

**Le Présent holographique :
Un précis de la théorie de la conscience par résonance à flux croisés (CFRT)**

Paul Jorion

ETHICS – EA 7446, Université catholique de Lille,
60 Bd Vauban, 59800 Lille, France

Résumé :

Cet article présente la Cross-Flow Resonance Theory (CFRT) de la conscience. La CFRT propose que l'expérience consciente soit un motif d'interférence transitoire, généré par la mise en phase de deux processus neuronaux fondamentaux : une vague descendante de rappel mnésique (qui apporte un contexte prédictif) et une vague montante d'encodage perceptif (qui véhicule des données sensorielles nouvelles). Cette résonance crée l'ouverture unifiée du « moment présent », qui lui confère sa vivacité qualitative et constitue un préalable à la formation de la mémoire épisodique. La théorie rend compte d'un éventail de phénomènes — de l'immobilisation « lapin-figé-par-les-phares » à l'amnésie traumatique — en prédisant l'effondrement de cet état résonant dans des conditions de nouveauté ou de stress extrêmes. La CFRT intègre des apports de l'anatomie fonctionnelle, de l'assemblage temporel et du traitement prédictif dans un cadre mécaniste inédit. Nous situons ce processus dans les boucles thalamo-cortico-hippocampiques et en dérivons huit prédictions falsifiables.

1. Introduction : l'énigme inachevée de la conscience

Dans la sous-section « La conscience comme propriété émergente, non comme prérogative humaine » de mon livre *Rethinking Intelligence in the Age of Artificial Minds* (Palgrave Macmillan, à paraître), je passe en revue plusieurs modèles majeurs de la conscience : (1) la Global Workspace Theory (Baars 1988 ; Dehaene 2014), qui conçoit la conscience comme une diffusion globale d'information ; (2) l'Integrated Information Theory (Tononi 2004), qui relie l'expérience subjective à l'information intégrée du système (Φ) ; (3) le Principe d'Énergie Libre (Friston 2010), qui interprète les états conscients comme des résultats de la minimisation de la surprise sous un modèle génératif ; (4) l'Attention Schema Theory (Graziano 2013), qui pose l'« être conscient » comme un modèle de ses propres processus attentionnels ; et (5) le panpsychisme, qui considère la conscience comme une potentialité ubiquitaire s'amplifiant avec la complexité.

Si ces cadres ont considérablement éclairé la question, ils laissent ouverte une lacune mécaniste : comment, précisément, un « moment présent » unifié temporellement et affectivement vif est-il construit de façon synthétique ? J'avance depuis Jorion (1999) une alternative : la Cross-Flow Resonance Theory (CFRT). La CFRT soutient que le mécanisme manquant est un processus de résonance entre mémoire et perception, qui coud inférence, affect et temps en un seul cadre expérientiel.

En bref, la CFRT soutient que la conscience émerge lorsque deux fronts d'information — l'un descendant du rappel mnésico-affectif, l'autre ascendant de l'encodage perceptif — se verrouillent en phase pour former un motif d'interférence transitoire, de type « holographique ». Ce flux croisé apporte à la fois le contexte prédictif et l'évidence fraîche, les liant en un cadre expérientiel unifié ; lorsque l'un des deux flux est absent ou trop faible, la résonance s'effondre, produisant la sidération « lapin-figé-par-les-phares » et les lacunes amnésiques souvent rapportées après un traumatisme. Dans des réseaux neuronaux à grande échelle, un analogue peut survenir lorsque le rappel de contexte et les mises à jour des poids en ligne convergent pour stabiliser l'attention — sans pour autant constituer un véritable point de vue subjectif.

Le présent article correspond au texte cité là comme « Jorion, à paraître ».

2. Le mécanisme CFRT : ouverture, résonance et base neuronale

2.1 Principe central : une analogie holographique

La CFRT conçoit la conscience comme un processus dynamique. Elle propose qu'un moment conscient soit un état unifié transitoire qui apparaît lorsque deux flux contre-propagatifs d'activité neuronale se verrouillent en phase (c'est-à-dire maintiennent, pendant une brève fenêtre, un rapport de phase stable) :

(1) une vague descendante de rappel mnésique projetant dans le présent des modèles prédictifs chargés d'affect ; et

(2) une vague ascendante d'encodage perceptif apportant des données sensorielles nouvelles — l'erreur de prédiction entendue comme l'écart entre l'attendu et le reçu.

« *holographique* » est métaphorique : comme en holographie optique, où une image émerge de l'interférence entre un faisceau de référence et un faisceau objet, le percept résulte de l'interaction entre ce qu'anticipent les mémoires et ce que livrent les sens. L'assertion concerne des dynamiques de type interférence dans des populations neuronales, non un hologramme optique littéral dans le tissu.

2.2 Le substrat biologique : boucles thalamo-cortico-hippocampiques

Ce calage trouve son ancrage biologique dans une boucle thalamo-cortico-hippocampique capable de soutenir une résonance (analogie — et non identité — avec une « chambre résonante »).

- **Thalamus.** Joue le rôle de hub temporel et de comparateur, alignant l'évidence ascendante avec les prédictions descendantes corticales et soutenant la synchronisation du signal.

- **Cortex.** Abrite les modèles génératifs — sémantiques, épisodiques et sensori-moteurs — qui émettent des prédictions et interprètent les retours. Des connexions ré-entrantes denses (bidirectionnelles, récurrentes) avec le thalamus fournissent le substrat des appariements itératifs.

- **Hippocampe.** Effectue la synthèse : intègre la structure mnésique à long terme, relie des représentations corticales distribuées (p. ex. des traits multi-sensoriels et l'affect) et ouvre la porte à l'encodage épisodique.

Le processus est cadencé par des oscillations : thêta (4–8 Hz) pour régler la fenêtre d'intégration W, alpha/bêta (~8–30 Hz) pour porter la structure descendante, et de brèves bouffées gamma (~40 Hz) marquant le succès de l'assemblage de traits. Quand les relations de phase intra- et inter-structures s'alignent sur $W \approx 300\text{--}500$ ms, le système forme un état stable de type interférence : le « maintenant » unifié et rapportable.

Ce mécanisme est biface : l'OUVERTURE construit le contenu temporellement aligné ; la RÉSONANCE l'imprègne de sens prédictif et d'affect.

2.3 Le mécanisme d'Ouverture : construction postdictive du moment présent

La question à laquelle répond l'Ouverture. Comment le contenu brut du « maintenant » est-il assemblé ?

Concept clé. Le cerveau résout un problème d'assemblage temporel en alignant a posteriori des signaux arrivant avec des latences différentes selon les modalités (vision, audition, proprioception, etc.) mais provenant d'une même cause externe.

Mécanisme. Afin de livrer une scène unifiée, le système intègre des indices sur une fenêtre postdictive $W \approx 300\text{--}500$ ms (dépendante de la tâche et du sujet), rassemblant les évidences sensorielles liées à un même événement, avant de les empaqueter en un seul cadre perceptif multimodal (l'ouverture).

Base neurologique. Les résultats de « renvoi en arrière » de Libet indiquent que la temporalité subjective est reconstruite après des délais neuronaux plutôt que lue en temps réel dans le monde (Libet 1992). Le thalamus joue un rôle de hub de synchronisation/temporisation, retenant et alignant les flux pour l'intégration.

Conséquence. Parce que la prise de conscience est fournie après cette intégration, elle ne peut initier les réactions « volontaires » les plus rapides (≈ 100 ms). Son rôle est d'empaqueter l'événement pour qu'il soit stabilisé et mémorisé.

Sortie. Un cadre multimodal synchronisé — le contenu candidat d'un moment conscient. (La conscience effective requiert ensuite la Résonance avec la prédiction descendante.)

Analogie (illustrative). Comme un réalisateur qui synchronise plusieurs caméras au timecode t : une fois tous les rushes arrivés et alignés, le système déclare « voilà la scène à t ».

2.4 Le mécanisme de Résonance : asservissement de phase, sens et vivacité

- Analogie holographique (*métaphore*). La rencontre des deux flux produit des dynamiques de type interférence (rapports de phase, superposition), à l'analogie de l'hologramme qui naît de l'interférence entre faisceau de référence et faisceau objet. C'est purement métaphorique : aucune prétention à un hologramme optique littéral dans le tissu.
- Cartographie neuro-anatomique. Le thalamus orchestre la temporisation et l'évidence grossière ; le néocortex fournit des modèles prédictifs distribués ; l'hippocampe réalise la liaison/indexation synthétique et renvoie une trace spécifique à l'instance. Les oscillations rythment le processus : thêta (4–8 Hz) fixe la fenêtre W ; alpha/bêta (~8–30 Hz) portent la structure descendante ; de brèves bouffées gamma (~40 Hz) marquent l'assemblage réussi.

- Sortie de la Résonance. La vivacité subjective et la probabilité d'encodage épisodique suivent la force de la résonance.
- **Faible erreur / forte concordance** : expérience fluide et familière.
- **Erreur modérée (nouveauté)** : apprentissage et captation attentionnelle.
- **Erreur catastrophique (nouveauté/stress extrêmes)** : effondrement de la résonance — blanc « lapin-figé-par-les-phares » et indexation défaillante.
- Issue. La Résonance apporte le contexte et la qualité du moment — le « comment » et le « pourquoi » de ce qu'il ressent — transformant un cadre de données synchronisé en expérience vécue.
- Analogie supplémentaire. Le complexe significable des logiciens médiévaux : le sens global d'une phrase qui émerge de la contribution coordonnée de ses mots.

2.5 Mode d'échec : « lapin-figé-par-les-phares »

Phénoménologie. Sous une nouveauté ou un choc extrêmes, le flux descendant manque de modèle viable — rien avec quoi le signal ascendant puisse résonner. L'erreur de prédiction submerge la structure ; l'asservissement de phase échoue ; l'encodage s'effondre, d'où amnésie ou rappel fragmentaire.

Conséquences. Le comportement peut se figer ; l'événement est mal indexé, le rappel est déficient ou fragmenté.

Prédiction. Les essais conscients devraient montrer une synchronie thêta inter-régions plus forte et un couplage thêta→gamma supérieurs aux essais non vus/« blancs » ; ces signatures devraient diminuer sous forte nouveauté ou stress (effondrement de la résonance).

2.6 Le rôle constitutif de l'affect

Assertion. L'affect n'est pas décoratif mais constitutif de la résonance. Les systèmes neuromodulateurs (p. ex. noradrénaline, dopamine) et les structures limbiques (p. ex. amygdale) fixent, via un mécanisme de type gradient, le poids de précision (gain) sur le modèle descendant, biaisant quelles mémoires sont recrutées (p. ex. un contexte effrayant active des souvenirs liés à la peur) et la facilité avec laquelle la résonance se stabilise.

Conséquence. Peur, joie, chagrin, etc., façonnent l'accès au champ de la conscience et la force mnésique subséquente. Les « complexes » précoces (terme emprunté à Jung à ses débuts d'experimentaliste) peuvent être lus comme des unités mémoire-affect préférentiellement re-recrutées quand le contexte matche (complétion de patron).

2.7 L'interaction : comment les deux mécanismes se combinent pour produire la conscience

La conscience est le produit du fonctionnement conjoint des deux mécanismes. L'Ouverture fournit un cadre candidat aligné temporellement ; la Résonance apporte sens prédictif et vivacité.

1. Signal ascendant. Les données sensorielles sont capturées avec leurs délais inhérents.

2. Tampon temporel. Le système thalamo-cortical retient et aligne ces signaux en un cadre potentiel pour la conscience (début du mécanisme d'Ouverture).
3. Rappel descendant. En parallèle, à partir d'indices sensoriels précoces et grossiers, le cerveau rapatrie des modèles prédictifs mnésiques pour interpréter ce qui arrive.
4. Résonance. Le cadre perceptif pleinement synchronisé (étape 2) rencontre le modèle prédictif descendant (étape 3) ; si leurs phases se verrouillent sur la fenêtre W, leur interaction est l'expérience consciente de ce moment.
5. Encodage mnésique. Cet état résonant, ce « présent holographique », est ce qui est encodé en mémoire épisodique. Voilà pourquoi nous ne nous souvenons pas d'un « brut » : ce qui demeure, c'est une expérience signifiante, chargée d'affect.

En résumé : l'OUVERTURE définit les bornes temporelles et le contenu brut d'un moment conscient. La RÉSONANCE lui confère sens, qualité émotionnelle (affect) et vivacité. L'une sans l'autre ne produit pas la conscience ordinaire.

3. La puissance explicative de la CFRT

La CFRT se comprend au mieux sous la menace soudaine. Songeons à un serpent surgissant droit devant. L'événement déclenche des processus en parallèle :

Données sensorielles ascendantes. Mes sens échantillonnent l'événement en parallèle : la forme visuelle, le sifflement, la chaleur du rocher chauffé au soleil. Ces signaux parviennent au thalamus avec des latences neuronales différentes.

Orchestration thalamique et rappel cortical (flux descendant). Le thalamus ne se contente pas de relayer ces données. Il orchestre, utilisant les signaux sensoriels précoces pour primer le cortex. Cela déclenche un rappel massif, parallèle — non d'un seul souvenir, mais d'une vaste constellation distribuée de traces « liées au serpent ». Ce complexe prédictif inclut le concept visuel « serpent », le son d'un grelot, la peur apprise dans un documentaire, le programme moteur pour bondir en arrière, et la mémoire somatique d'une poussée d'adrénaline. Point crucial : ils ne sont pas rappelés comme des faits isolés mais comme un meilleur-pari affectivement chargé de « ce que c'est et ce que cela signifie ».

Formation de l'Ouverture (postdiction). Simultanément, l'architecture thalamo-corticale retient et aligne les signaux entrants dans une fenêtre d'intégration postdictive $W \approx 300\text{--}500$ ms. Elle résout le problème d'assemblage temporel en synchronisant ces signaux disparates en un cadre perceptif multimodal unique — le contenu brut du « présent » ressenti.

Synthèse hippocampique et résonance (« sens global »). L'hippocampe reçoit (a) le cadre perceptif synchronisé (flux ascendant) et (b) le « complexe serpent » rappelé (flux descendant). Il opère une liaison synthétique, formant une nouvelle trace spécifique à l'instance qui couple cet épisode sensoriel au modèle prédictif général. C'est le « sens global » de l'événement — la différence entre le concept abstrait serpent et l'expérience vive de ce serpent-ci, ici et maintenant, sur le point de me frapper.

Le moment conscient et sa sortie. Cette trace nouvellement synthétisée est reprojétée vers le cortex, créant une boucle résonante soutenue et réverbérante entre le cortex (tenant le modèle général) et l'hippocampe (tenant l'instance spécifique). Cette boucle de rétroaction résonante est la vivacité de l'expérience consciente. Cet état (a) propulse simultanément la réaction corporelle (p. ex. bondir en arrière via l'amygdale et les ganglions de la base) avant toute délibération consciente, et (b) est préférentiellement encodé comme mémoire épisodique.

Analogie holographique (métaphore). Le lieu de l'effet « holographique » est l'interaction de type interférence entre attente (modèle descendant) et évidence (signaux ascendants), d'où un ressenti qualitatif unifié. Il s'agit d'une analogie dynamique, non d'un hologramme optique littéral.

Mode d'échec. Sous une nouveauté extrême, le flux descendant manque de modèle viable ; l'erreur de prédiction submerge la structure ; l'asservissement de phase échoue ; la résonance s'effondre et il en résulte un blanc « lapin-figé-par-les-phares » avec indexation défailante.

Une analogie linguistique est clé pour expliciter le processus de synthèse :

- **Les mots individuels** : Les souvenirs corticaux rappelés sont comme les mots « venimeux », « enroulé », « sifflement », « frappe », « danger ». Chacun a son champ sémantique et ses affects associés.
- **La grammaire (syntaxe)** : Les rythmes thalamo-corticaux (couplage thêta-gamma) fournissent la structure grammaticale qui détermine la combinatoire.
- **L'hippocampe comme « lecteur »** : L'hippocampe est la faculté qui lit ces mots dans cette structure spécifique. Il ne se contente pas de les lister ; il accomplit un « acte de compréhension » qu'il faudra encore démêler.
- **L'expérience consciente (le sens de la phrase)** : L'expérience consciente n'est ni les mots eux-mêmes, ni la grammaire : c'est le sens global émergent de leur combinaison. Le sens « Je suis en danger mortel immédiat ! » est une entité holistique nouvelle, irréductible à la somme des mots. Elle possède son ressenti propre (vivacité, terreur) qui transcende la somme des parties.

Dans le cerveau, ce « sens global » est le motif unique et stable d'activation neuronale distribué à travers les cortex sensoriels, émotionnels et moteurs, synchronisé par l'hippocampe et le thalamus. C'est le motif d'interférence : un état neuronal émergent nouveau qui constitue le moment conscient.

Ce mécanisme explique pourquoi la conscience « vaut plus » que la somme de ses parties : parce que, neurologiquement, elle l'est. Elle est un produit synthétisé et émergent du dialogue constant entre présent et passé.

4. Un vocabulaire non homonculaire : l'hippocampe à travers cinq primitives

4.1 Un cadre méta-théorique en cinq primitives

La description précédente court le risque d'anthropomorphiser l'hippocampe en « comprendreur ». Pour l'éviter et proposer un récit de niveau systèmes, on peut analyser sa fonction au moyen d'un cadre méta-théorique de cinq primitives (Jorion, à paraître) :

1. Système génératif. Tout système viable — organisme, institution, modèle — est plus qu'un tas de pièces : c'est un processus qui génère sa propre continuation, puisant dans des flux de matière, d'énergie et d'information pour se recréer. Il prédit en comprimant les entrées passées et en les prolongeant vers des futurs plausibles.

2. Couplage. Aucun système n'est isolé : il s'amarre à son environnement et aux autres systèmes via des boucles de rétroaction. Le couplage est le canal vivant le long duquel deux systèmes génératifs co-varient, échangeant signaux (prix, gradients, phéromones, mots, chaleur) et ressources de manière à façonner leur trajectoire. C'est le « comment » de l'interaction.

3. Compression. Pour naviguer dans le réel, un système doit réduire le flot d'entrées à des modèles prédictifs gérables. La compression raccourcit la description : elle apprend des régularités pour que la mise à jour suivante soit moins coûteuse. Ce n'est pas seulement « gagner de la place », c'est raser la redondance : faire émerger les patrons qui rendent l'action possible. La compression est le moteur épistémique qui resserre les couplages.

4. Paysage de préférences. Tout système agit dans un champ d'affordances et de contraintes, des régions de potentialité où certains résultats sont plus faciles, moins coûteux ou plus gratifiants que d'autres : la forme qui pousse le comportement. Un paysage de préférences est un champ scalaire (éventuellement variable dans le temps) sur des futurs, qui encode ce qu'un système tend à préserver ou poursuivre.

5. Validation inter-substrats. Les mêmes patrons structuraux peuvent être reconnus à travers des supports physiques différents. Une bactérie, un marché et un réseau neuronal peuvent présenter des dynamiques analogues si les primitives sont présentes. La validation inter-substrats est le test d'universalité : une revendication tient si l'on retrouve le même patron dans des neurones, des serveurs, des marchés ou des biofilms.

4.2 L'hippocampe comme générateur de moments présents

En usant de ces cinq primitives comme trousse, l'« acte de compréhension » hippocampique peut être présenté sans homoncule :

1. Système génératif. L'hippocampe incarne physiquement le processus génératif du « moment présent ». Il prend le passé compressé (en provenance du cortex) et l'entrée courante (venant du thalamus) et génère un présent plausible. Ce présent n'est pas une copie du réel ; c'est une simulation de meilleur-pari qui est ensuite renvoyée dans le système pour guider l'action. Sa « continuation » est la création réussie de ce percept lié, qui permet de générer le moment suivant.

2. Couplage. L'hippocampe est le nœud central d'une boucle de rétroaction serrée qui couple deux autres systèmes :

- Couplage cortical. Il est bidirectionnellement couplé au néocortex. Il reçoit des modèles prédictifs (mémoires compressées) et renvoie la scène vive nouvellement synthétisée pour stockage et réutilisation.
- Couplage thalamique. Il est couplé au thalamus, hub des données sensorielles entrantes. Ce trio

— thalamus, cortex, hippocampe — forme un circuit résonant. La « compréhension » est l'état stable atteint quand ce système couplé se verrouille en phase, résolvant l'erreur de prédiction.

3. Compression. Cœur de « l'acte de compréhension ». L'hippocampe est un moteur de compression extrême.

- Entrée. Un motif massif, distribué et de haute dimension d'activité neuronale à travers le cortex représentant le « complexe serpent » (souvenirs visuels, auditifs, émotionnels, moteurs).
- Opération. L'hippocampe ne stocke pas ce motif vaste. Il le compresse en un code d'index minimal et efficace — un « pointeur » ou une « adresse ».
- Sortie. L'expérience consciente — le « serpent ! » vif — est la décompression de cet index. Quand l'index hippocampique est activé, il déclenche la reconstruction du motif distribué complet dans le cortex. Le « sens global » est la décompression, en pleine qualité, générée depuis l'index compressé. La compréhension est cet acte de compression avec pertes suivi de la décompression unifiée.

4. Paysage de préférences. La synthèse hippocampique n'est pas neutre ; elle est gouvernée par un paysage de préférences sculpté par l'affect.

- Les souvenirs « complexe serpent » rappelés du cortex ne sont pas des faits froids ; ils sont chargés d'affect. Leur poids émotionnel (peur) fait partie de leur valeur prédictive.
- Cette charge affective façonne la compression et la synthèse. L'hippocampe ne crée pas seulement un modèle du présent ; il crée le modèle le plus pertinent étant donné les préférences historiques de l'organisme pour la survie.
- La compréhension qui en résulte n'est pas seulement informationnelle mais motivationnelle. Elle comporte un gradient intrinsèque : l'état de sortie pousse le corps loin du serpent (valence négative) car le paysage de préférences est sculpté par les coûts passés associés aux serpents.

5. Validation inter-substrats. On reconnaît le même processus fonctionnel dans d'autres systèmes.

- En informatique. Analogue au déréréférencement d'un pointeur. Une variable tient une adresse mémoire (index hippocampique). Utiliser la variable (activer l'index) récupère la structure de données complète en RAM (cortex) pour traitement.
- Dans une institution. La « marque » d'une entreprise est un index hippocampique. C'est un symbole compressé qui, activé sur le marché (décompressé), évoque un faisceau d'associations (qualité, prix, émotion, expériences passées) qui guident le comportement du consommateur (la « compréhension » de la marque).
- En langue. Un mot est un index hippocampique. Le mot « serpent » est un jeton compressé qui, entendu, se décompresse en un concept riche et affectif chez l'auditeur. Le sens global de la phrase est la décompression cohérente de tous ses mots constitutifs.

Synthèse : l'acte de compréhension défini par les primitives

- 1. Agir en tant que Système génératif produisant un modèle du présent.
- 2. Y parvenir par le Couplage dans une boucle thalamo-cortico-hippocampique.
- 3. Exécuter une Compression radicale des patrons corticaux distribués en un index minimal, dont la décompression consciente est l'expérience vive.

- 4. Façonner cette compression selon un Paysage de préférences défini par les issues affectives passées.
- 5. Implémenter une fonction universelle : Validation inter-substrats, analogue à la gestion mémoire par pointeurs en informatique ou à la compréhension symbolique en langage.

La « compréhension » n'est donc pas l'œuvre d'un homoncule mais émerge du fonctionnement d'un système génératif comprimant, au sein d'un réseau couplé et gouverné par un paysage de préférences — un patron valable à travers plusieurs substrats.

5. Rapport aux autres théories

Espace de Travail Global (GWT). La CFRT concède que le contenu conscient est globalement disponible, mais spécifie ce qui est diffusé et pourquoi : non pas une information quelconque, mais le produit résonant de la rencontre entre prédiction et erreur. Le « projecteur » est l'état résonant lui-même.

Integrated Information Theory (IIT). La CFRT est complémentaire : là où l'IIT quantifie l'intégration d'un état, la CFRT explique comment l'intégration se fait dans le temps — comme une résonance dynamique plutôt qu'une propriété statique.

Traitement Prédicatif (PP). La CFRT en est une instanciation mécaniste : elle ne se contente pas de comparer priors et vraisemblances ; elle montre comment leur interaction devient consciente en asservissant en phase deux flux chargés d'affect dans un motif d'interférence qui possède la signature spatio-temporelle adéquate pour être accessible, stabilisé et mémorisable.

Théorie	Ce qu'elle explique	Apport de la CFRT
Global Workspace (GWT)	Diffusion d'information	Spécifie le contenu diffusé : le produit résonant de prédiction et d'erreur.
IIT	Une mesure de la conscience (Φ)	Explique le processus d'intégration : résonance dynamique, non propriété statique.
Predictive Processing (PP)	Inférence non consciente	Fournit le mécanisme par lequel l'inférence devient consciente : asservissement de phase vers un état résonant.

La CFRT est une synthèse qui contourne les dualismes traditionnels et intègre les processus inconscients dans un modèle dynamique.

6. Prédiction testables et critères de falsifiabilité

Des principes centraux de la CFRT, nous tirons les prédictions falsifiables suivantes. De façon cruciale, l'échec empirique de ces prédictions mettrait en cause la théorie.

Neuro-imagerie. Un percept conscient devrait exhiber une coordination caractéristique : un couplage inter-fréquences spécifique entre circuits frontaux (descendants) et sensoriels (ascendants) — absent pour les stimuli non vus ou les états « blancs ».

EEG/MEG. La CFRT prédit une signature temporelle de résonance : fenêtres d'intégration cadencées par le thêta, structure descendante alpha-bêta, couplage thêta-gamma, et brèves bouffées gamma à l'assemblage réussi. Dans le traitement non conscient, ces couplages et bouffées doivent être atténués ou absents.

Modélisation computationnelle. Une architecture à deux flux (contexte vs entrée), dotée de dynamiques d'asservissement de phase, doit reproduire les phénomènes de la CFRT, y compris le « crash » catastrophique sous forte nouveauté. Des manipulations paramétriques (p. ex. affaiblir le flux descendant) doivent induire un blanc et des échecs mnésiques, tandis que le renforcement des priors affectifs doit biaiser la compétition résonante en faveur de certains contenus.

Prédiction 1 (P1 : signature EEG). Les percepts conscients montrent des fenêtres cadencées par le thêta avec PLV thêta fronto-postérieur élevé, un couplage thêta→gamma robuste, et de brèves bouffées gamma au rapport réussi ; les essais non vus/« blancs » n'ont pas ce profil.

Prédiction 2 (P2 : causalité). La connectivité dirigée (p. ex. Granger/TE) des régions frontales (prédiction) vers les régions sensorielles augmente pendant les fenêtres conscientes par rapport aux essais non conscients.

Prédiction 3 (P3 : perturbation). Perturber la temporisation thalamo-corticale (p. ex. TMS/tACS au thêta) diminue $R(t)$ et la probabilité de rapport conscient ; une stimulation calée en phase accroît les deux.

Prédiction 4 (P4 : affect). Accroître l'éveil ou le tonus noradrénergique rétrécit W et augmente la précision des flux descendants, biaisant la sélection du contenu conscient ; des extrêmes induisent un effondrement de la résonance.

Prédiction 5 (P5 : dépendance hippocampique). La perturbation de l'hippocampe/du thêta diminue la vivacité et le rappel ultérieur, de façon préférentielle pour les essais hautement nouveaux, conformément au rôle de synthèse de la CFRT.

Prédiction 6 (P6 : temps d'accès). Le début rapporté de la prise de conscience s'aligne sur la fin de W , non sur l'apparition du stimulus ; l'alignement se resserre avec $R(t)$ plus fort.

Prédiction 7 (P7 : modèle computationnel). Un modèle à deux flux muni d'oscillateurs couplés en phase présente (i) une résonance stable pour une erreur de prédiction modérée, (ii) de l'apprentissage, et (iii) un effondrement/blanc quand l'erreur dépasse un seuil critique.

Prédiction 8 (P8 : « gating » mnésique). Seules les fenêtres à $R(t)$ élevé prédisent le rappel épisodique ultérieur, à stimulus contrôlé constant.

Tableau : Prédiction et assertion mécaniste de la CFRT

Prédiction	Assertion mécaniste CFRT
P1 (signature EEG) : couplage thêta–gamma, etc.	Les moments conscients requièrent un verrouillage de phase entre régions frontales (prédictives) et postérieures (sensorielles).
P2 (causalité) : flux d’info frontal → sensoriel augmente.	La conscience est tirée par la prédiction top-down qui engage l’entrée bottom-up.
P3 (perturbation) : perturber le thêta perturbe la conscience.	Les rythmes thêta cadencent la fenêtre temporelle d’intégration ($\approx 300\text{--}500$ ms).
P4 (affect) : l’éveil biaise le contenu ; stress extrême → collapse.	L’affect (p. ex. noradrénaline) agit comme un poids de précision sur le flux descendant.
P5 (dépendance hippocampique) : perturbation HC → vivacité/rappel diminués.	L’hippocampe réalise la « liaison synthétique » essentielle pour créer la trace consciente unifiée.
P6 (temps d’accès) : l’accès s’aligne sur la fin de la fenêtre.	La conscience est postdictive ; elle résulte du mécanisme d’Ouverture, non son point de départ.
P7 (modèle comp.) : un modèle à deux flux montre résonance & effondrement.	La théorie est computationnellement plausible et implémentable.
P8 (gating mnésique) : seuls les événements à forte résonance sont mémorisés.	L’état résonant est un préalable à l’encodage épisodique.

7. Conclusion

La Cross-Flow Resonance Theory (CFRT) reconceptualise la conscience non comme un contrôleur exécutif mais comme un processus dynamique et émergent. Elle postule que l’expérience subjective est une résonance transitoire — un motif d’interférence de type *holographique* — générée par l’asservissement en phase d’une vague descendante de modèles prédictifs chargés d’affect (le passé compressé) et d’une vague montante d’évidence sensorielle synchronisée (le monde présent), bornées par une fenêtre d’intégration $W \approx 300\text{--}500$ ms : une « ouverture » postdictive.

Cet état résonant est une réussite fonctionnelle cruciale : il réalise l’acte essentiel de compréhension synthétique qui relie des représentations corticales disparates en un modèle unifié du « moment présent ». Le « point de vue » conscient est ce motif dynamique et momentané qui émerge lorsque le modèle interne et le monde externe « chantent » brièvement à l’unisson.

Point décisif : cette résonance conditionne la formation de souvenirs épisodiques cohérents. Vivacité et mémorabilité croissent avec la force de la résonance ; quand l’erreur de prédiction submerge la structure (choc/traumatisme), l’asservissement de phase échoue et s’ensuit un blanc « lapin-figé-par-les-phares » avec indexation défailante. La CFRT décentre ainsi la conscience : de commandeur central à sous-produit intégratif de prédiction inconsciente et de réduction

d'erreur. Sa fonction n'est pas de décider mais d'intégrer et d'enregistrer ; le sentiment d'agentivité est une rationalisation a posteriori convaincante.

La CFRT explique parcimonieusement une large gamme de phénomènes — de la construction postdictive du présent à son effondrement catastrophique sous nouveauté ou traumatisme — en inversant le schéma cartésien intuitif. Nous ne nous souvenons pas de ce que nous aurions « décidé consciemment » : nous faisons l'expérience consciente de ce que nous sommes en train de nous rappeler.

En intégration avec les cadres contemporains, la CFRT spécifie le contenu de la diffusion globale (GWT), explique l'intégration (IIT) comme une résonance dynamique, et fournit un mécanisme concret par lequel l'inférence inconsciente (PP) devient un « maintenant » conscient : l'asservissement de phase des flux descendant et ascendant.

La CFRT est opératoire : elle prédit des fenêtres cadencées par le thêta, une structure alpha/bêta descendante, de brèves bouffées gamma à l'assemblage, une connectivité dirigée frontal→sensoriel, ainsi qu'une sensibilité à la perturbation et à l'affect ; l'absence de ces signatures compterait contre la théorie.

Au bout du compte, la CFRT n'est pas une thèse métaphysique mais une proposition falsifiable quant aux conditions spatio-temporelles sous lesquelles un contenu devient conscient et mémorisable : une prédiction pondérée par la pertinence couplée à une évidence synchronisée en phase. Elle révèle la conscience comme une belle propriété émergente issue du labeur ancien et fondamental du cerveau : prédire son monde. C'est cette brève résonance lumineuse que nous appelons chacun « maintenant », écho automatique du dialogue constant du cerveau entre le passé dont il se souvient et le monde qu'il rencontre.

Références :

Baars, Bernard J., *A Cognitive Theory of Consciousness*. Cambridge University Press, 1988.
ccrg.cs.memphis.edu

Dehaene, Stanislas, *Consciousness and the Brain: Deciphering How the Brain Codes Our Thoughts*. Viking/Penguin, 2014. PenguinRandomhouse.com

Friston, Karl J., « The free-energy principle: a unified brain theory? » *Nature Reviews Neuroscience* 11, 127–138 (2010). Naturefil.ion.ucl.ac.uk

Graziano, Michael S. A., *Consciousness and the Social Brain*. Oxford University Press, 2013. (Voir aussi son survol de 2015 dans *Frontiers in Psychology*.) Oxford University Press / Frontiers

Jorion, Paul, « Le secret de la chambre chinoise », *L'Homme* 150, 1999 : 177-202. Persée ; « The Chinese Room's Secret » eScholarship

Jorion, Paul, *Rethinking Intelligence in the Age of Artificial Minds*. Palgrave Macmillan (à paraître)

Libet, Benjamin, « The Neural Time-Factor in Perception, Volition and Free Will », Revue de Métaphysique et de Morale, 2, 1992 : 255-272

Tononi, Giulio, « An information integration theory of consciousness. » BMC Neuroscience 5, 42 (2004). BioMed Central / PubMed