. 6.6 — **Le temps associé à une perturbation des moyennes latitudes.**
En haut : vue en plan. En bas : coupe. FC = front chaud; FF = front froid.

altitude). Plus rapide, le courant chaud détermine le sens général du déplacement : assez souvent d'Ouest en Est en Europe occidentale par exemple. Comme la pente du front chaud est faible — de l'ordre de 1 à 20 ‰ — l'ascendance de l'air est peu marquée. Au contraire, le long du front froid beaucoup plus redressé — jusqu'à 1/10 au voisinage du sol —, les mouvements verticaux d'échange sont beaucoup plus vigoureux. Le dynamisme principal appartient cette fois à l'air froid qui s'insinue « en coin » sous l'air chaud et l'oblige à se soulever ou bien fait irruption dans l'air chaud à divers niveaux, créant dans les deux cas une forte instabilité.

3.1.2. L'évolution

Les perturbations sont des phénomènes éphémères qui ne durent généralement guère plus de deux à trois jours, rarement plus d'une semaine. Néanmoins pendant ce court laps de temps se déroule une série d'épisodes qui constituent la « vie » de la perturbation (fig. 6.7).

Issue d'un affrontement de deux masses d'air le long d'un front, la perturbation naissante n'est qu'une simple ondulation peu marquée dérivant dans le flux général. Pour une perturbation tempérée qui voyage le long d'un front polaire de l'hémisphère nord par exemple, on assiste à l'avant à une progression de l'air chaud

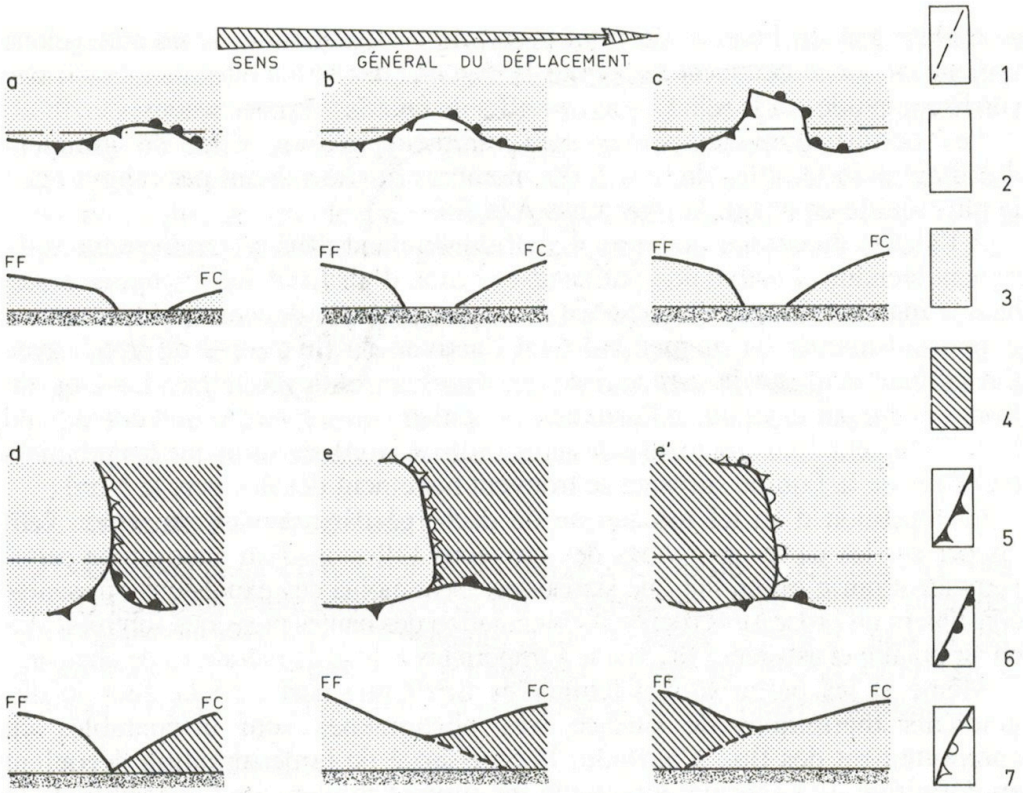

FIG. 6.7 — **Évolution d'une perturbation tempérée de type norvégien.**
Chaque stade comporte une vue en plan (en haut) et une coupe (en bas). 1 : Axe des coupes. 2 : Masse d'air chaud. 3 : Masse d'air froid. 4 : Masse d'air frais. 5 : Front froid. 6 : Front chaud. 7 : Front occlus. En e, occlusion à caractère de front froid ; en e', occulsion à caractère de front chaud.

vers le Nord avec mouvement ascendant et mauvais temps, alors qu'à l'arrière l'invasion d'air froid localement subsident se traduit par une amélioration du temps.

Peu à peu, avec le renforcement du mouvement tourbillonnaire, se creuse la dépression à laquelle est associée une perturbation jeune, au secteur chaud largement ouvert. Cependant, le front froid plus actif ayant tendance à progresser plus vite que le front chaud — à le rattraper en quelque sorte —, et l'air froid postérieur ayant tendance à soulever l'air chaud, on assiste de plus en plus à un étranglement du secteur chaud.

À ce moment la perturbation est en pleine vigueur et peut modifier le flux général atmosphérique. Finalement l'air chaud est rejeté en altitude et les deux fronts se rejoignent : c'est le stade de *l'occlusion* à partir duquel la perturbation n'est plus qu'un phénomène d'altitude, décelable encore quelque temps sous forme d'une spirale nuageuse. Mais il n'est pas rare que les deux volumes d'air froid qui viennent ainsi en contact aient évolué entre-temps, de sorte qu'une discontinuité secondaire — à caractère de front chaud ou froid suivant les cas — les sépare. Par exemple, une perturbation pénétrant sur un continent refroidi en hiver risque de subir une occlusion du premier type. Naturellement, tout ce qui est susceptible de

© ARMAND COLIN. La photocopie non autorisée est un délit.

se traduire par un freinage du front chaud de la perturbation — un anticyclone stationnant sur le continent et surtout la rugosité des terres elles-mêmes ou une barrière opposée par le relief — a pour effet de favoriser les occlusions.

Les perturbations tempérées sont rarement isolées. Elles se groupent d'ordinaire en familles de trois à six membres qui se suivent par rang d'âge : la plus vieille en avant, la plus jeune à la fin.

À l'arrière du dernier membre, il y a fréquemment dans une traîne particulièrement étendue et active une puissante invasion d'air froid accompagnée d'une hausse massive des pressions : c'est *la décharge de fin de famille*. Cette coulée d'air froid interrompt momentanément l'activité du flux zonal et prend, avec l'affaiblissement qui la caractérise, une courbure anticyclonique. Le long du front polaire par exemple, à l'arrivée d'air polaire *direct* vers le Sud correspond le déplacement d'air tropicalisé *de retour* vers le Nord, de sorte que les premiers membres de la famille suivante se trouvent nettement décalés vers le Nord.

La répétition d'un tel mécanisme de décharge dans une même région peut donner sur les cartes moyennes des pressions l'illusion d'un anticyclone semi-permanent qui n'est en fait que statistique. Néanmoins ces expulsions puissantes constituent un processus efficace d'alimentation des hautes pressions subtropicales en air polaire et assurent finalement d'importants échanges méridiens de chaleur.

Même si les perturbations tempérées tirent une part de leur énergie des gradients thermiques de surface, ces phénomènes sont inséparables du comportement des flux d'altitude ; la croissance de la perturbation découlant en définitive de l'énergie potentielle du courant moyen *sur l'ensemble de la troposphère*. Ainsi, dans le flux général d'Ouest des moyennes latitudes, les courants les plus rapides concordent en gros avec le tracé des fronts au sol en subissant la même translation saisonnière. Les vagues du jet-stream en altitude et les ondulations des lits de perturbations en surface sont en phase (fig. 6.8).

Mais les courbures anticycloniques du flux d'altitude peuvent surmonter en surface des dépressions qui sont reliées les unes aux autres par la chaîne onduleuse du front polaire. Les ascendances d'air aboutissent à un fort refroidissement au niveau de la stratosphère inférieure.

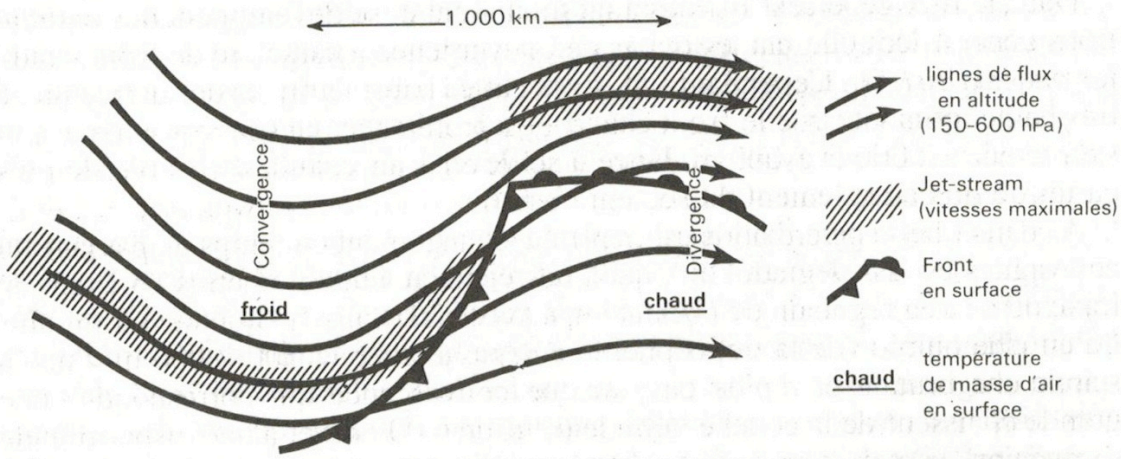

FIG. 6.8 — **Relations entre le flux d'altitude et une perturbation de surface.**
D'après H. RIEHL.